

OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS EN TORNO AL CONCEPTO DE TEORÍA CIENTÍFICA EN ESTUDIANTES DE LAS LICENCIATURAS: BIOLOGÍA, FÍSICA Y QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL

Emerson Arciniegas¹

Victoria Santa²

Oscar Rojas³

Gustavo Giraldo⁴

Santiago Cardenas⁵

Resumen

La construcción de conceptos científicos ha sido todo un reto para los estudiantes durante su proceso de formación académica, lo anterior, es evidente cuando la formación que se adelanta es para desempeñarse profesionalmente como docentes o formadores de personas en los temas científicos, puesto que las ciencias plantean temáticas complejas que se permean de ideas y construcciones teóricas difíciles de entender y comprender, lo cual genera dificultades de orden cognitivo y hasta psicológico a la hora producir conocimiento científico. Estas dificultades, reciben el nombre de obstáculo epistemológico. La presente investigación tuvo como objetivo determinar los obstáculos epistemológicos que presentan los estudiantes que cursan los semestres segundo y quinto de Licenciatura en Biología, Física y Química de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, con respecto al concepto de teoría científica. Para ello, se generó un cuestionario conformado por 6 preguntas, aplicado a un grupo de 30 estudiantes, 5 de segundo y 5 de quinto semestre de cada proyecto curricular. De esta forma, se pudo comparar los obstáculos en los que caen los estudiantes de cada nivel académico. Los principales obstáculos encontrados fueron:



¹ arciniegasemerson@gmail.com. Estudiante de Licenciatura en Biología, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

² mavi.99.17@gmail.com. Estudiante de Licenciatura en Biología, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

³ arojasj@correo.udistrital.edu.co. Estudiante de Licenciatura en Biología, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

⁴ ggiraldoq@udistrital.edu.co. Docente proyecto curricular Licenciatura en Biología, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Director del semillero de investigación SILEAT-UD grupo de investigación BIOMOLC.

⁵ santicardenas.2012@gmail.com. Estudiante de Licenciatura en Biología, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

conocimiento general, experiencia básica y verbal. Seguidos de estos encontramos el obstáculo cuantitativo y el obstáculo animista. El obstáculo cuantitativo sólo se evidenció en Licenciatura en Física. Todo lo anterior enmarcado en los postulados de Gastón Bachelard.

Palabras claves: Obstáculos epistemológicos, concepto, teoría científica.

Abstract

The construction of scientific concepts has been a challenge for students during their academic training process, the above is evident when the training that is carried out is to perform professionally as teachers or trainers of people in scientific subjects, since science they pose complex themes that permeate ideas and theoretical constructions that are difficult to understand and understand, which generates cognitive and even psychological difficulties when it comes to producing scientific knowledge. These difficulties are called epistemological obstacle. The objective of this research was to determine the epistemological obstacles presented by students in the second and fifth semesters of the Bachelor's Degree in Biology, Physics and Chemistry of the Francisco José de Caldas District University, with respect to the concept of scientific theory. To do this, a questionnaire consisting of 6 questions was generated, applied to a group of 30 students, 5 second and 5 fifth semesters of each curricular project. In this way, it was possible to compare the obstacles in which the students of each academic level fall. The main obstacles encountered were: general knowledge, basic and verbal experience. Following these we find the quantitative obstacle and the animistic obstacle. The quantitative obstacle was only evidenced in the Degree in Physics. All of the above framed in the postulates of Gastón Bachelard.

Keywords: Epistemological obstacles, concept, scientific theory.

Introducción

La explicación científica es uno de los grandes problemas que la epistemología ha tratado de resolver, ya que a través de ella se pretende dar las razones por las que un hecho en la naturaleza ha ocurrido así y no de otra manera. El modo en que se estructuran explicaciones científicas, está determinado por las nociones de hipótesis, teoría y ley.



Concari (2001) dice que a pesar de las múltiples explicaciones que los epistemólogos arrojan, todos llegan a la conclusión de que la ciencia debe su éxito al poder explicativo de las teorías científicas. Por eso es muy importante que, en la enseñanza de las ciencias, la explicación que se dé y la comprensión que los estudiantes obtengan de ello sea lo más claro posible. Por eso que se hace necesario reconocer cuales son los obstáculos epistemológicos sobre los que caen los estudiantes frente a los diferentes conceptos o fenómenos que se tratan en el aula, en este caso nos enfocamos específicamente en el de teoría científica.

