

Fortalecimiento de la competencia argumentativa en matemáticas a través de estrategias mediadas por entornos personales de aprendizaje

Pachón Gómez, Jimmy Alexander

Jimmy Alexander Pachón Gómez

jimmytoon1980@hotmail.com

Institución Educativa Pío XI de Aranzazu (Depto. de Caldas, Colombia), Colombia

Revista de Investigaciones de la Universidad Católica de Manizales

Universidad Católica de Manizales, Colombia

ISSN: 2539-5122

ISSN-e: 0121-067X

Periodicidad: Semestral

vol. 21, núm. 36, 2020

revistaeducacion@ucm.edu.co

Recepción: 01/05/2020

Aprobación: 01/11/2020

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/498/4982955004/>

Autor de correspondencia: jimmytoon1980@hotmail.com

Resumen: El presente artículo deviene de un proceso de investigación cuyo objeto fue describir las estrategias mediadas por los entornos personales de aprendizaje para fortalecer la competencia argumentativa en matemáticas. Se empleó un estudio de tipo exploratorio-descriptivo cuya información fue recolectada a través de pruebas, observaciones, análisis documental y entrevista. Los resultados muestran que los prejuicios, la falta de análisis y el desarrollo “mecánico” de procesos matemáticos fueron las principales debilidades para el desarrollo de argumentos en el área; mientras que la importancia para aprender, la libertad en elegir las herramientas web y las maneras empleadas para comprobar y sustentar una hipótesis fueron las fortalezas evidenciadas en hombres y mujeres de 15 años. Como conclusión, las estrategias empleadas contribuyeron al mejoramiento de la competencia argumentativa en la apertura de espacios para la consolidación de saberes, en ambientes que favorecieron la comprobación e interacción con el otro a través de los entornos personales de aprendizaje.

Palabras clave: argumentación en matemáticas, entornos personales de aprendizaje, estrategias didácticas, aprendizaje.

Abstract: This article comes from a research process whose main goal was to describe the strategies mediated by personal learning environments to strengthen argumentative skill in mathematics. An exploratory-descriptive study was carried out, whose information was collected through tests, observations, documentary analysis, and interviews. The results show that the prejudices, the lack of analysis and the “mechanical” development of mathematical processes were the main weaknesses for the development of arguments in said area, while the importance to learn, the freedom to choose web tools, and the ways used to verify and support a hypothesis were the strengths evidenced in 15-year-old men and women. In conclusion, the aforementioned strategies contributed to the improvement of argumentative competence in the opening of spaces for the consolidation of knowledge, in environments that favored verification and interaction with the other through *Personal Learning Environments* (PLE).

Keywords: Argumentation in mathematics, personal learning environments, strengths and weaknesses, learning.

Introducción

En la actualidad, la prioridad de las tendencias pedagógicas está relacionada con los procesos de formación del ser humano, de manera que de sus herramientas y acciones brinden escenarios propicios para la asimilación y aplicación de saberes en los contextos cotidianos. Esta formación lleva al desarrollo de habilidades y competencias orientadas a la integración de los aprendizajes a través del manejo de la información y la interacción con el otro, para “nutrirse” de otros elementos que le permitan reflexionar, forjar nuevos saberes y reconocer sus aciertos y debilidades en una situación dada. En estos escenarios, los entornos personales de aprendizaje (Personal Learning Environments, PLE) aportan a enriquecer la formación a través de aplicaciones y mecanismos flexibles para la adquisición, creación y discusión de tales saberes, de manera que trasciende de una visión instrumental de la tecnología para darle al sujeto el valor agregado a los horizontes conceptuales.

En el presente artículo se asume la argumentación en matemáticas como una competencia que provee al sujeto de orientaciones para formular y sustentar los procesos que fundamentan una hipótesis formulada, y hacerla resistente a la crítica mediante la confrontación y validación. La política educativa da importancia a la argumentación en una escala superior de habilidades en matemáticas, que permite implementar y validar las estrategias empleadas a la solución de problemas (Ministerio de Educación Nacional - MEN, 2006; Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación - Icfes, 2018; Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos - OCDE, 2018). Sin embargo, los resultados obtenidos en pruebas externas por los estudiantes de educación media dejan entrever dificultades al explicar, razonar y comprobar una hipótesis con teorías y procedimientos del área, lo que hace pensar en el tipo de acciones desarrolladas en el ambiente de aula. En consonancia con esto último, el presente artículo es resultado de una investigación enfocada al mejoramiento de la competencia argumentativa en matemáticas a través de estrategias mediadas por los PLE.

Al efectuar una revisión sobre el estado del arte frente al tema señalado se hallaron estudios referidos a elementos recientes sobre los PLE y la argumentación en matemáticas. Como tendencias para el desarrollo de los PLE se encontraron, de un lado, las prácticas educativas basadas en el aprendizaje colaborativo (Saadatmand y Kumpulainen, 2013; Rodríguez et al., 2017; Núñez et al., 2018); y de otro, la percepción de los estudiantes sobre esta forma de aprendizaje (Cabero, et al., 2014) y su empleo para el fortalecimiento de habilidades y resolución de problemas de bajo desempeño académico (Usaquén, 2016; Calle y Sánchez, 2016). En cuanto a la argumentación en matemáticas, se notaron preferencias hacia el desarrollo de estructuras argumentativas al enfrentarse a ejercicios del área (Flores et al., 2010); y al fortalecimiento de los tipos de argumentación y desarrollo de habilidades constitutivas para la construcción de saberes, específicamente en geometría (Arreguín et al., 2012; Silva, 2013; Marín et al., 2015).

Lo planteado en estos estudios hace comprender la importancia de los entornos personales de aprendizaje como mediación que posibilita la construcción de saberes por parte del estudiante, así como el desarrollo de las

habilidades enfocadas al desarrollo de tipos y formas de argumentación. Por tanto, se desarrolló una nueva exploración que integrara estas dos categorías bajo la mirada pedagógica orientada hacia la enseñanza y el aprendizaje. Para ello se planteó como objetivo describir las estrategias mediadas por los PLE para el fortalecimiento de la competencia argumentativa en matemáticas. Además, se plantearon lineamientos enfocados a la identificación de los niveles argumentativos de los estudiantes al afrontar una situación matemática; la elaboración de una propuesta didáctica; la vinculación de los avances y dificultades presentados en el desarrollo de la competencia en estudiantes según su sexo y edad; y la valoración de las estrategias empleadas en el aula para el fortalecimiento de la argumentación a través de esta mediación tecnológica.

Para el logro de lo expuesto se recopiló un referente teórico como orientación para la aplicación de un estudio de tipo exploratorio-descriptivo, del cual se obtuvieron resultados con base en la integración de información y su interpretación a la luz tanto de los autores consultados como de las reflexiones propias devenidas de la investigación.

