

OBSTÁCULOS EN LA ENSEÑANZA – APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA. REVISIÓN SISTEMÁTICA

OBSTACLES IN MATHEMATICS TEACHING-LEARNING; SYSTEMATIC REVIEW

Luis Fernando Plaza Gálvez, José Rodrigo González Granada, Olena Vasyunkina
Unidad Central del Valle del Cauca, Universidad Tecnológica de Pereira (Colombia)
lplaza@uceva.edu.co, jorodryy@utp.edu.co, o.vasyunkina@utp.edu.co

Resumen

A través de una revisión sistemática, en este documento se pretende hacer un análisis y recopilación de los aportes teóricos sobre Obstáculos en la enseñanza – aprendizaje de la matemática, como elemento fundamental en la Resolución de Problemas Matemáticos. Para lo anterior, se usó el motor de búsqueda de Google Académico durante el mes de julio de 2018, teniendo en cuenta para ello los términos: obstáculos, dificultades, errores, matemáticas, enseñanza y aprendizaje por medio del operador booleano AND. Fueron tenidos en cuenta aspectos del tipo didáctico, epistemológico y cognitivo, así como su incidencia en el error matemático.

Palabras clave: aprendizaje, dificultades, enseñanza, matemáticas, obstáculos

Abstract

By means of a systematic review, this paper is intended to analyze and compile the theoretical contributions on obstacles in the mathematics teaching-learning process, as an essential element in mathematics problem solving. With this aim in mind, Google Scholar search engine was used during the month of July in 2018, taking into account the terms: obstacles, difficulties, errors, mathematics, teaching and learning through the Boolean operator AND. Didactic, epistemological and cognitive aspects were taken into consideration, as well as their incidence in the mathematical error.

Key words: learning, difficulties, teaching, mathematics, obstacles

■ Introducción

Es una preocupación en la educación matemática, el construir sobre bases bien sólidas, la enseñanza de la matemática que le permita tanto al docente como al estudiante, mediante estrategias didácticas y de aprendizaje respectivamente, enfrentarse a los diferentes obstáculos y dificultades presentes, así como evitar algunos errores que se pudieran originar, permitiendo finalmente que el estudiante adquiera las destrezas y habilidades para la resolución de problemas matemáticos.

Obstáculo, puede recibir definiciones como: la barrera que impide seguir adelante y obliga a tomar alternativas de solución, o la situación física o mental que no permite el normal desarrollo de la ruta que se desea seguir. El obstáculo no debe ser eliminado

Gastón Bachelard (1981), afirmó que las investigaciones sobre los obstáculos epistemológicos se han interesado por las condiciones psicológicas que impiden evolucionar el espíritu científico y no en los elementos que impiden en el nuevo conocimiento identificar su complejidad o la dificultad para captar el nuevo fenómeno (conocimiento a estudiar). Barrantes (2006), destaca la importancia de los obstáculos epistemológicos en la didáctica de las matemáticas, así el estudiante puede indagar sobre la respuesta de un problema y sortear los obstáculos que se le puedan presentar. Autores como Andrade (2011), afirman que los obstáculos didácticos se originan en los procesos de la instrucción, y se deben evitar porque impiden superar los obstáculos epistemológicos, es decir, impiden ver las cosas de una nueva manera. Además, se encuentran los obstáculos cognitivos que son reconocidos como conocimientos que han sido convenientes para la solución de algunos problemas durante cierto tiempo, son ubicados en la mente y luego resultan ser inapropiados y de compleja adaptación al tenerse que enfrentar el estudiante a problemas distintos, además son los inherentes a la construcción del conocimiento por parte del alumno, según lo plantean Palarea y Socas (1994).

La presente revisión de literatura, permite centrar la atención en la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué tipo de obstáculos se han detectado en los procesos de enseñanza - aprendizaje de la matemática?

Conocer los diferentes obstáculos presentes en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la matemática, permite diseñar estrategias, habilidades y destrezas, así como potencializar el pensamiento lógico frente al conocimiento matemático y en la resolución de problemas.

