

APORTE DEL PENSAMIENTO MATEMÁTICO AL CURRÍCULO DEL MEDIO AMBIENTE CON ÉNFASIS AL CONSUMO DEL AGUA

CONTRIBUTION OF MATHEMATICAL THINKING TO THE ENVIRONMENTAL CURRICULUM WITH EMPHASIS ON WATER CONSUMPTION

Lina Magnolia Gutiérrez Peña¹
Estelio José Angulo²

Resumen

La educación ambiental es una tendencia en el contexto actual de la educación interdisciplinar, como aporte para lograr un pensamiento y cultura más consciente sobre el entorno natural, en especial al consumo del agua. La matemática es una disciplina asociada al desarrollo del pensamiento lógico matemático, de tal manera que el individuo comprenda de manera más consciente y racional el mundo que lo rodea, creando una conexión entre ambos, convirtiéndose en una nueva perspectiva para lograr una actuación del hombre más humanizada con relación a su entorno. El estudio es documental y tuvo como objetivo: estudiar los aportes teóricos realizados con relación al pensamiento matemático y su influencia en el currículo ambiental, en consideración al consumo del agua. Los resultados obtenidos demuestran que el uso del agua es una acción que los seres humanos realizan de manera inconsciente, como consecuencia de la poca percepción que existe sobre las cantidades de agua empleadas en el desarrollo de las diferentes actividades de la vida cotidiana. Se identificó que, a partir de la formación de un pensamiento matemático, de tipo crítico y reflexivo en el estudiante, es posible formar una nueva cultura ambientalista desde esta área fundamental del currículo escolar.

Palabras clave: Pensamiento lógico matemático, currículo, medio ambiente, consumo del agua, educación ambiental.

Abstract

The inclusion of environmental education and its resources represents one of the trends in the current context of interdisciplinary education, as a contribution to achieve a more conscious thinking and culture about the natural environment, especially water consumption. Mathematics is a discipline associated with the development of mathematical logical thinking, so that the individual understands in a more conscious and rational way the world around him, creating a connection between the two, becoming a new perspective to achieve a more humanized human

Recepción: Septiembre de 2021 / Evaluación: Octubre 2021 / Aprobado: Noviembre 2021

¹ Magister en Ciencias Exactas y naturales, Universidad Nacional de Colombia. Candidata a Doctora en Educación y Cultura Ambiental, Universidad de la Amazonia. Integrante Grupo de Investigación Lenguajes, Representaciones y Educación de la Universidad de la Amazonia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6980-1752> Correo electrónico: linam.gutierrez@udla.edu.co

² Doctor en ciencias de la educación, universidad privada Dr. Rafael Beloso Chacín (urbe). Maracaibo, estado Zulia Venezuela. Postdoctorado en gerencia para la educación superior y en gerencia de las organizaciones, universidad privada Dr. Rafael Beloso Chacín (urbe). Maracaibo, estado Zulia Venezuela. Actualmente realiza el doctorado en ciencias políticas, en la universidad privada Dr. Rafael Beloso Chacín (urbe). Maracaibo, estado Zulia Venezuela. Docente en la Universidad Católica Luis Amigó, Medellín Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5941-2355> correo electrónico: estelioangulo1849@gmail.com

performance in relation to his environment. The study is documentary and its objective was to study the theoretical contributions made in relation to mathematical thinking and its influence on the environmental curriculum, in consideration of water consumption. The results obtained show that the use of water is an action that human beings carry out unconsciously, as a consequence of the little perception that exists about the quantities of water used in the development of the different activities of daily life. It was identified that, from the formation of a mathematical, critical and reflective thinking in the student, it is possible to form a new environmental culture from education in this fundamental area of the school curriculum.

Key words: Logical-mathematical thinking, curriculum, environment, water consumption, environmental education.

Introducción

En los últimos tiempos, cada vez más, toma importancia para docentes, estudiantes y comunidad en general, los impactos que causan las acciones humanas sobre los recursos naturales, en especial el agua, por ser una sustancia esencial para todo ser viviente, tanto en el presente como en el futuro. Debido a este contexto, se percibe la necesidad de plantear mecanismos para solucionar las problemáticas ambientales desde la educación, a partir de la aplicación de estrategias didácticas, tecnológicas y procedimientos administrativos, entre otros aspectos a considerar (Conesa, 2009; Pérez, 2020).

