

AMBIENTE INDAGATIVO Y ARGUMENTACIÓN EN UN CONTEXTO DE GEOMETRÍA DINÁMICA: UNA EXPERIENCIA EN GRADO SÉPTIMO

Julián Puentes

Universidad Pedagógica Nacional

jpuentesd@gmail.com

En este artículo se presentan los avances parciales de un experimento de enseñanza desarrollado en mi propuesta de trabajo de grado de maestría. En esencia, esta tiene como objetivo favorecer un ambiente indagativo en la clase de geometría y, así, posibilitar la participación y el protagonismo de los estudiantes en la validación y justificación de las soluciones a los problemas propuestos. Para poder alcanzar este objetivo, busco promover el uso de programas de geometría dinámica y la argumentación en un contexto de actividad demostrativa. Estoy convencido de que la combinación de estos dos ingredientes, sumada a la gestión del profesor, hacen posible la generación del ambiente indagativo y la cultura de la argumentación en la clase de geometría.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente existen diversos desafíos en la educación matemática que hacen evidente la necesidad de reflexionar sobre el quehacer del docente. Este contexto me ha llevado a cuestionar mi propia práctica como docente de matemáticas, y resultado de estas reflexiones he encontrado que mis clases de matemáticas no promueven un protagonismo de los estudiantes en la validación, justificación y producción de conocimientos. Además, si se hace un análisis de las prácticas usuales que se desarrollan en las clases de geometría de la educación media es evidente que en estas no se involucran la argumentación y la actividad demostrativa. Este panorama, sin duda, ha sido el punto de partida para mi propuesta de trabajo de grado. Esto porque un escenario en el que los estudiantes no juegan un papel determinante en la construcción y validación de sus conocimientos, y donde la actividad demostrativa –actividad fundamental y característica del saber matemático– no hace parte de las prácticas usuales de las clases de geometría pone de manifiesto una problemática digna de estudio por parte de quienes nos desenvolvemos como docentes de matemáticas y que demanda un cambio en los currículos y maneras de desarrollar la clase de matemáticas en las instituciones educativas.

Puentes, J. (2015). Ambiente indagativo y argumentación en un contexto de geometría dinámica: una experiencia en grado séptimo. *Memorias del Encuentro de Geometría y sus Aplicaciones*, 22, 171-178.

Así mismo, el hecho de que las tecnologías digitales no se hayan incorporado en las clases de matemáticas hace aun más evidentes los cuestionamientos, reflexiones y posibles cambios sobre la forma y esencia de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Por tal razón, la propuesta que he venido desarrollando pretende poner de manifiesto estas preocupaciones y, en lo posible, plantear una ruta de acercamiento para la solución de los problemas antes mencionados. Con tal fin, mi propuesta de trabajo se soporta conceptualmente en los estudios realizados, en la línea de argumentación y prueba, por el grupo de investigación *Aprendizaje y Enseñanza de la Geometría* de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia), y recibe apoyo financiero de la Secretaría de Educación Distrital. El grupo tiene como uno de sus supuestos que la interacción de los estudiantes con programas de geometría dinámica les posibilita el descubrimiento de propiedades de los objetos geométricos, lo que a su vez les da pie para proporcionar conjeturas relacionadas con los diferentes problemas que resuelven, conjeturas que mediante la gestión del docente se justifican con base en un sistema teórico local definido y diseñado para la solución de diversos problemas. En síntesis, y acudiendo a lo expuesto por Mariotti (2006), intento planear una intervención de enseñanza que garantice la interacción y el protagonismo de los estudiantes en la clase de geometría a través del uso de argumentos y hechos geométricos.

MARCO TEÓRICO

La presentación de los conceptos y referentes que estructuran mi propuesta la he dividido en dos apartados que ayudan a entender la naturaleza del trabajo realizado. De este modo, en el primero, planteo la definición de ambiente indagativo que adapté para mi investigación y, en el segundo, aludo a las condiciones y prácticas que, desde mi perspectiva, posibilitan la creación del ambiente indagativo.