Marco teórico

La pedagogía como enseñanza y aprendizaje

Las transformaciones sociales y culturales exigen cada vez más que en la escuela se implementen estrategias orientadas a la dinamización en la construcción y confrontación de saberes tendientes a favorecer el mejoramiento de las estructuras de aprendizaje, así como el desarrollo de habilidades que permitan sustentar y validar ideas para convencer al otro —y convencerse—. Para ello, es preciso reflexionar sobre la labor educativa en pro de transformar los ambientes depositarios enfocados al resultado como finalidad del aprendizaje, en nuevos escenarios que favorezcan la interacción, la identificación de nuevas maneras de construir saberes y el trabajo en conjunto.

Tamayo Valencia (2007), relaciona el concepto de pedagogía como arte de la enseñanza, postulado que ha sido criticado al considerarse una reducción hacia la didáctica —la enseñanza y el aprendizaje— (Ortiz, 2017). Sin embargo, el MEN (2006) la reconoce como una práctica educativa que posibilita el desarrollo de competencias, de tal modo que el estudiante resulta el centro de su propio aprendizaje a través de acciones de intercambio, emprendimiento, elaboración de nuevas producciones y autosuperación. Por tanto, se asume la pedagogía como los saberes y discursos relacionados con la enseñanza y aprendizaje para brindar al estudiante las maneras de descubrir sus potencialidades y aprender del otro en el escenario del aula.

En línea con lo anterior, la pedagogía encuentra su punto medular en el acto educativo, escenario que posibilita la interacción del estudiante con su maestro y compañeros a través de la enseñanza y el aprendizaje. Se reconoce como enseñanza el vehículo que lleva al estudiante a motivarse, descubrir y consolidar su propio aprendizaje acompañado por su maestro (Flórez et al., 2016; Biggs, 2014); y el uso de las mediaciones como el recurso didáctico que facilita los cambios cognitivos y actitudinales del estudiante de manera intuitiva, racional y relacional (Fainholc, 2014). Tales cambios son aquello que

se conoce como aprendizaje: se presenta en el uso de maneras propias para asimilar el conocimiento a través del mejoramiento de las estructuras mentales, la elaboración de significados propios, el trabajo en conjunto y la interacción con los compañeros y el maestro (Coll et al., 2008; Flórez et al., 2019). Aquí se hace un acercamiento a la teoría de aprendizaje constructivista para comprender la elaboración del saber, a partir de la fijación de ideas teóricas y prácticas tendientes al mejoramiento de las estructuras mentales a través del rol activo del estudiante, así como de la consolidación y confrontación de saberes con el otro y el contexto (Sarmiento, 2007). De esta manera, los procesos pedagógicos no dependen solo del maestro, sino del establecimiento de acciones y metas por parte del estudiante para identificar las fortalezas en la construcción de saberes e identificar los errores cometidos en su aplicación.

La formación a través de los PLE

Es preciso reconocer la necesidad de dimensionar los procesos pedagógicos a través de las herramientas tecnológicas en pro de lograr ambientes dinámicos que integren el trabajo en equipo, las interacciones y el desarrollo de habilidades para responder a las exigencias de la sociedad del siglo XXI. El PLE emerge así como mediación que flexibiliza los procesos pedagógicos para convertirse en parte integrante de la vida del estudiante. Adell y Castañeda (2010) lo definen como “el conjunto de herramientas, fuente de información, conexiones y actividades que cada persona utiliza de forma asidua para aprender” (p.7), este último un proceso libre y dinámico para la vida. Sin embargo, Álvarez (2014) lleva este concepto al contexto del aula al darle los elementos de planificación, gestión de contenidos y control del aprendizaje que construye y comparte con otros. Así, el mejor resultado de un PLE está en sus características operativas y formativas —flexibilidad, control, personalización, independencia y adaptabilidad a cada persona—, en tanto estas permiten al estudiante sustentar y comprobar sus conocimientos con los demás.

Es preciso expresar que los PLE no privilegian algún postulado pedagógico que delimite los procesos de aprendizaje en favor de promover las competencias referentes a la adquisición, creación, difusión y discusión de la información. Para ello, Castañeda y Adell (2013) sugieren el uso de las “teorías para aprender con tecnologías emergentes” (p. 30) a efectos de la creación y enriquecimiento de los PLE, tales como el conectivismo —o aprendizaje a partir del uso de nodos y ambientes cambiantes— (Siemens, 2004); la heutagogía o aprendizaje libre, centrado en el estudiante para crear su entorno personal de aprendizaje con base en las experiencias adquiridas en el transcurso de fases como pedagogía (aprendizaje escolar) y andragogía (aprendizaje adulto) (Hase y Kenyon, 2007); y la teoría constructivista, centrada en el rol del estudiante para aprender a través de la interacción y trabajo con el otro en pro del ejercicio de la autonomía, el análisis y la adaptación del saber, según sus intereses y deseos (Álvarez, 2014).

Al margen de los postulados teóricos, en los PLE se consideran algunos criterios necesarios para consolidar el saber mediante el uso de herramientas. Castañeda y Adell (2013) recomiendan tres procesos básicos, esto es, las herramientas y acciones para leer, hacer y compartir; mientras que Álvarez (2014) sugiere la implementación de un blog, marcadores o redes sociales. Así, la esencia

de un PLE radica en las posibilidades que tiene un estudiante en los escenarios presenciales y virtuales para confrontar los saberes populares y científicos en aras de una educación formal e informal.

La argumentación como competencia en matemáticas

No se debe olvidar que la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas constituyen un factor fundamental para la comprensión y utilización de sus teorías en la resolución de diferentes situaciones del entorno (las cuales requieren el potenciamiento de habilidades referidas a la asimilación y aplicación de tales teorías en situaciones cotidianas). Aquí emerge la argumentación como competencia básica, definida por Toulmin (2007) como “una afirmación bien fundamentada y resistente a la crítica” (p.25). Este concepto ha sido complementado con el paso del tiempo por diferentes autores para darle el carácter de habilidad, conocimiento y actitud dirigida a la explicación de procesos y teorías (Tobón, 2005). Sin embargo, la esencia de la argumentación está en la construcción y el acto de convencerse, o convencer a otro, sobre la veracidad de un hecho particular (León y Calderón, 2001), el cual contribuye a determinar las fortalezas y debilidades teóricas que sustentan la aplicación de procedimientos matemáticos.

Con respecto a lo anterior, Solar (2018) hace una diferenciación entre la argumentación matemática y la argumentación en el aula de matemáticas. La primera hace referencia al “proceso de prueba que enfrenta un resolutor frente a una tarea matemática sin necesariamente confrontar dos puntos de vista”; mientras que la segunda es asumida como el “intento de convencer o persuadir al otro en el aula de matemáticas” (p. 2017). Se comprende entonces que en el ejercicio de la argumentación se privilegia la construcción colectiva como parte importante en la asimilación del saber matemático, sin demeritar la acción individual como base para la garantía y respaldo de argumentos.

Para el desarrollo de la competencia argumentativa, en el presente estudio se adopta el modelo propuesto por Toulmin, compuesto por un dato o afirmación; unas garantías (elementos asociados con el dato); el respaldo (teorías que fundamentan las garantías); el calificador modal o comprobación; la refutación (crítica al argumento); y la conclusión o argumento sustentado y resistente a la crítica (Toulmin 2007), como se muestra en la figura 1.