■ Metodología

La investigación es cualitativa del tipo documental. Para ello se llevó a cabo una revisión sistemática teniendo en cuenta que uno de los objetivos de ésta es la compilación de una temática específica, según lo propone Pérez (2012), con el motor de búsqueda Google Académico, por medio de los términos obstáculo, dificultad, error, enseñanza, aprendizaje, matemática, combinándose con el operador booleano AND. Para identificar los documentos relevantes, la primera búsqueda incluyó la identificación de artículos científicos, capítulos de libro, libros especializados, memorias de presentación de eventos y Tesis como resultado de investigación. La búsqueda se llevó a cabo en julio de 2018, con publicaciones desde 1981 hasta 2018.

Después de prescindir de los documentos repetidos, solo se dejaron los que cumplieran con los criterios de inclusión, entre los que se considera la metodología, teniendo en cuenta para ello estudios cualitativos, cuantitativos o mixtos. Inicialmente se documentó sobre los primeros estudios sobre obstáculos y dificultades en el proceso enseñanza - aprendizaje de la matemática, y finalmente sobre las diferentes experiencias a los diferentes niveles de formación matemática.

■ Codificación, caracterización y análisis de los datos

Con base en los anteriores criterios, 30 estudios fueron elegidos como objeto de revisión, los cuales fueron estudiados en profundidad, entre los que se encontraban dos libros (Bachelard, 1981; Brousseau, 1997) y un artículo clásico (Brousseau, 1983). La distribución de las fuentes permitió analizar 15 artículos (50 %), 4 conferencias en eventos científicos (13.3 %), 3 libros especializados (10 %), 4 capítulos de libro (13.3 %) y 4 tesis, como resultado de investigación (13.3 %). En cuanto al idioma de publicación se tienen 23 en español (76.7 %), 4 en inglés (13.3 %) y finalmente 3 en francés (10 %). El análisis por fecha de publicación arrojó los siguientes intervalos de tiempo: 2 entre 1981 y 1990 (6.7 %), 6 entre 1991 y el año 2000 (20 %), 7 entre el 2001 y el 2010 (23.3 %) y por último 15 documentos entre el año 2011 y el 2018 (50 %).

Primeros estudios sobre teoría de obstáculos

Uno de los precursores del concepto de obstáculo, fue Gaston Bachelard (1981), quien afirma que la construcción del conocimiento científico se puede lograr a partir de enfrentarse a los obstáculos epistemológicos que se presentase, y entre los que identifica los siguientes tipos, así:

1. La experiencia básica (inicial): La primera información es la que se impone. El hombre por naturaleza es reacio a los cambios.
2. El conocimiento general: Vaga idea que se tiene acerca de algo y no se demuestra seguridad.
3. Hábitos verbales (una imagen o una palabra): Está presente en las costumbres, en las formas de analizar, expresarse y proceder.
4. El conocimiento unitario y pragmático: Solo “Yo tengo la razón”, donde el conocimiento está centralizado. Desde el punto de vista científico, no se aceptan otras opciones.
5. El obstáculo sustancialista: Se opone a la modernidad. En un objeto se centran todos los conocimientos.
6. El obstáculo realista: No se aceptan otros tipos de argumentos, pues se cree que la propia postura es la real.
7. El obstáculo animista: Es la exposición que tiene el hombre a los cambios de la naturaleza. Cuando ciertos “objetos adquieren vida”, fruto de nuevos conocimientos.
8. El mito de la digestión: Se toma analogías de la digestión humana y el contexto con la naturaleza, pues este tiene mayor valor explicativo.
9. La libido y conocimiento objetivo: Es tomado como las ansias de poder o dominio hacia otros.
10. El conocimiento cuantitativo: Supone que los procesos siempre están libres de errores, lo cual equivale a decir que siempre se tiene la razón.

Características de los obstáculos

Tal como se expone en Palarea y Socas (1994), Brousseau reflexiona acerca de los obstáculos y hace énfasis en que es un conocimiento que ha sido bien aplicado al resolver cierto tipo de problema, pero que falla al aplicarlo en otro contexto. Por su buen desempeño, se resiste al cambio o al rechazo, por lo que se convierte en una barrera de un proceso de formación posterior. Para lograr eludir dichos obstáculos, es necesario identificar algunas situaciones didácticas, que permitan en los estudiantes crear conciencia en el sentido de que estos cambien sus concepciones y brindarles apoyo en pos de su logro. El investigador identifica en los obstáculos, las siguientes características:

- Un obstáculo es un conocimiento, no una falta de conocimiento.
- Se manifiesta por los errores, que no son debidos al azar, son persistentes y reproductibles.
- El estudiante utiliza dicho conocimiento para resolver problemas adaptados a un entorno, que suele encontrarse.
- Cuando se emplea este conocimiento, por fuera de ese entorno, se producen soluciones incorrectas. Una solución universal exige un punto de vista distinto.
- Los obstáculos epistemológicos, no son explícitos necesariamente, ni difíciles de

franquear.