Por obstáculo epistemológico se entiende a “las condiciones psicológicas que impiden evolucionar al espíritu científico en formación” (Bachelard, 1976). El autor identifica 10 obstáculos a superar de los cuales solo se hará énfasis en aquellos encontrados en la presente investigación.



Conocimiento general: Donde el estudiante basa su descripción en definiciones demasiado escasas que no incluyen características específicas de un aspecto o definición en particular, consecuencia de las observaciones realizadas mediante los sentidos, su relación con aspectos de su cotidianidad o explicaciones previas de una temática en particular (Uyaban et al., 2017).

La experiencia básica: Que está dada por informaciones que se perciben y se alojan en el espíritu generalmente en los primeros años de la vida intelectual pero que no se pudieron cambiar porque el espíritu era demasiado vulnerable e ignorante razón por la cual se convierten en verdades primarias. (Bachelard G. 1976)

Obstáculo realista: Para el cual el entendimiento queda deslumbrado con la presencia de lo real, hasta considerarse que no debe ser estudiado ni enseñado porque ya se da por sentado. (Bachelard G. 1976)

Obstáculo verbal: Referente a los hábitos verbales utilizados cotidianamente es así como un término que aparezca claro y diáfano al entendimiento que se considera que no requiere demostración. (Bachelard G. 1976)

Obstáculo animista: Según este, cualquier sujeto presta mayor atención y por tanto da una más grande valoración al concepto relacionado con la vida. (Bachelard G. 1976)

Conocimiento cuantitativo: Se considera todo conocimiento cuantitativo como libre de errores, saltando de lo cuantitativo a lo objetivo, todo lo que se pueda contar tiene una mayor validez frente a lo que no. (Bachelard G. 1976)

Teoría científica

Las teorías han permitido desarrollar gran parte de las ideas de la ciencia y se describen como explicaciones que se infieren de fenómenos observables en la naturaleza (Abd-El-Kaolack, 2012). No pueden probarse directamente, ya que solo se pueden usar pruebas indirectas para apoyar a esas teorías y así establecer su validez (Liderman et al., 2002). Este es el carácter que ha presentado un mayor grado de confusión a la hora de entender el concepto de teoría científica, ya que muchas personas piensan que es una conjetura, una idea especulativa o una explicación que no ha sido probada. Esto hace referencia más bien a lo que se conoce como una hipótesis científica (Acevedo, 2017).

La diferencia entre una hipótesis, una ley y una teoría científica radica en los elementos que constituyen a esta última. Siendo estos la observación, la experimentación y la predicción acertada. En el siglo XIX, la perspectiva positivista planteó a la observación como el principal componente de una teoría científica, ya que es el punto de partida para generar conocimiento que descubra la realidad, presuponiendo que la observación por sí misma establece ciertos modos de descripción y clasificación de la experiencia, ya que es la observación la que guía la investigación y la que proporciona los datos para elaborar la teoría científica (Aranda, 2005).

Mientras que los experimentos permiten tomar datos en forma organizada y analizarlos mediante gráficos (Guerrero, 2008), la capacidad de predicción está asociada a la posibilidad de pronosticar eventos que aún no ocurren y que pueden ser explicados antes de que sucedan (Con cari, 2001).

Esto nos ayuda a ver muy claramente lo que se mencionaba al comienzo del subtítulo, y que enmarca la diferencia entre una teoría y una ley científica, ya que una ley describe las relaciones observadas o percibidas de los fenómenos de la naturaleza (Acevedo, Vázquez, Manisero, Acevedo, 2007). Entendiéndose una descripción como la forma de definir el fenómeno, sus características y



componentes, así como definir las condiciones en que se presenta y las distintas maneras en que puede manifestarse (Concari, 2001).