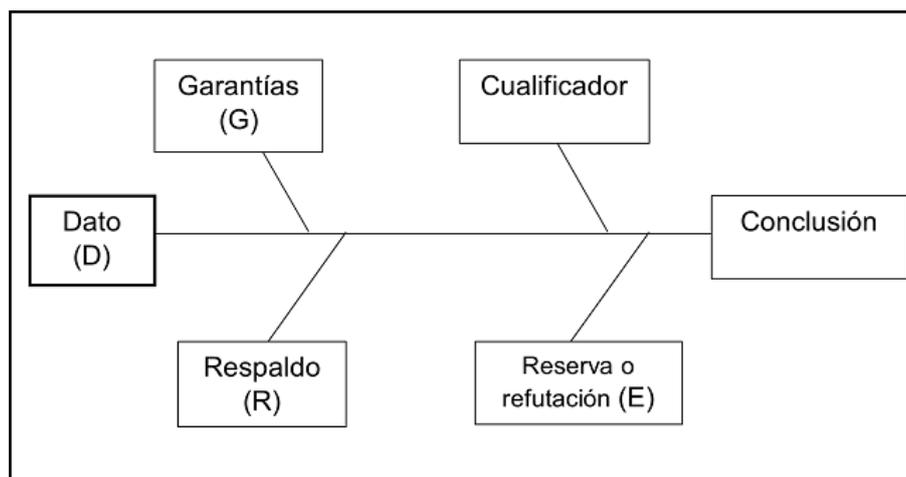


Figura 1

Construcción de argumentos según el modelo de Toulmin

Fuente: elaboración propia con base en Toulmin (2007).

La forma de desarrollar lo anterior varía según los autores: Krummbeuer (1995, citado por Solar, 2018) propone el uso de la argumentación con los componentes de dato, garantías, respaldo y conclusión. Sin embargo, el mismo Solar (2018) insiste en el ejercicio completo del modelo, puesto que para él “los refutadores desempeñan un papel esencial para convencer o persuadir al otro en el aula de matemáticas” (p. 159), proceso esperado en el aula de matemáticas. En concordancia con esta idea, Tamayo Alzate (2014) propone un conjunto de niveles que valoran la calidad y pertinencia de cada uno de los componentes en el modelo Toulmin; el nivel 1 evalúa los elementos del dato; el 2 identifica la claridad de las garantías; el 3 verifica los componentes anteriores en relación con las teorías; el 4 valora la veracidad del argumento; el 5 revisa las refutaciones dadas; y el 6 verifica la integridad de toda la estructura argumentativa (Tamayo Alzate, 2014).

Fortalecer la competencia argumentativa en matemáticas implica identificar los niveles de argumentación del estudiante y mejorarlos a través de la comprensión de los componentes del modelo Toulmin en momentos de asimilación, construcción y discusión de saberes, donde maestro y compañeros se convierten en agentes socializantes y refutadores de los nuevos saberes. Es posible satisfacer este propósito cuando las estrategias didácticas propuestas en el aula llevan al estudiante al fortalecimiento de las habilidades básicas para la elaboración de argumentos —explicación, razonamiento y comprobación—, proceso en que la mediación de los PLE resulta fundamental para la generación de nuevos conocimientos que permitan asumir las fortalezas y reconocer las debilidades presentadas durante el desarrollo de esta competencia. Por tanto, la ejecución de actividades que vinculan elementos físicos y virtuales puede dar lugar a nuevos escenarios que ayuden al estudiante en la relación de aprendizajes que sustentan procedimientos matemáticos en un ejercicio presentado, a la vez que las acciones tecnológicas le brindarían nuevas maneras de construir conocimientos para la vida.

Metodología

En el proceso investigativo se siguió una ruta metodológica que vinculó lo cuantitativo y lo cualitativo a través de un estudio de tipo exploratorio-descriptivo¹. Según Hernández et al., (2014) un estudio exploratorio se efectúa cuando “el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes” (p. 91). Tal razón motivó a realizar un abordaje conceptual para identificar los niveles de argumentación asumidos por los estudiantes al enfrentarse a una situación matemática. El estudio descriptivo, por su parte, permite analizar un fenómeno de acuerdo con la especificación de sus propiedades importantes, sin llegar a definir cómo se relacionan (Ramírez, 2010). Esta forma de trabajo integra los resultados de los instrumentos empleados para dar cuenta de la fortalezas y debilidades relacionadas con el mejoramiento de esta competencia en los estudiantes. Para tal efecto, en el presente estudio se estableció una ruta metodológica compuesta por cuatro fases (tabla 1).

Tabla 1
Ruta metodológica

Fase	Acción desarrollada
Identificación y delimitación	Delimitación del problema y referentes teóricos, revisión de estado del arte y estructuración del diseño metodológico.
Diagnóstico y diseño	Diseño y aplicación de la prueba diagnóstica a los estudiantes. Los datos obtenidos sirvieron de base para el diseño de la propuesta didáctica, compuesta por talleres de trabajo que contienen situaciones matemáticas relacionadas con análisis estadísticos; en ella se contempló el diseño del PLE (véase la figura 2) y los componentes de un argumento según el modelo de Toulmin (2007).
Implementación	Realización de los talleres de la propuesta pedagógica por parte de los estudiantes, cuyas producciones fueron elaboradas en diferentes aplicaciones y compartidas en blogs y plataformas educativas. Al final, se aplicó de la prueba para evidenciar el nivel logrado en cuanto a la argumentación en matemáticas. Durante el proceso se acopió información sobre las actitudes, acciones, roles y trabajos de los estudiantes.
Evaluación	Análisis, integración de la información recolectada e interpretación de los resultados a la luz de la teoría.

Fuente: elaboración propia.

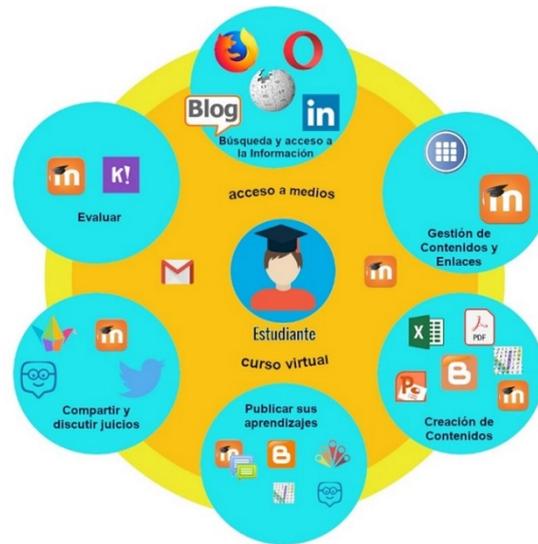


Figura 2
Diseño de PLE sugerido a los estudiantes en la propuesta pedagógica
Fuente: elaboración propia.