- El estudiante opone resistencia a los efectos contrarios que el obstáculo genera y a la producción de un mejor conocimiento.
- Después de identificar su inexactitud, este persiste en su manifestación en forma aislada.

Se evidencia por medio de un análisis histórico, que el obstáculo debe considerarse como parte integral de la interpretación de una concepción en especial. Por lo que identificarlo y eludirlo, llega a ser una condición ineludible de un concepto relevante.

Los obstáculos y la teoría de las situaciones didácticas

Brousseau (1997), en su libro *Théorie des situations didactiques*, expone la importancia de los obstáculos epistemológicos y su vínculo con la teoría de las situaciones didácticas. Inicialmente, plantea estudiar las condiciones que deben incluir los problemas que se les proponen a los estudiantes, para que así aparezcan y se pongan en funcionamiento de nuevos conceptos. Además, propende rechazar aquellos conocimientos iniciales que impiden el aprendizaje (bien sea por incorrectos, o tal vez porque representan un obstáculo para un nuevo conocimiento). Así de esta manera se hace un esbozo del concepto de obstáculo epistemológico, en el sentido de que este no es un conocimiento erróneo, sino que es un conocimiento que obstaculiza la creación de uno nuevo. El franquear un obstáculo, exige la puesta en práctica de situaciones didácticas y a-didácticas. El uso de situaciones didácticas a través de las actividades en el ejercicio docente, son necesarias en diferentes instantes del proceso. A su vez, la evidencia en forma explícita de los obstáculos, requiere la implementación de situaciones a-didácticas. Reconocer la existencia de obstáculos epistemológicos, lleva al docente a reconocer el recorrido a través del tiempo del conocimiento en sus alumnos.

Clasificación de algunos obstáculos matemáticos

Retomando lo expuesto por Brousseau (1983) a continuación, se clasifican algunos obstáculos encontrados en los procesos de enseñanza – aprendizaje de las matemáticas, así:

Obstáculos ontogenéticos

Son innatos en los estudiantes, inician en su formación escolar, incidiendo en el desarrollo del alumno y se presentan cuando su capacidad de análisis es inferior a su exigencia, impidiendo el normal desarrollo mental para analizar los conceptos u objetos matemáticos.

Obstáculos didácticos

Los obstáculos didácticos son producidos por los errores en la enseñanza (metodológicos, curriculares o conceptuales), por uso inadecuado de expresiones o por mala construcción del currículo que impide los conceptos necesarios para obtener el conocimiento, incluyendo modos de tiempo y espacio, así como guías inadecuadas. De la misma manera se presentan, cuando el docente repite lo que él aprendió y no identifica el concepto (Andrade, 2011).

Obstáculos epistemológicos

Aquí los obstáculos son las clases de conocimiento que impiden la construcción de una nueva idea y no permiten su correcta apropiación (en este caso, conceptos y/u objetos matemáticos), y se identifica por medio de la presencia de errores frecuentes de los estudiantes en los cursos de matemáticas a través del tiempo.

■ Otros obstáculos matemáticos en la enseñanza y el aprendizaje

El obstáculo cognitivo

En estudios como el realizado por Nyikahadzoyi, Mapuwei y Chinyoka (2013), se ha demostrado que algunos estudiantes aprenden sobre diferentes formas de conocimiento, incluyendo el conocimiento matemático intuitivo, sin embargo, esto puede ser insuficiente, inapropiado, impreciso o engañoso y es aquí donde este conocimiento se interpone en el camino de una nueva comprensión; el éxito radica en la rapidez con la que se desaprenda. Si no se contribuye en forma temprana a rectificar un concepto matemático herrado, es probable, que se conduzca a un fracaso en estudios futuros. En algunas investigaciones, sobre cálculo, como el caso de teoría de límite, realizada por Medina y Rojas (2015), se reconocen algunos obstáculos cognitivos de inicio epistemológico, con las siguientes particularidades: es un conocimiento y no de una ausencia de conocimiento; el cual permite al estudiante generar respuestas correctas en algunos problemas; este mismo conocimiento puede producir respuestas equivocadas para ciertos problemas; los errores producidos no son ocasionales sino constantes y esta clase de errores son muy reacios a la corrección.