Y en cuanto a las teorías, explicar significa incrementar el entendimiento de las causas del fenómeno, y, además, refiere a la prueba empírica de las proposiciones de la teoría, a las que les da apoyo (Concari, 2001). Esto permite concluir que las hipótesis pueden convertirse en teorías o en leyes, pero la relación entre teorías y leyes científicas no es jerárquica porque sus finalidades son distintas y son diferentes tipos de conocimiento, ya que una hipótesis es un conocimiento con características probabilísticas acerca de la realidad que se quiere conocer, qué nos anticipa de las posibles teorías y leyes que esperamos encontrar en aquellos fenómenos estudiados (Díaz, 2006)



Liderman et al. (2002) nos proporcionan el siguiente ejemplo para entender la relación que se establece en la estructura de las explicaciones científicas: las leyes de los gases ideales (leyes de Boyle-Mariotte, Charles, y Gay-Lussac) establecen relaciones claras entre el volumen, la temperatura y la presión de los gases, pero sin intentar explicar estas relaciones. En cambio, la teoría molecular cinética sí permite explicar los fenómenos relacionados con los cambios en los estados físicos de la materia, las velocidades de las reacciones químicas, y otros fenómenos relacionados con el calor y su transferencia.

Son pocos los trabajos que hay respecto a los obstáculos epistemológicos referentes a determinados conceptos y nulos los realizados sobre el concepto de teoría científica es por ello que esta investigación se considera pionera en cuanto al concepto manejado y el ámbito en el cual se realizó su estudio.

Para conocer si los estudiantes tienen un buen dominio del tema, el presente artículo analiza los obstáculos epistemológicos que los estudiantes de Licenciatura en Biología, Física y Química presentan en torno al concepto de teoría científica. Resaltando su efecto en la investigación científica y en la formación académica.

Materiales y Métodos

El presente trabajo se enmarcó dentro de un paradigma interpretativo con un enfoque netamente descriptivo en donde se buscó la indagación del concepto teoría científica a un grupo de docentes en formación en ciencias naturales. La

evaluación se llevó a cabo de forma cualitativa y cuantitativa, lo cual permitió analizar la capacidad argumentativa y explicativa de los estudiantes de las Licenciaturas escogidas. Como nos describe Jansen (2012): “La población objeto de estudio puede incluir a los habitantes de una ciudad o de un país, o a los miembros de una categoría específica, como profesores [...], entre otros”. Por eso, con esta idea se parte para la selección de la población.

La toma y el registro de los datos se realizaron durante los meses de abril a mayo, en la ciudad de Bogotá, en la Universidad Distrital Francisco José De Caldas, Sede Macarena A (Carrera 3 26 A - 40) y Sede Macarena B (Carrera 4 #26 B - 54), en la cual se tomaron 3 proyectos curriculares (Licenciatura en Biología, Física y Química). Se trabajó con una muestra de 30 estudiantes, 5 de II semestre y 5 de V semestre, para un total de 10 por cada proyecto.

A cada uno de ellos se le realizó una prueba de conocimiento sobre el concepto de teoría científica, conformada por 6 preguntas abiertas las cuales fueron avaladas por expertos en el campo al momento de construirlas, lo cual garantizó la validez de las mismas, para poder evaluar cada uno los conceptos que los estudiantes han estructurado al respecto (Ver Gráfica 2-7). Gracias a la siguiente rúbrica, que describen los obstáculos presentes en cada caso, se pudo realizar el análisis de los resultados obtenidos:



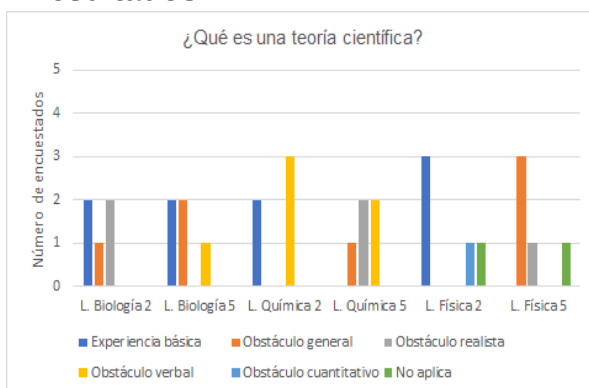
Obstáculos	Descripción
Experiencia básica	El estudiante realiza una explicación muy sencilla de lo que se pone en cuestión, tomando la pregunta que se le hace como una respuesta afirmativa, como si eso fuera lo único que existiera al respecto, ya que no arroja información fuera de la que ya se le ha otorgado anteriormente.
Obstáculo general	El estudiante no profundiza en los saberes que ha adquirido a lo largo de su proceso de educación, habla de los conceptos de una forma muy superficial y vaga sin tratar de dar una explicación suficiente que sustente los argumentos que emplea para que su opinión sea lo bastante sólida.
Obstáculo	El estudiante tiene un limitado uso del lenguaje científico y de la