Población y muestra

La investigación se desarrolló con una muestra de 20 estudiantes pertenecientes al grado noveno de la Institución Educativa Pío XI del municipio de Aranzazu (Depto. de Caldas, Colombia), 65 % de los cuales fueron mujeres y 35 % hombres; sus edades oscilan entre 14 y 18 años.

Instrumentos y análisis

Para la recolección de la información que permitiera identificar los niveles de argumentación al inicio y término del proceso metodológico se aplicaron dos pruebas a los estudiantes: diagnóstica y final. Cada una se compuso de cuatro ejercicios matemáticos y un conjunto de preguntas que permitieran al estudiante dar sus respuestas a la situación presentada, en atención a los componentes del modelo Toulmin (2007). Para su análisis se valoró cada ejercicio de acuerdo con una rúbrica, al tiempo que se almacenó la cantidad de respuestas correctas para determinar el nivel alcanzado (tabla 2). Los resultados se representaron de manera estadística a través de columnas apiladas para facilitar la comparación entre las pruebas y su integración al análisis cualitativo en atención a las variables de sexo y edad.

Tabla 2

Rúbrica para valorar los niveles de argumentación logrados por los estudiantes en las pruebas diagnóstica y final

Niveles	Descripción
1	El estudiante construye o elige una posible respuesta al planteamiento presentado.
2	El estudiante asocia los datos del planteamiento del problema a la representación de la posible respuesta.
3	El estudiante presenta los procedimientos matemáticos (operaciones) por medio de los cuales se sustenta la respuesta al problema planteado.
4	El estudiante realiza la comprobación del proceso matemático y lo explica.
5	El estudiante halla elementos que pueden invalidar su respuesta y lo explica, como también brinda otras soluciones al problema dado.
6	El estudiante brinda una respuesta con criterios definidos y confrontados mediante el ejercicio.

Fuente: elaboración propia.

En aras de recolectar la información cualitativa se empleó el diario de campo para el acopio de situaciones importantes vividas en el aula; las producciones de los estudiantes para conocer los aciertos y errores cometidos en la elaboración de argumentos; y la entrevista para la recolección de opiniones frente a las estrategias desarrolladas, la vinculación de los PLE y los papeles del maestro y del compañero. Su análisis permitió integrar la información para describir los avances y dificultades evidenciados durante el desarrollo de la propuesta didáctica, así como el papel que cumplieron las estrategias mediadas por los PLE para fortalecer la argumentación. Luego, se correlacionó lo anterior con las teorías existentes para atender el objetivo y los lineamientos planteados.

Resultados

Aquí se muestran los resultados referentes a los niveles de argumentación generales logrados por los estudiantes y su vinculación de manera específica (por sexo y edad) al análisis descriptivo que permite evidenciar las fortalezas y debilidades encontradas en cuanto al desarrollo de la competencia argumentativa a través de las estrategias didácticas mediadas por los PLE.

Los resultados obtenidos y graficados en la figura 3 muestran los niveles de argumentación logrado por los estudiantes al momento de enfrentarse a cada uno de los ejercicios matemáticos relacionados tanto en la prueba diagnóstica como final, los cuales fueron valorados de acuerdo con la rúbrica establecida:

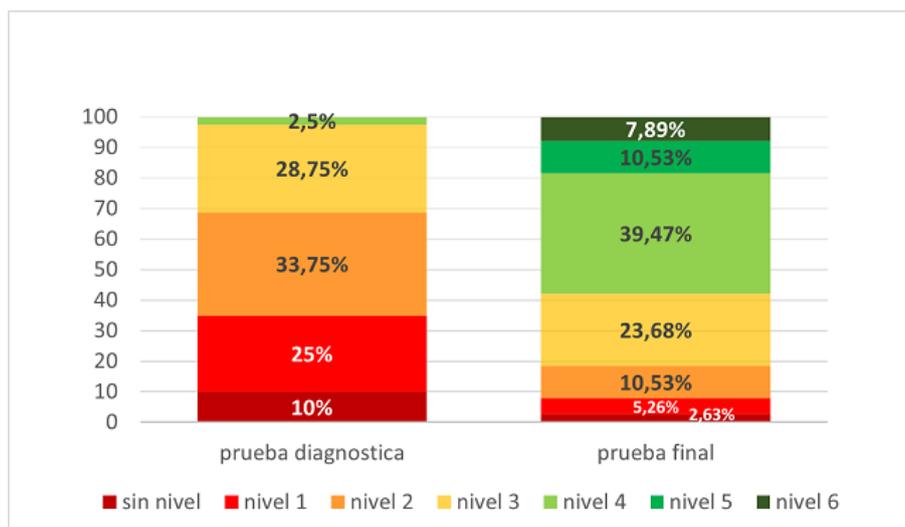


Figura 3

Comparación porcentual de los niveles obtenidos por los estudiantes en la aplicación de las pruebas diagnóstica y final

Fuente: elaboración propia.

Al analizar los resultados porcentuales de la prueba diagnóstica, se encontró que los estudiantes no alcanzaban a construir un argumento que respondiera a una situación matemática presentada. La mayoría de los estudiantes alcanzaron niveles 0 (sin nivel); 60 % de ellos alcanzó los niveles 1 y 2 en el ejercicio 1; 75 % lograron lo mismo en el ejercicio 2; 70 % en el 3; y 70 % en el 4. En cambio, solo entre 25 % y 30 % logró el nivel 3 en los ejercicios mencionados. Solo 10 % de los estudiantes en el ejercicio 1 logró mostrar algún tipo de comprobación, al ubicarse en el nivel 4. Estos datos permitieron inferir las falencias existentes en los estudiantes al brindar garantías y respaldos que soportan un dato, evidenciado esto por explicaciones sucintas, ambiguas y poco coherentes con la respuesta emitida. Esto sirvió como pretexto para diseñar e implementar la propuesta didáctica.

En contraste con lo dicho, al efectuar el análisis de resultados de la prueba final se halló una mejoría en los procesos de construcción argumentativa mediante el uso de garantías, respaldos y calificador modal con fundamentos matemáticos, aunque los estudiantes demostraron debilidades en los procesos de refutación y conclusión. La gráfica muestra un aumento de los estudiantes que alcanzaron el nivel 4: 37 % en el ejercicio 1; 42,1 % en el 2, 57,9 % en el 3; y 21,1 % en el 4. En la misma línea, 21 % llegó al nivel 3 en el primer ejercicio; 15,8 % logró lo propio en los ejercicios 2 y 3; y un 42,1 % lo logró en el ejercicio 4. También es preciso resaltar que 31 % lograron los niveles 5 y 6 de argumentación en el ejercicio 1; 15,8 % lo lograron en el 2; 10,6 % lo alcanzaron en el 3; y 36,9 % hicieron lo propio en el 4. Esto indica que si bien existe más comprensión de la función que prestan los componentes en el modelo Toulmin, aún queda camino por recorrer en cuanto a acciones de refutación que den cuenta de los errores cometidos en los procedimientos aplicados. Tal aspecto es susceptible de potenciarse a través de nuevas situaciones de análisis y confrontación de saberes con el otro.