El obstáculo pedagógico

Su origen está presente, en los procesos de enseñanza, y se presentan como inconvenientes en los procesos de aprendizaje del alumno, donde confluyen características de forma didáctica, institucional y cognitiva, según lo expone Rodríguez (2009). Los obstáculos pedagógicos son producidos por errores de tipo: metodológicos, pedagógicos y conceptuales, teniendo para ello razones como: falta de claridad entre la teoría y la práctica docente, falta de innovación y de experimentación, y el desempeño tradicional de la enseñanza.

El obstáculo psicológico y el Obstáculo mental

Cornu (1991), al estudiar la teoría de límite, tiene en cuenta en este tipo de obstáculo (psicológico), el desarrollo personal de los alumnos y su forma de pensar; siendo las dificultades de aprendizaje de algunos tópicos matemáticos. Moreira y Greca (2004), definen un obstáculo mental, como la representación mental interna (algo que representa algo o que está en lugar de, o representa simplemente algo para el alumno) desde el punto de vista de la psicología cognitiva, el cual es incuestionable semánticamente por el alumno (o sea que este no cuestiona el significado del obstáculo mental). El miedo a fracaso le impide al estudiante avanzar, y esto se presenta de tres maneras, cuando no sea el momento oportuno, no esté preparado o piense en llegar a fracasar.

El obstáculo epistemológico

Es referido solamente por los inconvenientes de tipo motivacional en forma de ansiedad. Se presentan cuando emergen los miedos al tener que abandonar los saberes previos y están presentes en las situaciones de aprendizaje, según lo expone Franzante y otros (2011), al citar a Pichon-Rivière con su obra El proceso Grupal.

El obstáculo semiótico

Está presente, en la construcción de los objetos matemáticos por parte de docentes y estudiantes por el no uso adecuado de la simbología matemática (lenguaje), pudiendo originar confusiones, haciendo presencia la rigurosidad matemática, el cual permite entender el concepto del objeto matemático, tal como lo sustenta Rodríguez (2017).

Algunos obstáculos en la comunicación

Adicionalmente, se ha evidenciado que los procesos de enseñanza aprendizaje del lenguaje matemático, son liderados desde la postura institucional impartida por el docente quien es la persona que permite o no la intervención

de los alumnos, bien sea constructiva o a manera de consulta. De esta manera, dichos procesos se convierten en un obstáculo, por la permisividad que se le dé al alumno de participar, de tal manera que se le pueda escuchar, se le resalte y motive su participación, y así aislarlo de temor alguno de no preguntar o llegar a sentirse en ridículo por parte de una mofa llevada a cabo por el docente, lo anterior según estudios hechos por Castillo (2011) y Galindo (2013).

La tecnología como obstáculo

Se ha evidenciado que las tecnologías digitales, así como son una estrategia didáctica indudable, también podrían ser un obstáculo para el estudiante, pues algunas veces las usa para fines no matemáticos, lo cual no contribuye con su objetivo inicial (Rojano, 2014). Es importante mencionar la ayuda de las TIC, en la comprensión de los conceptos matemáticos, pero éstas han generado un cambio tan rápido que ni los docentes han logrado llevar dicho ritmo, no permitiendo ir al unísono y enfrentándolos a fuertes impactos culturales en la parte curricular (Artigue, 2011).

Obstáculo del formalismo

Un grupo de investigación dirigido por Dorier, entre 1987 y 1994, encontró que varias de las dificultades de los estudiantes en Álgebra Lineal provienen de un mismo obstáculo, el cual aparece en todas las generaciones sucesivas y prácticamente en todos los métodos de enseñanza empleados en sus investigaciones, al cual llamaron obstáculo del formalismo (Dorier, Robert, Robinet & Rogalski, 1997). Lo anterior se presenta cuando el estudiante se enfrenta a la clásica definición “Lema-Prueba-Teorema-Prueba-Corolario”, pues tienen dificultades para entender las pruebas, sino que también quedan abrumados por la cantidad de nuevas definiciones y sienten que están aterrizando en un nuevo planeta.