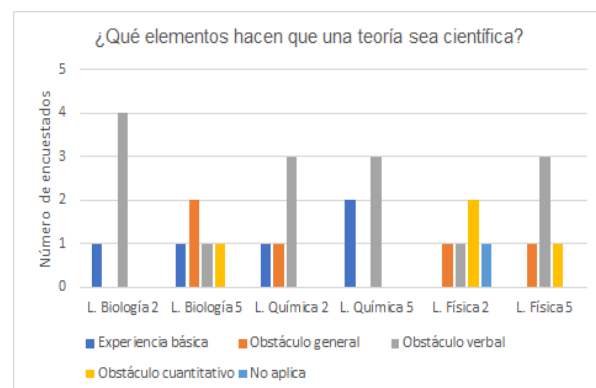
verbal	lengua española, ya que correlaciona las explicaciones científicas de los fenómenos de la naturaleza con palabras poco descriptivas. De igual forma, presenta un empobrecimiento en el uso de los signos de puntuación, cosa que dificulta el entendimiento de sus ideas.
Obstáculo realista	El estudiante no explica algunas de las cosas que menciona en su argumentación, a pesar de que se le pide que lo haga, debido a que considera que esos conceptos son algo universales y evidentes para todo el mundo, al igual que la percepción lo es para nuestros sentidos. Deja de un lado lo demás y pretende poner como base aquello que él considera inherente de la realidad.
Obstáculo animista	El estudiante trata de dar vida a sus explicaciones por medio de recursos estilísticos de la literatura para que su argumentación sea más atrayente al espectador. Dejando de lado lo que realmente es importante y haciendo que lo que dice se preste para una malinterpretación.
Obstáculo cuantitativo	El estudiante considera como verdadero aquello que solo tiene una representación numérica, ya que para él lo que no tiene una explicación matemática no está libre del error.

Tabla 1. Descripción de los obstáculos epistemológicos que permitieron realizar la evaluación de las respuestas dadas por los estudiantes a las preguntas empleadas en la encuesta