Al efectuar el análisis de ambas pruebas se aprecia un mejoramiento de los niveles de argumentación en buena parte de los estudiantes, al formular y

sustentar una hipótesis conformada por un dato, garantía, respaldo y calificador modal. La figura 4 muestra una disminución de los niveles bajos, así: el 10 % de las respuestas que no tenían nivel de argumentación en la prueba diagnóstica pasó a 2,63 % en la final; mientras que el nivel 1 pasó de 25 % a 5,26 %, y el 2, de 33,75 % a 10,53 %. Las respuestas del nivel 3 se mantuvieron relativamente estables: pasaron de 28,7 % a 23,6 %. Lo contrario ocurrió con el nivel 4: de 2,5 % pasó a 39,47 %. Los dos últimos niveles, por su parte, pasaron de 0 % a 10,53 % y 7,89 %. De estos datos, y conforme con lo expresado en el párrafo anterior, se puede expresar que las estrategias aplicadas en la propuesta didáctica contribuyeron a generar, en buena parte, un proceso de argumentación básica; sin embargo, y de acuerdo con los últimos resultados, es posible lograr una argumentación matemática con situaciones que requieran espacios de refutación y validación de razonamientos.

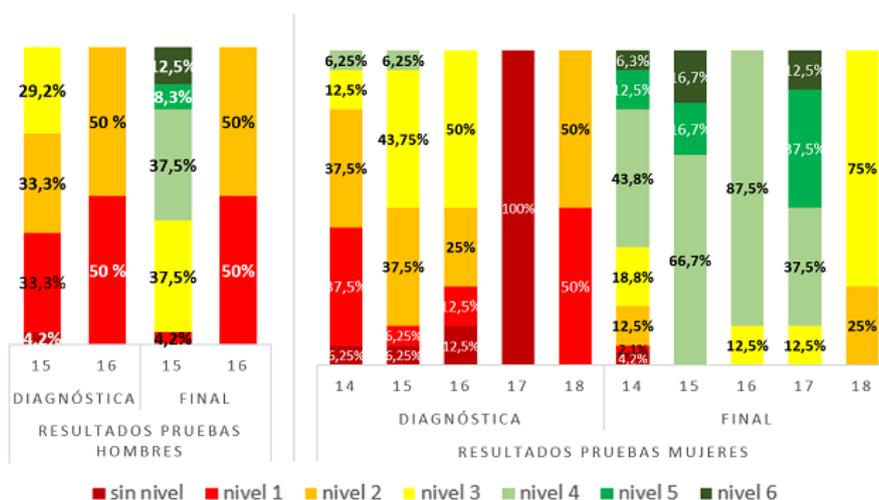


Figura 4

Comparación entre porcentajes de niveles logrados por los estudiantes en las pruebas aplicadas

Fuente: elaboración propia.

El análisis descriptivo obedece a la integración de los datos de las pruebas aplicadas con la información obtenida en el diario de campo, las producciones digitales de los estudiantes y la entrevista a través de una triangulación metodológica. Esta última dio pie a identificar posibles categorías emergentes con respecto a los referentes teóricos; y a evidenciar en cada una de ellas las fortalezas y debilidades en cuanto al mejoramiento de la competencia argumentativa en matemáticas a través de las estrategias mediadas por los PLE. Estas categorías hacen referencia al aprendizaje, los PLE y la argumentación.

En la categoría de aprendizaje fueron varias las situaciones y expresiones que llevaron a la desmotivación y desinterés del estudiante por mejorar los saberes a partir de la argumentación. Situaciones como la incapacidad de realizar la interpretación de las preguntas del ejercicio según su intencionalidad y la confusión al brindar sustentos con procedimientos matemáticos, a la par con expresiones como “no me gusta la clase que está manejando” (diario de campo) y “estoy en desacuerdo porque el profesor pretendía socializar los resultados aunque muchos estamos en contra” (estudiante 1, comunicación personal, s. f.), reflejaron la tendencia del estudiante a depender de las palabras del maestro para asumir de manera mecánica y depositaria los procesos efectuados en la

construcción argumentativa. Por estas razones, al comparar los resultados en función del sexo de los participantes se encontró que el 74 % de los hombres presentaron niveles más bajos en la prueba diagnóstica frente a 54 % de las mujeres. Esto permitió inferir serias dificultades para reunir las características y fundamentos teóricos que constituyen la construcción de un saber por parte del estudiante.

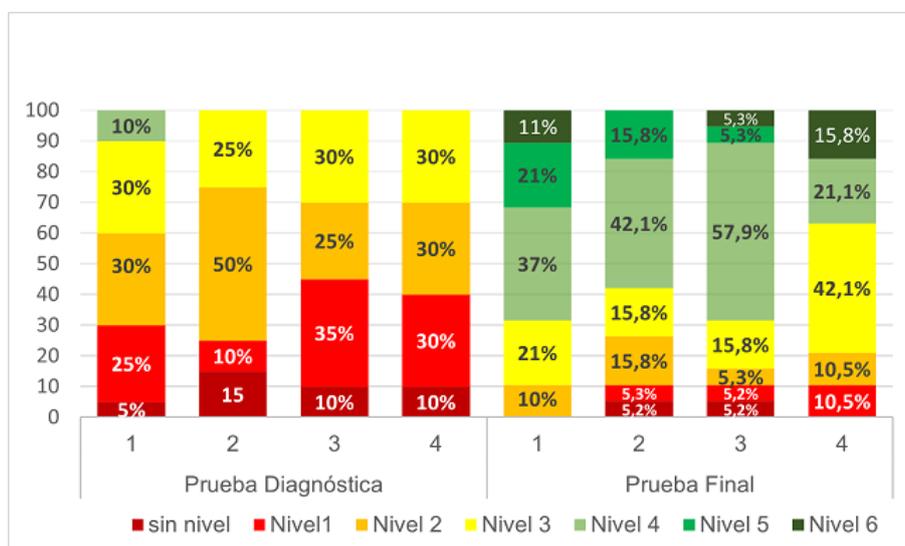


Figura 5

Comparación porcentual entre niveles de argumentación por sexos en pruebas diagnóstica y final

Fuente: elaboración propia.

En contraste con lo anterior, el aporte de la tecnología en cuanto a la libertad y autonomía en el uso de aplicaciones web y la socialización con el compañero fueron situaciones que ayudaron al mejoramiento argumentativo de los estudiantes. Hechos como la recurrencia del estudiante a conocimientos desarrollados en sesiones de matemáticas, los cuales confirman sus aprendizajes mediante herramientas de consulta (diario de campo), sumados a opiniones como “considero que el aporte de mi compañero es muy importante porque él nos ayuda a comprender más el tema y podemos aprender más de él o ellos” (estudiante 2, comunicación personal, s. f.), sirvieron de base para evidenciar la importancia del estudiante por comprender y utilizar mejor los componentes del modelo Toulmin en trabajos donde la tecnología sirvió como mediación en las consultas, publicación y discusión de la hipótesis con el otro. Aquí se evidencia una reducción en niveles bajos de la prueba final: 45,2 % de las mujeres frente a 25 % de los hombres. De igual manera, ellas obtienen mejores niveles de comprobación: de un 3,8 % en la prueba inicial se pasó a un 43,8 % en la final; mientras que los hombres solo mejoran de un 32,1 % en el mismo nivel.