Obstáculo y dificultad en Matemáticas

Un documento clásico es el planteado por Socas (1997), en el que se identifican los obstáculos, dificultades y errores producidos en los procesos de enseñanza – aprendizaje de matemáticas, teniendo en cuenta para ello las diferentes formas de construcción de conocimiento y objetos matemáticos. En el inicio han existido posiciones conductistas, en el sentido de que a los errores matemáticos no se les ha dado el sitio que se merecen, pues se les ha mirado tan solo en las respuestas erróneas y son ignorados hasta que la respuesta sea la esperada, por lo que los errores fueron observados desde el principio, simplemente como un desvío en el proceso algorítmico en el que se hallan inmersos. Algunos estudios en Matemática Educativa han permitido identificar que muchas de las dificultades de los estudiantes se deben tanto a los conceptos como a sus metodologías (Andrade, 2011).

Andrade (2011), afirma que cuando las dificultades no pueden ser evitadas, se convierten en obstáculos porque no permiten progresar en el diseño de nuevos conocimientos y los obstáculos de tipo didáctico se estudian a través del análisis de los errores más frecuentes de los alumnos. Se hablará de error, en el momento que estos alumnos no puedan ejecutar una labor que esté en un contexto matemático. La expresión dificultad tendrá cabida, cuando en una menor o mayor proporción, un grupo de alumnos no hayan podido culminar con éxito una tarea en contexto matemático, y el grado de dificultad estará ligado en forma proporcional al número de procedimientos incorrectos de dicha tarea. En el momento que el estudiante use un concepto válido en un contexto, pero no es válido en el actual, provocando un error, se dará la presencia de un obstáculo, tal como lo expresa Neira (2009).

El error es una realización normal en el importante proceso de la solución de un problema, y es ocasionalmente, muestra de un desarreglo cognitivo, o en su defecto donde se procesa un concepto. El docente debe identificar el lugar y momento donde se presentan los errores que pueden determinar los obstáculos en el proceso de aprendizaje. Por principios formadores, es importante que el docente investigue el origen de dichos errores y así buscar las debidas correcciones ante el estudiante, cerrando el ciclo de su aprendizaje. Apoyándose en el procedimiento de la información, se puede afirmar que: los sentidos son fuente de ingreso de la información (primera causa de error),

mientras el cerebro actúa sobre dicha información (segunda causa de error). La información transformada genera una estructura mental (tercera causa de error) que se relaciona con la memoria (cuarta causa de error). Dicha estructura mental interactúa con la memoria y con otras fases mentales para emitir una respuesta (quinta causa de error). Las anteriores menciones, son las principales fuentes de error al no interactuar en forma correcta.

Los errores identificados con mayor facilidad, son los indicados por Astolfi (1999), así:

- Los que son relevantes de la redacción y comprensión de los indicadores.
- Los que son el resultado de las costumbres académicas o fruto de una mala decodificación de las interpretaciones, como el mal uso de propiedades.
- Aquellos que se originan de las concepciones alternativas que son ofrecidas por los estudiantes y que certifican la equivocación, cuando el docente no se ha percatado y al mismo tiempo no alcanza a realizar la corrección. No por llegar al resultado, el procedimiento es correcto.
- Aquellos, que crean las estrategias de estudio adaptadas.
- Los que son originados por la sobrecarga cognitiva en el desarrollo de la actividad que se realiza. Tanta información colapsa.
- Aquellos que se han originado en otra actividad, y de la cual no se han establecido sus diferencias, por lo que las transferencias de conocimiento son mal hechas. No todos los procedimientos tienen cabida en todo contexto matemático.
- y finalmente, aquellos que se originan en la complejidad propia de su contenido.