Ambiente indagativo

Se define *ambiente indagativo* (i. e., ambiente para indagar en la clase de matemáticas) como el conjunto de circunstancias que propicia el profesor para que los estudiantes, a partir de la resolución de problemas, puedan llegar a participar en la clase de matemáticas mediante la expresión de ideas, la argumentación, la refutación y la gestión de acuerdos y reflexiones finales que apunten a la generación de conocimientos matemáticos (Goos, 2004). A partir

de esta definición, concibo que la creación de un ambiente indagativo se posibilita a través de la gestión del profesor y la interacción de los estudiantes con el conocimiento matemático y con las experiencias propias y las de los demás integrantes de la comunidad. De este modo, se crean escenarios en los que es necesario: intentar convencer a otros de la validez de la solución dada a un problema, complementar y utilizar los argumentos de los miembros de la comunidad del aula para llegar a acuerdos, y plantear contra argumentos que enriquezcan la indagación sobre el saber matemático. Esto, sin duda, es un ambiente propicio para fomentar la argumentación en la clase de geometría y promueve una nueva cultura en la clase de matemáticas.

Condiciones que favorecen la creación del ambiente indagativo

Argumentación y actividad demostrativa

Siguiendo a Krummheuer (1995), el acto de argumentar, entendido en un sentido amplio, refiere a un fenómeno social de interacción, que solo se hace evidente cuando se expresa de manera verbal y/o escrita, en el que una persona intenta convencer a otros de la validez de sus afirmaciones. Teniendo en cuenta lo anterior, se hace necesario configurar un escenario en el que los estudiantes puedan argumentar y que repercuta en el ambiente indagativo.

De igual modo, otro de los escenarios que contribuyen a la creación del ambiente indagativo es el contexto de actividad demostrativa. Este contexto involucra los procesos de conjeturación y justificación relacionados entre sí (Perry, Samper, Camargo y Molina, 2013), de manera que toda conjetura se justifica. En este contexto de actividad demostrativa se posibilita la argumentación como herramienta para pasar del proceso de construcción de la conjetura a la justificación y se hace evidente su repercusión en un ambiente de interacción e intercambio de ideas como lo es un ambiente indagativo.

Ahora bien, los procesos de construcción de la conjetura y producción de su justificación inducen a los estudiantes a dar, inicialmente, argumentos sustanciales, pero luego de la interacción con el lenguaje matemático y la gestión del docente ellos pueden dar argumentos analíticos. En este sentido, y referenciando a Toulmin (1958, citado en Krummheuer, 1995), se entiende por argumento sustancial el que carece de rigor matemático, es decir, carece de la estructura ternaria premisa–garantía–consecuencia, pero que resulta de la interacción con el problema planteado, el sistema teórico local y el programa de geometría dinámica. El argumento analítico posee la estructura ternaria

mencionada anteriormente, presenta el rigor matemático asociado a la deducción en matemáticas. La producción de este tipo de argumentos por parte de los estudiantes, es en esencia el objetivo de esta propuesta ya que presupone que su participación en la comunidad matemática será respaldada por el uso de hechos geométricos lo cual proporciona validez a las indagaciones que se producen en la comunidad.

Geometría dinámica

La mediación de la geometría dinámica en los procesos de construcción de conjeturas, argumentos y justificaciones es fundamental. Por ello, es necesario hacer referencia a los planteamientos de diversos investigadores que señalan a la geometría dinámica como una herramienta que posibilita un ambiente que favorece la argumentación en el contexto de actividad demostrativa y que deriva en insumos para el ambiente indagativo. En este sentido, Laborde (2001) plantea las bondades del uso de Cabri-Geometry, que van desde el ahorro de tiempo y la facilidad de hacer construcciones con el uso de las herramientas del programa, hasta el descubrimiento de propiedades geométricas que en un ambiente de papel y lápiz no se evidencian, a menos que se expliciten verbalmente. Las bondades de la geometría dinámica, sin lugar a dudas, posibilitan el diseño de tareas que apuntan a la interacción entre los estudiantes y que promueven su participación en la clase intentando resolver los problemas, para hacer un énfasis en los procesos y participaciones de los estudiantes en la solución de los mismos. De igual modo, configuro mi hipótesis de que el trabajo con Cabri-Geometry favorece la argumentación en la clase de geometría, referenciando el trabajo realizado por Camargo y Samper (2012), el cual pone de manifiesto las bondades de Cabri-Geometry para el diseño de tareas y problemas, ya que brinda herramientas de construcción, verificación y control con las cuales descubrir, verificar y justificar propiedades que se descubren en la resolución de los problemas; este tipo de tareas en la clase de geometría promueve la interacción de los estudiantes y el intercambio de argumentos y reflexiones, lo que es fundamental en el ambiente indagativo que se quiere fomentar.