Resultados



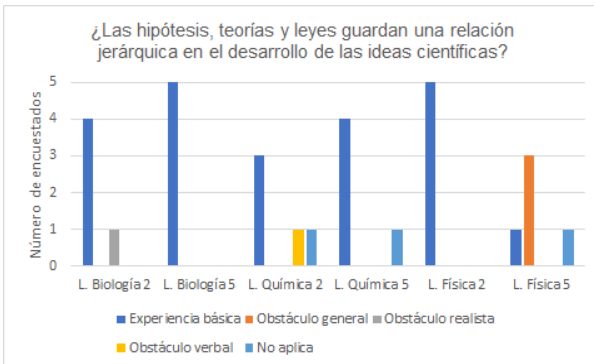
Gráfica 1. Categorización de las



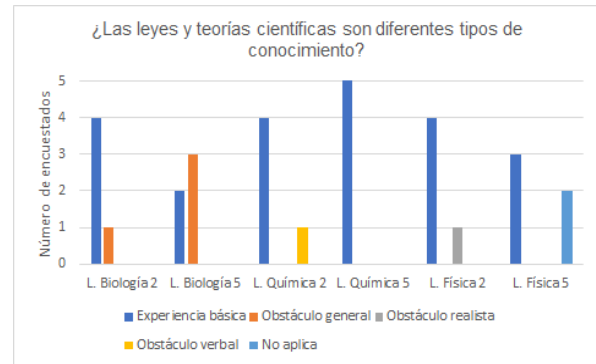
Gráfica 2. Categorización de las

respuestas de la pregunta número 1 en los respectivos obstáculos epistemológicos

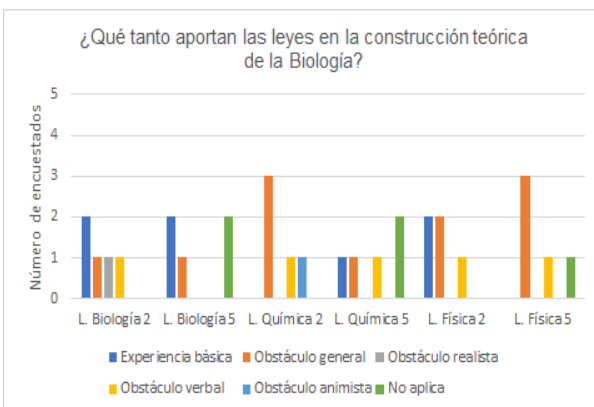
respuestas de la pregunta número 2 en los respectivos obstáculos epistemológicos



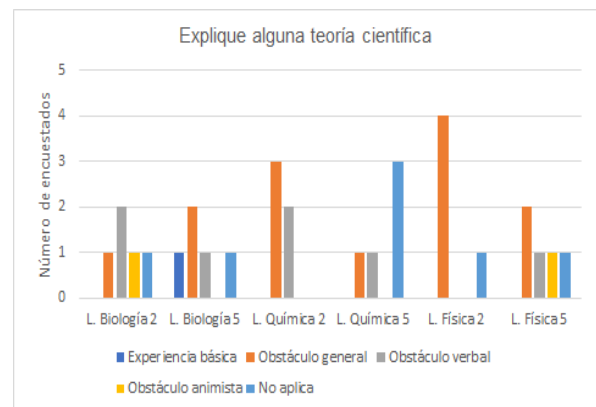
Gráfica 3. Categorización de las respuestas de la pregunta número 3 en los respectivos obstáculos epistemológicos



Gráfica 4. Categorización de las respuestas de la pregunta número 4 en los respectivos obstáculos epistemológicos



Gráfica 5. Categorización de las respuestas de la pregunta número 5 en los respectivos obstáculos epistemológicos



Gráfica 6. Categorización de las respuestas de la pregunta número 6 en los respectivos obstáculos epistemológicos