En la categoría de PLE se hallaron situaciones que entorpecieron o favorecieron el desarrollo de aprendizajes relacionados con la argumentación. La falta de criterios para vincular las aplicaciones que ayudaran a consolidar nuevos saberes, así como la elección de la primera herramienta que encontraran para cumplir con una actividad determinada y la dependencia de la palabra del maestro para usar una herramienta en una situación matemática, fueron las debilidades iniciales que causaron una confusión en los estudiantes al adoptar las estrategias necesarias para la fundamentación de hipótesis a través de la

mediación tecnológica. Esto motivó al investigador a proponer la construcción de un portafolio virtual, que incluiría la vinculación de los tres grupos de herramientas definidos por Castañeda y Adell (2013).

A partir de lo anterior emergieron nuevas situaciones que dieron cuenta de una mayor apropiación y libertad por parte del estudiante. Esto se hace evidente en afirmaciones como “Google y Edmodo para consultar y obtener información, Excel para realizar cálculos, tablas y gráficos, Blogger y Edmodo para compartir y comentar mis opiniones” (estudiante 3, comunicación personal, s. f.), y “yo he tenido un mejor manejo sobre el Blogger por lo que antes no tenía el mismo control sobre la aplicación... el aporte de los compañeros es muy importante, pues se accede fácil [sic] a ellos” (estudiante 4, comunicación personal, s. f.). Esto ayudó a entender el uso de estrategias por parte del estudiante para presentar sus argumentos mediante una sola herramienta (como un blog) o un conjunto de aplicaciones, las cuales combinaban otros elementos como lápiz, papel y otros dispositivos tecnológicos. Estas razones sustentan la mejoría de las mujeres en niveles medios de argumentación (29 % comparado con un 21,5 % de los hombres).

En la categoría de Argumentación en matemáticas, al analizar las acciones empleadas por los estudiantes para mejorar su fundamentación de hipótesis, se hallaron algunos obstáculos que se fueron resolviendo mediante la aplicación de la propuesta didáctica. La ausencia de criterios lógicos que permitiera comprender el papel de cada componente en el modelo Toulmin, el análisis superficial, la falta de apropiación de teorías matemáticas, los prejuicios y expresiones provenientes de la tradición oral, fueron los problemas que afectaron el normal desarrollo del argumento, especialmente en el respaldo y la refutación. Pero a través de la propuesta didáctica, se detectaron cambios en la intencionalidad de los componentes argumentativos, el uso de operaciones matemáticas de mayor complejidad, los métodos de comprobación de éstas y el rol refutador del compañero; los cuales se convirtieron en aspectos que contribuyeron al mejoramiento de las capacidades de explicar, razonar y comprobar del estudiante en grado noveno.

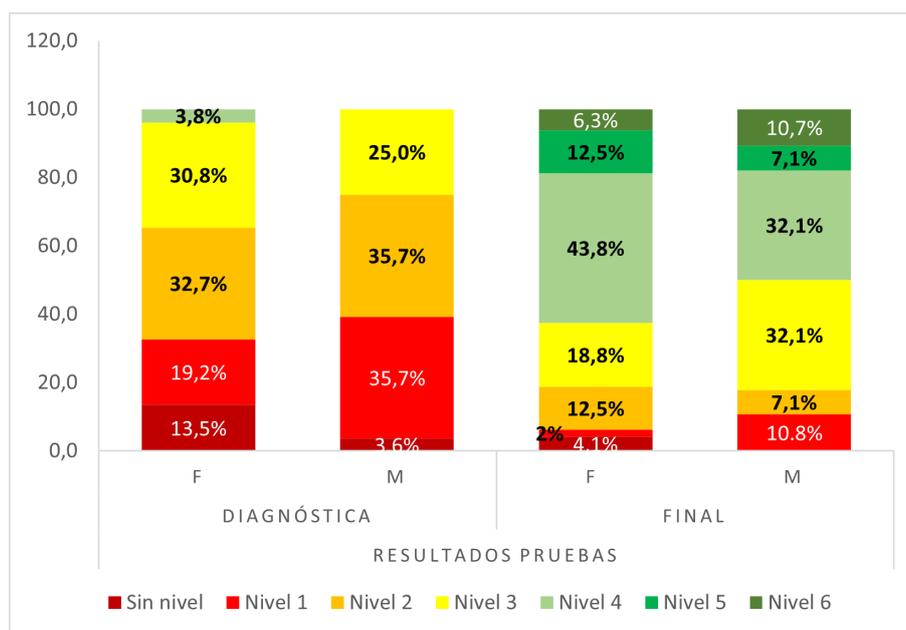


Figura 6

Niveles de argumentación caracterizados por sexo y edad en pruebas aplicadas

Fuente: elaboración propia.

Lo anterior explica la importancia dada por la mayoría de los estudiantes a la consolidación de saberes necesarios para emplear teorías matemáticas que dieran una mayor solidez, coherencia y valor de verdad a una hipótesis formulada; mientras que la refutación como el acto de convencer resultó una acción que se dio de forma tímida dentro del acto de argumentar. Al observar la figura 6 se puede detallar que las mujeres entre 15 y 17 años tuvieron mayores progresos en la argumentación al obtener en la prueba final un 64 % y 67 % en los niveles de calificador modal y refutación en comparación con los hombres al tener un 36 % y 33 %, respectivamente. De esto se deduce, a raíz de bajos niveles en edades mayores, que la edad apropiada para el desarrollo de una argumentación completa en ambos sexos asciende a 15 años.

Discusión

Los resultados de las categorías emergentes en la investigación permitieron conocer la importancia de transformar los procesos de enseñanza y aprendizaje basados en el resultado en escenarios que facilitan la construcción de saberes matemáticos a partir del desarrollo de habilidades y competencias enfocadas a la explicación, el razonamiento y la comprobación de hipótesis con otros, de manera que permitan al estudiante convencer y convencerse de los aciertos y errores cometidos en la argumentación. Así, las fortalezas y debilidades brindan el sustento que devela la contribución de las estrategias mediadas por los PLE para el mejoramiento de la competencia argumentativa.

Las situaciones de aprendizaje evidenciadas, referidas a la construcción de saberes matemáticos mediante la argumentación, hacen recordar las palabras de Crespo (2014): “en los niveles elemental, básico y medio no se están formando matemáticos, se está enseñando a usar a matemática y educando en

la comprensión del manejo del método de la ciencia” (p. 24). Tal pensamiento devela el carácter analítico y práctico de la enseñanza de la matemática en función de las habilidades para la vida. A fin de lograr este propósito, se debe establecer criterios que permitan distinguir y emplear los saberes conceptuales y procedimentales en función de potenciar las destrezas que relacionen los conceptos del área y argumentar de forma convincente (MEN, 2006). Por tanto, las actividades propuestas por el maestro deben llevar al estudiante a reflexionar sobre sus aciertos y debilidades en la construcción de saberes mediante la argumentación —la interacción con el otro es parte fundamental de ese proceso—.