METODOLOGÍA

La investigación que desarrollé se ubica en una perspectiva sociocultural de la educación matemática en la que se reconoce la incidencia de los factores sociales y culturales en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las

matemáticas (Blanco, 2011). De igual modo, se reconoce también que cada interacción entre sujetos individuales los modifica mutuamente, produciendo caracteres nuevos y transformaciones en sus maneras de pensar (Rocher, 1996 citado en Blanco, 2011). Teniendo en cuenta estas características, la investigación en curso parte de la hipótesis de que es posible promover un ambiente indagativo en la clase de matemáticas (Goos, 2004) mediante el diseño de un escenario que tenga como protagonistas a los estudiantes y las interacciones de estos en un contexto de actividad demostrativa y el uso de programas de geometría dinámica. Para lograr los supuestos de nuestra hipótesis se hace necesario propiciar la creación de una cultura diferente en la clase de geometría, en la que los estudiantes tengan una mayor participación en la construcción y validación de los resultados que se obtienen en las diferentes actividades propuestas en la clase.

En esencia, la metodología utilizada en mi investigación tiene como fundamento las fases de un experimento de enseñanza (Molina, Castro, Molina y Castro, 2011). Por tal razón, para poder llevar a cabo la investigación se parte de una fase de diseño y planeación de la secuencia de problemas. Así, se diseñó una serie de seis problemas de exploración que se encadenan mediante los hechos geométricos que conforman un sistema teórico local. Los problemas propuestos partieron de la construcción de segmentos congruentes, puntos que equidistan de un punto fijo y triángulos isósceles mediante el uso de la circunferencia y la definición de la mediatriz como punto de llegada. El diseño de estos problemas nos permitió establecer una ruta hipotética de aprendizaje y de enseñanza, en la que suponemos lo que los estudiantes pueden llegar a responder, explorar y experimentar con los problemas planteados; en la ruta se prevén diferentes situaciones que el profesor debe tener en cuenta para ser un guía y facilitador para los estudiantes cuando no encuentran una estrategia para dar solución a los problemas o no aluden a los hechos geométricos que posibilitan las construcciones que pueden ser la solución a los problemas planteados. Tras esta fase inicial de planeación y diseño, se procede a ejecutar este diseño inicial y poner en juego el experimento. En esta fase se recoge la información que puede ser de interés para el análisis; por tal razón, mediante video cámaras se graba a los estudiantes interactuando en pequeños grupos, alrededor de los problemas planteados y con el uso del programa de geometría dinámica. De igual manera, en los momentos cruciales de puesta en común en los que se propicia el ambiente indagativo se graban las sesiones donde, en grupo grande y con la compañía

del profesor, se promueve una nueva cultura de clase en la que el protagonismo pasa del profesor a los estudiantes. En esta fase pueden encontrarse resultados parciales que generen ajustes sobre la marcha y que requieran de la modificación del diseño inicial, ajustes necesarios si se quieren obtener datos significativos y que evidencien el propósito de la investigación. Finalmente, se hace un análisis retrospectivo de la información recolectada, que incluye una depuración de la información para determinar los datos necesarios que serán analizados y que darán cuenta y razón de las hipótesis trazadas en la investigación y que, por tanto, revelarán los efectos que el experimento de enseñanza tuvo.

ANÁLISIS Y RESULTADOS PARCIALES

En este apartado esbozo uno de los análisis que he venido desarrollando, ya que al mismo tiempo en que ha sido escrito este artículo, estoy haciendo el análisis de la información que obtuve en mi investigación. De este modo, uno de los datos que puede mostrar un ambiente indagativo es la siguiente transcripción de un fragmento de la clase donde se ponen en común los resultados de la exploración de un problema planteado por el profesor, que consistía en caracterizar y justificar el por qué del comportamiento de varios puntos dispuestos en el programa de geometría dinámica. Unos de los puntos estaban sobre dos circunferencias, la intersección de estas dos o no estaban en las circunferencias, pero las circunferencias estaban ocultas.

Profesor: [...] ¡Pero escuche acá!

Quiero que reflexionen sobre algo que dijo Laura porque hay varios que están de acuerdo. [El punto] B es el centro de una circunferencia. ¿Todos están de acuerdo? ¿Sí o no?