Por ello, en los sistemas educativos conviene realizar diseños y ejecutar procesos que permitan la apropiación de valores ambientales, concepciones y actitudes favorables del ser humano hacia sus recursos naturales (Conesa, 2009). Desde esa lógica, se plantea la necesidad de realizar un esfuerzo común y estimular nuevos comportamientos en busca de aportar a la solución de los problemas hídricos. En sintonía con lo mencionado, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) realizó una conferencia titulada “nuestro futuro común”, la cual fue liderada por la comisión Brundtland (1987) y cuyo objetivo era promover un cambio en las actitudes y valores socioambientales apoyados en la educación.

Desde la perspectiva, a través de la educación ambiental (EA) se pueden formar ciudadanos más conscientes de su entorno natural. En esa misma lógica, autores como Lara y Otaño (2017) consideran que la EA es un medio para fomentar las transformaciones culturales en las comunidades y su influencia en el consumo del agua. Desde esa visión, el centro escolar se apoya en la EA con el objetivo de avanzar hacia una nueva cultura de conservación de las fuentes hídricas por parte de los integrantes de la comunidad educativa.

Actualmente, la EA requiere el fortalecimiento de las concepciones y las prácticas de los docentes acerca de los procesos de enseñanza del uso sostenible de recursos hídricos en las diferentes actividades, y el desarrollo de nuevas alternativas para promover valores y actitudes favorables hacia la sostenibilidad, tanto en los educandos como en la comunidad (Flórez-Sterling, Suárez-Arias & García-Capdevilla, 2021). Por ello se fomenta la idea de generar una alfabetización del medio ambiente para mejorar las relaciones seres humanos - naturaleza - agua (Lemos, 2018), mediante la promoción de valores como la admiración, el respeto y la sensibilización ambiental.

En relación con el contexto del presente aporte investigativo, se menciona a las matemáticas como estrategia para lograr el desarrollo de una educación más crítica y reflexiva hacia el consumo y la conservación del agua; en ese sentido, se justifica la integración de las matemáticas al currículo ambiental, por tratarse de un área de enseñanza que permite “comprender, juzgar, hacer y estudiar variables en diferentes contextos” (Niss, 2003, p. 218). En ese caso, es necesario que las

metodologías estén dirigidas a concientizar los alumnos para la construcción de aprendizajes propios, y de esta forma, plantear alternativas ante las problemáticas existentes (Gil-Pérez y Valdés, 1996).

Lo anterior muestra que es importante que exista una adaptación de la enseñanza de las matemáticas a las transformaciones presentadas en la actualidad a nivel ambiental, cultural y social, y aquellas que se puedan originar en un futuro. A su vez, se requiere de cambios significativos en las estrategias para la enseñanza y el aprendizaje de los saberes matemáticos y la formación de nuevos ciudadanos con conciencia ambientalista.

Así mismo, este estudio plantea la necesidad de articular las matemáticas al currículo medioambiental con el propósito de fortalecer el pensamiento crítico y reflexivo de los alumnos sobre los problemas relacionados con el ambiente, en busca de forjar una nueva cultura de conservación de los ecosistemas, y específicamente, generar nuevas actitudes frente al consumo del agua.

Con fundamento en lo expuesto, se plantea el siguiente interrogante: *¿Cuál es el aporte del pensamiento matemático en el currículo de medio ambiente, con énfasis en el consumo del agua?* Con el propósito de dar respuesta a esta pregunta, se describen los resultados del proceso de investigación documental realizado para conocer los aportes teóricos relacionados con el pensamiento matemático y su influencia en el currículo ambiental, en consideración al consumo del agua.