Aparecen trabajos interesantes como el de Neira (2013), en el que se ha analizado el proceso del tránsito del álgebra al cálculo, permitiendo detectar dificultades, obstáculos y rupturas que son del tipo semiótico, didáctico, epistemológico y culturales entre otros, y en las que al retomar a Sierpinska, cuando ésta clasifica en tres los tipos de dificultades con los que se enfrenta el estudiante, los cuales son: la conceptualización, la complejidad de los objetos matemáticos estructurales (obstáculos epistemológicos) y finalmente el rompimiento de los modos de pensamiento netamente algebraico.

En orden temático al anterior, se encuentran estudios (Kashefi, Ismail & Mohd, 2010), en los que se demostró que algunos estudiantes en su formación de cálculo, han encontrado algunos obstáculos en:

- la selección de la representación apropiada de los tres mundos de pensamiento matemático (conceptual – embebido, proceptual – simbólico y axiomático – formal).
- la transición de un mundo a otro, del pensamiento matemático.
- la falta de comprensión de dos formas de realización diferentes.
- la falta de comprensión de dos valores simbólicos diferentes.

En trabajos como los de Moreno (2011), se han encontrado las dificultades de aprendizaje en matemáticas debidas a factores como la actitud negativa del estudiante hacia la matemática, ausencia de metodologías adecuadas por parte del docente del área, falta de observación y detección temprana de disfunciones físicas (visión, audición y/o lenguaje) en los estudiantes. Además, plantea una serie de propuestas de índole curricular, adaptaciones educativas especiales, así como una intervención asociada a los objetos y al pensamiento matemático que permitan mejorar procesos cognitivos y la actitud afectiva y emocional por parte del estudiante hacia la matemática.

El lenguaje empleado por docentes y estudiantes en el contrato didáctico puede ser visto como un obstáculo en la construcción del conocimiento matemático, tal como lo sustentan Crespo, Homilka y Lestón (2011). En Córcoles y del Sastre (2008), se plantean los diferentes errores detectados en el ejercicio docente, los cuales conducen a obstáculos en los procesos de aprendizaje. Finalmente, se encuentran trabajos como el de Aponte y Rivera (2017), en el que se evidencia, que durante el proceso de construcción del conocimiento matemático surgen constantemente errores que son una inquietud del maestro y que inciden en el aprendizaje de los diferentes contenidos matemáticos.

Dificultades del aprendizaje de las matemáticas (DAM)

Después de ver el significado de los obstáculos cognitivos y de los ontogenéticos (capacidad del estudiante de crear y asimilar conocimiento), es importante mencionar los orígenes de las dificultades (Bolívar, 2015; De la Peña y Bernabéu, 2018; Ruiz, 2010), que permiten la presencia de dichos obstáculos, entre los que se tienen:

- Acalculia, como la alteración en las habilidades y procesamiento matemático debido a lesiones cerebrales, entre las que se encuentran: alexia, agrafia, Espacial, Anaritmética, etc.
- Discalculia, como la dificultad de carácter persistente y específica para comprender y realizar cálculos matemáticos, entre los que se encuentran: verbal, léxica, gráfica, operacional, etc.

■ Conclusiones

Por medio de esta revisión sistemática, se puede evidenciar las diferentes características de los diversos obstáculos detectados en la enseñanza y aprendizaje de la matemática, partiendo de la obra insigne de Bachelard (1981). Igualmente, importante mencionar el proceso del obstáculo, las dificultades y los errores como preocupación de la educación matemática.

Esta investigación, permitió identificar algunas de las estrategias llevadas a cabo en procesos de formación en matemáticas. El análisis en el tiempo, muestra que específicamente a partir del año 2011, es donde se han intensificado los estudios sobre obstáculos en matemáticas como preocupación de la educación matemática, así como las dificultades, sus orígenes y los efectos que estos pueden obtener en la comprensión de conceptos.

Entre los obstáculos matemáticos detectados, se encuentran los de tipo epistemológico, didáctico y ontogenético. Además de los anteriores, se evidenciaron obstáculos y presencia de inconvenientes en el escenario cognitivo, pedagógico, el mental, el semiótico, la formalidad (léase como rigurosidad) como el caso del Algebra Lineal, y los de origen neurogenético (Discalculia y Acalculia) y los presentes en la comunicación de las diferentes formas de representación del conocimiento. Si se detectan a tiempo fallas y dificultades en los estudiantes, en los procesos de formación matemática, por parte de los docentes, estos van a contribuir con un éxito en matemáticas de mayor exigencia, así como en la mejora del razonamiento lógico que la vida les depara.