Coro: ¡Sí, profe!

Profesor: Pero quiero que me digan ¿por qué creen que [el punto] B es el centro de una circunferencia?

Daniel: Porque los otros [puntos] están a la misma medida

Profesor: [Los puntos] Están a la misma medida ¿Cuáles [puntos]? ¿Cuáles están a la misma medida [del punto B]?

Harold: [Los puntos] J , H y K

Profesor: ¿Están de acuerdo [que los puntos J , H y K están a la misma medida de B] con lo que dice Daniel?

Coro: ¡Si!

Profesor: ¿Quiénes [qué puntos] están a la misma medida?

Coro: [Los puntos] J , H y K

Profesor: Entonces, ¿qué pasaba cuando ustedes movían [el punto] B ?

Coro: Se mueven todos [los puntos] J , H , K , L

Ronaldo: Pero cuando se unen [los puntos] B y F desaparecen [los puntos] C y L

El fragmento intenta ilustrar lo que puede llegar a obtenerse, en términos del ambiente indagativo, al promover una nueva cultura en la clase de matemáticas, en la que los estudiantes tienen una gran participación en el desarrollo de la clase y la validación del saber matemático. En el fragmento puede observarse que el profesor gestiona la discusión sobre un tema y que a partir de preguntas promueve en los estudiantes una cultura de argumentar y participar en la solución del problema planteado. Si bien este es uno de los primeros fragmentos que se ha analizado y contrastado con la teoría y los objetivos de la investigación, puede evidenciarse que el grupo de estudiantes con el que se llevó a cabo el experimento de enseñanza desarrolló prácticas diferentes a las que eran habituales en la clase, de modo que intentar convencer a otro o señalar un punto de vista a partir de argumentos matemáticos fue un aspecto que se puede destacar de la propuesta metodológica; esto es un indicio de la cultura que es posible propiciar en un ambiente indagativo en la clase de matemáticas, todo esto resultado de las condiciones previstas e implementadas para el desarrollo del mismo.

COMENTARIO FINAL

En un sentido muy general, pueden destacarse aspectos relevantes en la manera en que los estudiantes aluden a los hechos geométricos para argumentar y justificar la solución de los problemas planteados, no solo en pequeño grupo sino en las puestas en común en grupo grande. Si bien los estudiantes se refieren a los hechos geométricos con un lenguaje informal, cabe destacar que los estudiantes argumentaron. En este sentido, los beneficios que aporta el trabajo con programas de geometría dinámica son fundamentales, no solo porque permite que los estudiantes puedan explorar y llegar a conjeturar, sino porque promueven un ambiente indagativo que motiva a los estudiantes a participar en las prácticas que se desarrollan en la clase.

REFERENCIAS

- Blanco, H. (2011). La postura sociocultural de la educación matemática y sus implicaciones en la escuela. *Revista Educación y Pedagogía*, 23(59), 59-66.
- Camargo, L. y Samper, C. (2012). *Aproximación temprana al razonamiento geométrico en Educación Básica*. Bogotá, Colombia: Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Nacional.
- Goos, M. (2004). Learning mathematics in a classroom community of inquiry. *Journal for Research in Mathematics Education*, 35(4), 258-291.
- Krummheuer, G. (1995). The ethnography of argumentation. En P. Cobb y H. Bauersfeld (Eds.), *The emergence of mathematical meaning: Interaction in classroom cultures* (pp. 229-269). Hillsdale, EUA: Lawrence Erlbaum.
- Laborde, C. (2001). Integration of technology in the design of geometry tasks with Cabri-Geometry. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 6(3), 283-317.
- Mariotti, M. A. (2006). Proof and proving in mathematics education. En Á. Gutiérrez y P. Boero (Eds.), *Handbook of research on the psychology of mathematics education. Past, present and future* (pp. 173-204). Rotterdam, Holanda: Sense Publishers.
- Molina, M., Castro, E., Molina, J. L. y Castro, E. (2011). Un acercamiento a la investigación de diseño a través de los experimentos de enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 29 (1), 75-88.
- Perry, P., Samper, C., Camargo, L. y Molina, Ó. (2013). Innovación en un aula de geometría de nivel universitario. En C. Samper y Ó. Molina, *Geometría Plana. Un espacio de aprendizaje* (pp. 11-34). Bogotá, Colombia: Fondo Editorial Universidad Pedagógica Nacional.