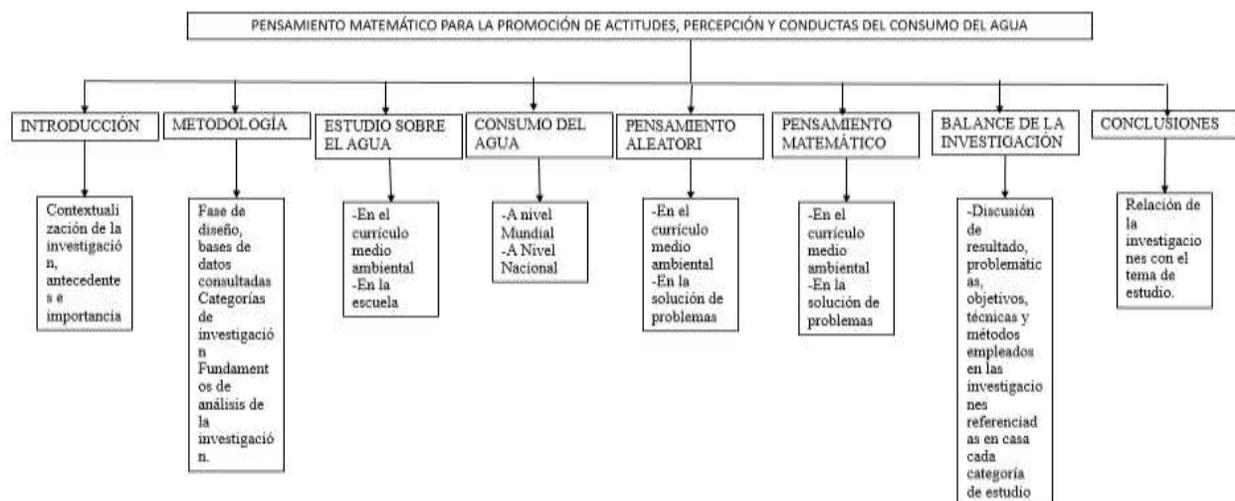
Metodología

Para el cumplimiento del objetivo formulado, se empleó la investigación documental de carácter cualitativo definido por el autor Arias (2012), como un proceso que permite la búsqueda, recolección y análisis de datos registrados por diversos investigadores en otras fuentes documentales. Desde la perspectiva de Rus (2020), este tipo de investigación facilita una recogida metódica de la información, donde el investigador elige los documentos a analizar utilizando el método cualitativo. Igualmente, Goetz y LeCompte (1988), señalan que este tipo de procesos investigativos ayudan a comprender los fenómenos por medio de las interpretaciones subjetivas que emergen por parte de los informantes clave.

En consecuencia, se realizó una revisión documental en bases de datos como: SciELO, Dialnet, Redalyc, ProQuest, Scopus, sobre estudios publicados entre el periodo comprendido entre los años 2016-2020. También se examinaron bases de datos de instituciones de educación superior como: Universidad Complutense, Universidad de Antioquia, Universidad de la Salle, Universidad Militar Nueva Granada, Universidad Nacional, Pontificia Universidad Javeriana. Se analizaron diversos documentos con énfasis en el pensamiento matemático, el currículo del medio ambiente, la solución a las problemáticas de medio ambiente y el recurso hídrico, además se identificaron aportes sobre el consumo de agua en los ámbitos nacional y mundial.

Sumado a ello, con la finalidad de estudiar los documentos se diseñó una rejilla de sistematización de la información, la cual consistió en identificar aspectos de las publicaciones consultadas, como título, autor, año, país, objetivos, problema de investigación, metodología, método y técnica empleada, análisis de la información, resultado y bibliografía. A partir de los criterios de búsqueda y las categorías de investigación se realizó el balance del estado del arte, según la estructura representada en la figura 1.

Figura 1. Estructura del balance del Estado del arte sobre el pensamiento matemático en el currículo del medio ambiente con énfasis en el consumo de agua.



Fuente: elaboración propia (2021)

El balance del estado del arte revela los resultados de los estudios acerca del aporte del pensamiento matemático en el currículo del medio ambiente y el consumo del agua, y la investigación parte de un análisis de esta información a partir de cuatro categorías, basada en:

- Estudio sobre el agua en el currículo de medio ambiente y en la escuela.
- Consumo de agua en el contexto nacional e internacional.
- Pensamiento matemático en el currículo de medio ambiente y la solución de problemas en el ambiente.

De esta manera, se logra evidenciar las tendencias, aportes y discusiones relacionadas con el objetivo de estudio. Ahora bien, se exponen los aportes encontrados en la revisión de los documentos establecidos por categorías:

Pensamiento matemático en el currículo de medio ambiente, consumo del agua. Estado de Arte (2016-2020).

Espino *et al.* (2018), plantean la importancia del estudio de la matemática más allá de una perspectiva disciplinar, el cual puede convertirse en una contribución a la metodología de enseñanza del escenario social y natural, promoviendo actitudes significativas del aprendizaje de esta área, así como a la apropiación de conocimientos de tipo socio-humanístico y natural-científico. Es así como se crea la visión holística de la realidad a partir de la concepción de la ciencia, contribuyendo al proceso formativo del ser humano, de tal manera, que se le prepare para enfrentar problemáticas tanto personales como las de su entorno con más sentido de pertinencia (Chacón *et al.* 2013).