El papel de la tecnología en el aprendizaje resulta importante para la generación de actitudes que favorezcan el fortalecimiento de habilidades relacionadas con la argumentación. La vinculación de esta como mediadora en el aula depende, en esencia, de los logros por alcanzar, los contenidos, las interacciones a través de sus herramientas, los contextos, las experiencias y las prácticas disciplinares (Flores et al., 2016). Tal proceso condujo a minimizar las dificultades en la construcción de argumentos, así como a promover la implementación de estrategias conducentes a la comprobación de ideas, procedimientos e interacciones con el maestro y compañeros, bajo el entendimiento de que el estudiante es el actor principal del proceso.

Los avances y dificultades evidenciados en los estudiantes durante las estrategias mediadas por los PLE se relacionan con las acciones emprendidas por el individuo en aras de aprender (Adell y Castañeda, 2010), al igual que con lo expresado por Álvarez (2014) en cuanto a la relevancia de la información para generar aprendizajes. Dado que lo anterior conduce a un aprendizaje informal, en el escenario del aula sugiere el análisis con respecto a las maneras que emplea el estudiante para construir el saber: el primero está orientado hacia las acciones de alfabetización digital; y el segundo, hacia los tiempos de construcción de los PLE como un proceso lento que depende del dominio de las herramientas y de su adaptabilidad a las necesidades del estudiante (Álvarez, 2014). Así, en el ejercicio investigativo se procuró el ejercicio de la libertad e independencia del estudiante en la elección y uso de las herramientas para la elaboración de argumentos desde diferentes posturas. Por tanto, al observarse el desarrollo de aprendizajes constructivistas y de asimilación libre o heurística en la creación de los PLE, corresponde plantear estrategias que permitan no sólo la elección de una herramienta, sino también los modos que emplearía el estudiante a fin de interactuar y trabajar en conjunto y desarrollo de otras competencias básicas para la vida.

En cuanto a la argumentación, los avances tienen un mayor acercamiento a lo expuesto por Toulmin (2007) en cuanto a una estructura resistente a la crítica; empero, los estudiantes llegaron esencialmente a la construcción de un argumento matemático que determina un valor de verdad sin tener una confrontación de dos puntos de vista (Solar, 2018). Sin embargo, las debilidades presentadas permitieron reconocer la necesidad de orientar los procesos de enseñanza y aprendizaje en función del paso del uso de prejuicios basados en la oralidad a la formulación de hipótesis sustentadas y comprobadas mediante fundamentos matemáticos, en aras de atender de manera efectiva a la solución de una situación presentada en el área. Por tanto, es preciso afirmar que los procesos

de comprobación y refutación resultan de gran importancia para el desarrollo de la competencia argumentativa en matemáticas, puesto que las hipótesis confrontadas entre estudiante, maestro y compañero mediante el encuentro en el aula se orientan a convencer y convencerse de los aciertos y errores cometidos en el aprendizaje (Solar, 2018; León y Calderón, 2001; Arévalo, 2016).

A la luz de los autores, las estrategias mediadas por los PLE propiciaron la apertura de escenarios conducentes a mejorar las habilidades del estudiante en torno a la competencia argumentativa. Los resultados permitieron inferir que la mayoría de los estudiantes alcanzaron a asumir una argumentación básica sustentada por Krummbeuer (1995, citado por Solar, 2018); sin embargo, existen posibilidades de lograr una argumentación en matemáticas a través de la socialización y refutación, como sucedió con estudiantes hombres y mujeres de quince años de edad. Por tanto, se debe insistir en procesos de formación que abarquen los grados de educación básica secundaria en función del desarrollo de acciones de argumentación mediadas por el análisis, la discusión y la retroalimentación de saberes con el otro a fin de convencer y convencerse, como se ha dicho.

Conclusiones

El análisis de los resultados reflejó un avance positivo en los procesos de construcción de argumentos, de acuerdo con la estructura del modelo Toulmin. Al inicio se hallaron niveles muy bajos que permitieron comprender la dificultad presentada por los estudiantes al formular y sustentar una hipótesis frente a una situación matemática. Finalizada la aplicación de la propuesta didáctica, los estudiantes mostraron una mejoría en tales niveles, al obtener una mayor apropiación en la comprobación y conclusión que dan origen a un argumento básico y a un argumento matemático. Esto dio origen a la necesidad de continuar el proceso a través de acciones de interacción con el otro, en función de reconocer fortalezas y debilidades en el proceso.

Las estrategias planteadas en la propuesta didáctica mediada por los PLE se encaminaron a brindar más comprensión sobre la función que prestan los componentes del modelo Toulmin para el establecimiento de argumentos sólidos y resistentes a la crítica, a través de los diferentes mecanismos y aplicaciones empleados por el estudiante. La importancia hacia el aprendizaje, la libertad en la elección de herramientas web, y los modos empleados para sustentar y comprobar una hipótesis, fueron los factores que propiciaron el mejoramiento de los niveles de argumentación de los estudiantes que participaron el estudio. A esto se contraponen la falta de análisis matemático, la asimilación mecánica de procesos, los prejuicios y la confusión en el trabajo con herramientas, que fueron las mayores debilidades en el desarrollo de la competencia argumentativa.

Lo vivenciado en la investigación reflejó el aporte de las estrategias mediadas por los PLE para fortalecer la argumentación en matemáticas, puesto que abre los espacios presenciales y virtuales para la adquisición, creación y discusión de saberes orientados a formular, sustentar y comprobar una hipótesis matemática. Además, las acciones empleadas en el aula dieron lugar a espacios que motivaron la interacción del estudiante con su maestro y compañeros como agentes que socializan y refutan. Por tanto, la mediación de los PLE contribuyó a la obtención

de ambientes diferentes a la tradición del aula regular para otorgar el papel activo del estudiante en la consolidación de sus saberes a través de la explicación, razonamiento y comprobación.