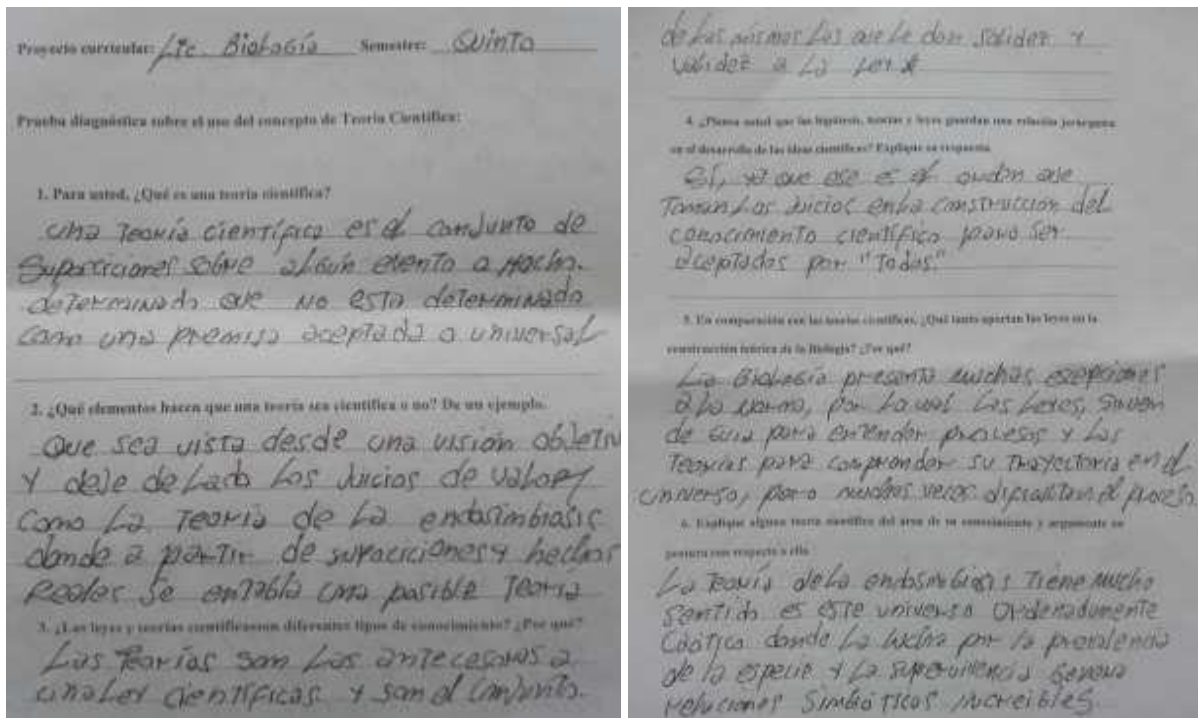


Imagen 1. Respuestas de un estudiante de quinto semestre de Licenciatura en Biología a la encuesta.

Discusión

Los obstáculos epistemológicos que más predominan en los estudiantes son el obstáculo general y el verbal (Gráfica 1-2 y 5-6), esto puede ser debido a que los estudiantes se quedan tan solo con las explicaciones expuestas por el profesor, tomándolas como las únicas explicaciones que existen al respecto, ya que en muchas ocasiones el propio docente expone las ideas de la ciencia como algo que no se puede cuestionar. Esto es muy frecuente al explicar las teorías científicas. Así se pierde la capacidad de curiosidad, lo cual implica un proceso en el que el estudiante deja de investigar por sus propios medios y de representar esa información en conceptos más estructurantes. Giordan y Vecchi (1988) explican que para que el estudiante pueda construir una estructura conceptual es necesario hacer uso de la pregunta como principal elemento que despierta la curiosidad.

La experiencia básica es otro de los obstáculos epistemológicos más recurrentes, que debería estar más presente en los estudiantes de segundo semestre, ya que

este obstáculo va ligado al conocimiento que se adquiere en los primeros años de aprendizaje, como lo explica Bachelard (1976); pero al contrastar eso con los resultados obtenidos, las explicaciones más vagas o sencillas eran hechas por los estudiantes de quinto semestre (Gráfica 3-4).

Es posible que los estudiantes no hayan tenido la capacidad de avanzar más allá del conocimiento dado en sus primeras etapas de formación porque el docente induce a ello, ya que puede estar desviando la intención de la clase al hacer uso de la ejemplificación explicativa como principal medio para enseñar Ciencias. Estos ejemplos pueden ser mal interpretados por los estudiantes, generando un poco interés por el tema y dejando de lado toda esencia de lo que se quería llegar. Así se limitan las opciones de adquirir un conocimiento nuevo que contradiga el anterior, alejándose de todo conocimiento verdadero, y más bien se contribuye a que el estudiante adquiera el obstáculo animista (Gráfica 5-6).



Por otro lado, se evidenció que los estudiantes de Licenciatura en Física tienden a caer en el obstáculo cuantitativo. Es probable que esto se deba a que la mayoría de ideas en Física se sustentan gracias a su componente matemático, en comparación con la Química y la Biología. En contraste, los estudiantes de Licenciatura en Biología hacen mayor uso de las narrativas históricas (Castro y Valbuena, 2007), ya que la mayoría de las explicaciones de la Biología tratan de dar cuenta de las relaciones de parentesco entre las especies de seres vivos; y los estudiantes de Licenciatura en Química hacen mayor uso de los modelos estructurales de los compuestos químicos. Por esto es que en los estudiantes de Licenciatura en Física fue más recurrente encontrar el obstáculo cuantitativo en comparación con las otras carreras.