Al final con este trabajo se pueden crear estrategias que permitan eludir dichos obstáculos contribuyendo a una mejor formación en la resolución de problemas matemáticos por parte de nuestros estudiantes de la educación básica, como en: mejor preparación de nuestros docentes, actualización tecnológica en provecho de estrategias didácticas, mayor conocimiento del entorno de los estudiantes, mejorar los canales de comunicación (saber transmitir y saber recibir el mensaje matemático), no alejarse del formalismo matemático.

■ Referencias bibliográficas

- Andrade, C. (2011). Obstáculos Didácticos en el aprendizaje de la Matemática y la formación de docentes. En P. Lestón (Ed), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 24, 999 – 1007. México D. F.: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.
- Aponte, P. y Rivera, M. (2017). *Dificultades, Obstáculos y Errores en el Aprendizaje del Numero Entero Presentadas en un Objeto Virtual de Aprendizaje*. Tesis de licenciatura no publicada. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11349/12897>
- Artigue, M. (2011, junio). L'impact curriculaire des technologies sur l'éducation mathématique. Ponencia presentada en *XIII CIAEM-IACME*, Recife, Brasil. Recuperado de https://ciaem-redumate.org/ocs/index.php/xiii_ciaem/xiii_ciaem/paper/viewFile/2891/1189
- Astolfi, J. (1999). *El error un medio para enseñar*. Sevilla: Editorial Diada.

- Bachelard, G. (1981). *La formación del espíritu científico. Contribución a un psicoanálisis del conocimiento objetivo* (9ª ed.). México D.F.: Siglo XXI Editores.
- Barrantes, H. (2006). Los Obstáculos Epistemológicos. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 1(2), 1-7. Recuperado de <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/viewFile/6886/6572>
- Bolívar, R. (2015). *Perfil neuropsicopedagógico del niño con trastorno específico de aprendizaje de la aritmética. Diseño de programas de prevención de la Discalculia*. Tesis de doctorado no publicada. Universidad de León, España. Recuperado de https://buleria.unileon.es/xmlui/bitstream/handle/10612/4635/tesis_a82de4.PDF?sequence=1
- Brousseau, G. (1983). Les obstacles epistemologiques et les problemes en Mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 4(02), 101-117.
- Brousseau, G. (1997). *Theory of Didactical Situations in Mathematics*. Dordrecht, Países Bajos: Kluwer Academic Publishers.
- Castillo, M. (2011). Es la comunicación un factor de aprendizaje de las matemáticas, *Revista Iberoamericana de Educación*, 56 (3), 1 - 5. Recuperado de <https://rieoei.org/historico/deloslectores/4381Castillo.pdf>
- Có, P. y del Sastre, M. (2008). Prácticas docentes y errores de los alumnos. En P. Lestón (Ed), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 21, 527 – 537. México D. F.: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.
- Cornu, B. (1991). Limits. In D. Tall (Ed), *Advanced Mathematical Thinking* (pp. 153-166), Boston: Kluwer.
- Crespo, C., Homilka, L. y Lestón, P. (2011). Acerca del lenguaje utilizado en el discurso matemático escolar. En P. Lestón (Ed), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 24, 728 – 737. México D. F.: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.
- De La Peña, C., & Bernabéu, E. (2018). Dislexia y Discalculia: una revisión sistemática actual desde la neurogenética. *Universitas Psychologica*, 17(3), 1-11. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.upsy17-3.ddrs>
- Dorier, J.-L., Robert, A., Robinet, R. & Rogalski, M. (1997). L'Algèbre Linéaire: L'obstacle du Formalisme à travers diverses recherches de 1987 à 1995. En J.-L. Dorier (Ed), *L'Enseignement de l'Algèbre Linéaire en Question* (pp. 105-147). Grenoble: La Pensée Sauvage.
- Franzante, B., Hormaiztegui, M., Pitter, P., Malugani, C., Fellay, C. y Germaniez, C. (2011, diciembre). *Los Obstáculos que enfrentan los estudiantes en el primer año universitario y las estrategias construidas para afrontarlos*. Ponencia presentada en XI Colóquio Internacional sobre Gestão Universitária na América do Sul. Florianópolis. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/30354886.pdf>
- Galindo, E. (2013). *La Comunicación Docente - Estudiante en el aprendizaje de la Matemática en estudiantes de la Universidad Central*. Tesis de Maestría no publicada, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá. Recuperado de http://www.etnomatematica.org/publica/trabajos_maestria/TesisElsaGalindoPDF.pdf
- Kashefi, H., Ismail, Z, & Mohd, Y. (2010). Obstacles in the Learning of Two-variable Functions through Mathematical Thinking Approach. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 8, 173-180. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042810021294>
- Medina, A. y Rojas, C. (2015). Obstáculos cognitivos en el aprendizaje de las matemáticas: El caso del concepto de límite. En R. Flores (Ed), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 28, 330 - 336. México D. F.: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa A.C. ISSN: 2448 - 6469.
- Moreira, M. y Greca, I. (2004). Obstáculos Representacionales Mentales en el Aprendizaje de Conceptos Cuánticos, en: Moreira, M.A.; Greca, I.M. (Ed.). *Sobre cambio conceptual, obstáculos representacionales, modelos mentales, esquemas de asimilación y campos conceptuales*. Porto Alegre: UFRGS.
- Moreno, L. (2011). *Dificultades de aprendizaje en matemática*. Ponencia presentada en XIII CIAEM-IACME, Recife, Brasil. Recuperado de https://ciaem-redumate.org/ocs/index.php/xiii_ciaem/xiii_ciaem/paper/viewFile/2901/1199
- Neira, G. (2009, septiembre). Obstáculos epistemológicos en la educación matemática: Visiones y perspectivas actuales. Conferencia presentada en el VIII Encuentro Nacional de Educación Matemática y Estadística, Duitama – Colombia. Recuperado de <http://virtual.uptc.edu.co/procesos/matematicas2009/memorias/Archivos/Conferencias>