Referencias

- Adell, S. y Castañeda, Q. (2010). *Los entornos personales de aprendizaje (PLEs): Una nueva manera de Entender el Aprendizaje*. Marfil.
- Álvarez, A. (2014). *Entornos personales de aprendizaje (PLE): aprendizaje conectado en Red*. Ministerio de Educación de España. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/biblioucmansp/detail.action?docID=4824648>.
- Arévalo, V. (2016). *La actividad argumentativa que emerge en estudiantes de grado noveno en torno a la demostración en Geometría* [tesis de maestría, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Bogotá.
- Arreguín, L., Alfaro, J. y Ramírez, M. (2012). Desarrollo de competencias matemáticas en secundaria usando la Técnica de Aprendizaje Orientado en Proyectos. *REICE. Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 10(4), 264-284. <http://hdl.handle.net/10486/661453>.
- Biggs, J. (2014). *Aligning Teacher for Constructing Learning. Higher Education Academic*. <https://www.researchgate.net/publication/255583992>.
- Cabero, J., Barroso, J. y Romero, R. (2015). Aprendizaje a través de un entorno personal de aprendizaje (PLE). *Bordón. Revista de pedagogía*, 67, 63-83. <http://dx.doi.org/10.13042/Bordon.2015.67205>.
- Calle, G. y Sánchez, J. (2017). Influencia de los entornos personales de aprendizaje en las habilidades metacognitivas asociadas a la escritura digital. *Entramado*, 13, 128-146.
- Castañeda, L. y Adell, J. (2013). La Anatomía de los PLE's. En *Entornos Personales de Aprendizaje: Claves para el Ecosistema Educativo en Red*. Marfil.
- Coll, C., Mauri, T. y Onrubia, J. (2008). El Análisis de los procesos de Enseñanza Aprendizaje mediados por las TIC. Una perspectiva constructivista. En E. Gregori, T. Mauri y J. Onrubia (Coords.), *Cómo Valorar la calidad de la Enseñanza basada en las TIC. Pautas e Instrumentos de Análisis* (pp. 47-60). Graó.
- Crespo, C. (2014). *Las argumentaciones matemáticas desde la visión de la socioepistemología* [tesis doctoral, Instituto Politécnico Nacional]. México.
- Fainholc, B. (2004) *El concepto de mediación en la tecnología educativa apropiada y crítica*. Educar. <http://weblog.educ.ar/educacion-tics/archives/002461.php>.
- Flórez, R., Acuña, L. y Galvis, D. (2019). Recomendaciones de Carácter Pedagógico para la Política Educativa de la Ciudad: comprensión del aprendizaje para disponer las condiciones de enseñanza, aprendizaje, cognición y mediaciones en la escuela. *Serie Investigación IDEP*, 195-223.
- Flórez, R., Castro, J., Arias, N. y Rojas, L. (2016). *Aprendizaje, Cognición y Mediaciones en la Escuela. Una Mirada desde la Investigación en Instituciones Educativas del Distrito Capital*. Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico.
- Flores, C., Gómez, A. y Flores, Á. (2010). Esquemas de argumentación en actividades de Geometría Dinámica. *Acta Scientiae*, 12, 22-42.
- Hase, S. y Kenyon, C. (2007). Heutagogy: A child of complexity theory. *Complicity: An International Journal of Complexity and Education*, 4(1), 111-118.

- Hernández, R., Fernández, C. y Batista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. McGraw-Hill Education.
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación - Icfes (2016). *Matriz de Referencia Matemáticas*. https://aprende.colombiaaprende.edu.co/ckfinder/userfiles/files/articles-352712_matriz_m.pdf.
- León, O. y Calderón, D. (2001). Validación y Argumentación de lo Matemático en el Aula. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 4(1), 5-21. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33540101>.
- Marín, F., Castillo, J., Torregoza A. y Peña, C. (2018). Competencia argumentativa matemática en sexto grado. Una propuesta centrada en los recursos educativos digitales abiertos. *Revista de pedagogía*, 39.
- Ministerio de Educación Nacional - MEN (2006). *Estándares básicos de competencia en matemáticas. Potenciar el pensamiento matemático: ¡un reto!* https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-340021_recurso_1.pdf.
- Núñez, J., Almenara, J. y Meza, L. (2018). Entornos personales de aprendizaje (PLE) en estudiantes universitarios de Pedagogía. *Relatec: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 17, 25-39. <http://dx.medra.org/10.17398/1695-288X.17.1.25>.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2018). *Dónde se sitúa su establecimiento educativo en el contexto internacional: PISA para establecimientos educativos*. <http://www.oecd.org/pisa/aboutpisa/informe-para-Centros-Educativos.pdf>.
- Ortiz, A. (2017). Configuración Epistémica de la Pedagogía. Tendencias que han Proliferado en la Historia de la Educación. *Revista Historia Educativa Latinoamericana*, 19(29), 165-195.
- Ramírez, A. (2010). *Metodología de la Investigación Científica*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Rodríguez, J., Perera, M. y Pulido, J. (2017). El uso didáctico de los entornos personales de aprendizaje en el alumnado del grado. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 51, 69-80.
- Saadatmand, M. y Kumpulainen, K. (2013). Content aggregation and Knowledge sharing in a personal learning environment: Serendipity in open Online Network. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 8, 70-76. <http://dx.doi.org/10.3991/ijet.v8iS1.2362>.
- Sarmiento, M. (2007) *La enseñanza de las matemáticas y las NTic. Una Estrategia de Formación Permanente* [tesis doctoral, Universitat Roira I Virgili].
- Siemens, G. (2004). *Conectivismo: una teoría de Aprendizaje para la era digital*. https://www.comenius.cl/recursos/virtual/minsal_v2/Modulo_1/Recursos/Lectura/conectivismo_Siemens.pdf
- Silva, L. H. (2013). *Argumentar para definir y definir para argumentar* [tesis de maestría, Universidad Pedagógica Nacional].
- Solar, H. (2018). Implicaciones de la argumentación en el aula de matemáticas. *Revista Colombiana de Educación*, 74, 155-176.
- Tamayo Valencia, Ó. (2014). Pensamiento crítico dominio específico en la didáctica de las ciencias. *TecnéEpisteme y Didaxis TED*, 36.
- Tamayo Alzate, L. (2007). Tendencias de la Pedagogía en Colombia. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 3, 65-76.
- Tobón, S. (2005). *Formación Basada en Competencias: Pensamiento Complejo, Diseño curricular y Didáctica*. Ecoe.

- Toulmin, S. (2007). *Los usos de la argumentación*. Grupo Editorial 62.
- Usaquén, F. (2015). *Construcción de un entorno personal de aprendizaje en el proceso de formación en matemáticas de los estudiantes de educación básica del colegio Tomás Carrasquilla de Bogotá* [tesis de maestría, Universidad de La Sabana].

Notas

- 1 Es preciso manifestar que inicialmente se había optado por el desarrollo de una metodología mixta para el análisis y hallazgo de resultados en el proceso investigativo. Sin embargo, la elaboración de las pruebas tuvo como referencia los elementos teóricos expuestos y el cual dista de la recurrencia a test debidamente estandarizados. Bajo la finalidad de evitar caer en un posible sesgo por parte del investigador, se siguió por la ruta metodológica expuesta que permitiera integrar los resultados de las pruebas al análisis de los demás instrumentos y cuya interpretación diera mayor énfasis a lo cualitativo.

Notas de autor

Jimmy Alexander Pachón Gómez. Magíster en pedagogía de la Universidad Católica de Manizales. Docente en la Institución Educativa Pío XI de Aranzazu.

Correspondencia: jimmytoon1980@hotmail.com

Enlace alternativo

<http://www.revistas.ucm.edu.co/ojs/index.php/revista/article/view/152/179>
(pdf)