Como se observa es un gran problema el que los estudiantes de Licenciatura en Física, Química y Biología no puedan explicar bien qué es una teoría científica, ya que son el componente principal de las ideas en Ciencia; pero más aún en Biología, donde dichas teorías forman la mayor parte de la construcción teórica de la Biología. Por eso es que compartimos las ideas expuestas por De Longhi y Rivarosa (2015), quienes explican que los contenidos de la enseñanza de la Biología deben integrar no solo lo teórico, lo práctico y lo contextual; sino que deben estar conformados por múltiples saberes que se estructuran en torno a problemas relevantes de la enseñanza de las ciencias. Entre esos problemas, se encuentra la delimitación de las características epistemológicas del conocimiento

biológico, tanto desde su contexto de justificación y niveles de conceptualización (hechos, principios, teorías) como desde su contexto de descubrimiento e investigación (procedimientos, técnicas). El primero responde a los conocimientos científicos modelizados y el segundo a el origen de dichos conocimientos.

Conclusiones

Los resultados nos permiten ver que algunos de los obstáculos que ya no deberían estar presentes en los estudiantes de semestres superiores aún siguen presentándose, como lo es el verbal y el de la experiencia básica. Es posible que estos se sigan presentando porque la capacidad de curiosidad se va perdiendo a medida en que se avanza en el conocimiento dado por los docentes, pero que no se investigue para así poder contrastarlo, sino que por el contrario se establezca como un conocimiento que no se puede cuestionar.

Realmente no se encontró gran diferencia entre los estudiantes de segundo y los de quinto semestre, ambos caen los mismos obstáculos con la misma frecuencia y esto se debe probablemente a que en ninguno de los casos están suficientemente relacionados con el término como para tener claridad sobre él.

Bibliografía

- Acevedo-Díaz, J. A. (19 de abril de 2017). *Sobre leyes y teorías científicas*. Recuperado el 04 de Junio de 2018 de Iberoamérica Divulga: <https://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?sobre-leyes-y-teorias-cientificas>
- Acevedo-Díaz, J. A., Vázquez-Alonso, Á. Manassero-Mas, M. A., & Acevedo-Romero, P. (2007). CONSENSOS SOBRE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA: ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS. *Eureka*, 202-225.
- Bachelard, G. (1976). La formación del espíritu científico. 5 ed. México: siglo Veintiuno, editores, S.A.C
- Bermúdez, G. M. & De Longhi, A. L. (2015). *Retos para la enseñanza de la biodiversidad hoy: aportes para la formación docente*. Córdoba, Argentina: Editorial de la UNC.
- Castro, J. A. & Valbuena, É. O. (2007). ¿Qué biología enseñar y cómo hacerlo? Hacia una resignificación de la Biología escolar. *Tecné, Episteme y Didaxis* n.º 22 • Segundo semestre de 2007 • pp. 126-145.



Concari, S.B. (2001). LAS TEORÍAS Y MODELOS EN LA EXPLICACIÓN CIENTÍFICA: IMPLICANCIA PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS. *Ciencia y Educación*, 85-94.

Córdoba, M. (2015). *Teorías Científicas*. Recuperado el 4 de abril de 2018, de Diccionario Interdisciplinar Austral: http://dia.austral.edu.ar/Teor%C3%ADas_cient%C3%ADficas.

Giordan, A. & de Vecchi, G. (1988). *Los orígenes del saber: de las concepciones personales a los conceptos científicos*. Sevilla, España: Díada.

Narváez, V. P. (2006). La Teoría Científica como Sistema. En V. P. Narváez, *Metodología de la Investigación Científica y Bioestadística*. Ril Editores.

Jansen, H. (2012). La lógica de la investigación por encuesta cualitativa y su posición en el campo de los métodos de investigación social. *Paradigms*, 4, 39-72.

Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Towards valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521.

Serna, Y. Q. (No Aplica). EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO: APORTES DE GASTÓN BACHELARD A LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS. *Ciencia en la Escuela*.

Uyaban, A. d., Rodríguez A, J. J., Pérez H, P. A., Muñoz L, L. P., & Giraldo, G. (2017). OBSTÁCULO EPISTEMOLÓGICOS DE TIPO CONOCIMIENTO PREVIO, GENERAL Y VERBAL EN TORNO AL CONCEPTO FOTOSÍNTESIS EN ESTUDIANTES DE LICENCIATURA EN BIOLOGÍA DE LA UDFJC. 619 - 6