- Neira, G. (2013). Dificultades detectadas al pasar del álgebra al cálculo en educación matemática. *Revista Infancias imágenes*, 12 (1), 44 – 50. DOI: <https://doi.org/10.14483/16579089.4919>
- Nyikahadzoyi, M., Mapuwei, T. y Chinyoka, M. (2013). Some Cognitive Obstacles Faced By ‘A’ Level Mathematics Students in Understanding Inequalities: A Case Study of Bindura Urban High Schools. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development* 2 (2). Recuperado de <http://hrmars.com/admin/pics/1910.pdf>
- Palarea, M. y Socas, M. (1994). Algunos obstáculos cognitivos en el aprendizaje del lenguaje algebraico. *Revista Suma*, 16, 91-98. Recuperado de <http://revistasuma.es/IMG/pdf/16/091-098.pdf>
- Pérez, J. (2012). *Revisión sistemática de literatura en ingeniería*. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia.
- Rodríguez, L. (2009). Desafíos pedagógicos de la enseñanza de metodología de la investigación: hacia una reconceptualización antropológica del sujeto de aprendizaje. *Revista Integra Educativa*, 2(2), 1055-126. Recuperado de <http://www.iiicab.amisis.org/>
- Rodríguez, J. (2017). *Obstáculos representacionales en el aprendizaje de los números racionales*. Tesis de Maestría no publicada. Universidad Autónoma de Manizales, Recuperado de http://repositorio.autonoma.edu.co/jspui/bitstream/11182/392/1/Obst%C3%A1_ represen_ aprendi_n%C3%BAmeros_racionales.pdf
- Rojano, T. (2014). El futuro de las tecnologías digitales en la educación matemática: prospectiva a 30 años de investigación intensiva en el campo. *Educación Matemática* 25, 11-30. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40540854002>
- Ruiz, Y. (2010). Dificultades de aprendizaje de las matemáticas. *Temas para la educación*, 8. 1 – 10. Recuperado de <https://www.feandalucia.ccoo.es/andalucia/docu/p5sd7235.pdf>
- Socas, M. M. (1997). Dificultades, obstáculos y errores en el aprendizaje de las matemáticas en la educación secundaria. En L. Rico (Ed), *La educación matemática en la enseñanza secundaria* (pp. 125-154). Barcelona: Horsori.