En la actualidad, el principal problema de la sociedad es la falta de educación, de allí se origina el deterioro del medio ambiente, especialmente con relación al recurso hídrico. Debido a esto es conveniente que el ser humano sea cada vez más consciente de los efectos generados en los ecosistemas por sus acciones, por ello, la responsabilidad de la educación debe estar orientada hacia una nueva tendencia sobre el cuidado y conservación del ambiente desde cualquier campo del conocimiento.

Al respecto, Calabuig, *et al.* (2017) considera que, si se busca una sociedad fuerte y consciente de su entorno natural, es imperioso formar al hombre como parte de la naturaleza y no

como un ser superior a esta. Por esto, la educación matemática puede constituirse en una alternativa para establecer una correspondencia entre la educación sostenible y la participación del alumno, con el objetivo de lograr el equilibrio ambiental a través de la formación de un pensamiento matemático crítico y reflexivo.

Cabe destacar que existe una serie de investigaciones en torno a los aportes del pensamiento matemático para el aprovechamiento de los recursos que provee la naturaleza. De ahí que, en este estudio se busca indagar sobre su vinculación con el currículo del medio ambiente, haciendo mayor énfasis en el estudio sobre el consumo del agua e identificar los principales aportes de diferentes autores para lograr comprender dicha relación.

En una primera fase, se examinaron en los documentos seleccionados, aspectos relacionados con: lugares de producción investigativa, años de publicación, metodologías empleadas en dichos estudios. En la fase dos, se trabaja en el análisis y descripción de la información, acorde a las tendencias investigativas y aportes más significativos del tema de estudio. A continuación, se presentan los aspectos encontrados, atendiendo a los criterios de búsqueda.

Lugar de producción investigativa con énfasis en el consumo del agua

En la tabla 1, se observan los países donde existe mayor interés por fortalecer el pensamiento matemático en el currículo de medio ambiente con énfasis en el consumo del agua.

Tabla 1. Producción por países relacionados con el pensamiento matemático en el currículo del medio ambiente

Ámbito	País	Cantidad	Porcentaje
Internacional	España	11	22%
	Brasil	1	2%
	Costa Rica	2	4%
	Cuba	3	6%
	Ecuador	3	6%
	México	4	8%
	Marruecos	1	2%
	Sudáfrica	1	2%
	Chile	2	4%
	Nacional	Colombia	22
Total		50	100%

Fuente: elaboración propia (2021)

Como se puede observar en la tabla 1, el país de habla hispana con mayor participación sobre el tema de estudio es Colombia, con un total de 22 documentos de los 50 analizados, los cuales están en las categorías de: consumo de agua, estudios sobre pensamiento matemático en el currículo de medio ambiente. Igualmente, se encontraron investigaciones donde se evidenció la necesidad de vincular acciones desde el área de matemática para mitigar los impactos sobre los recursos, en especial el agua.

En España, se hallaron documentos relacionados con el pensamiento matemático y su vinculación con el currículo ambiental, específicamente la problemática de este recurso hídrico. A nivel mundial, en países como Cuba, Marruecos, México, Sudáfrica y Chile, se evidenciaron

estudios sobre el uso de agua y su impacto en cultivos. En Cuba, se encontraron estudios acerca de la estadística y el consumo del agua.

Año de publicación de la investigación

En esta categoría, se consultaron publicaciones en diferentes bases de datos en un lapso de 5 años, desde el 2016 al 2020, acorde a la sistematización de la información, se evidenció que entre los años 2017 y 2019, se encontró el mayor número de documentos, de acuerdo con los datos presentados en la tabla 2.

Tabla 2. Cantidad de investigaciones entre los años 2016 y 2020 sobre el tema de estudio: el pensamiento matemático en el currículo del medio ambiente y consumo del agua.

Años	Cantidad	Porcentaje
2016	8	16%
2017	12	24%
2018	14	28%
2019	11	22%
2020	5	10%
Total	50	100%

Fuente: elaboración propia (2021)

La tabla 2 muestra que, en el año 2018 se refleja el mayor número de documentos en relación con la categoría de estudio, en los cuales se hace referencia al consumo de agua en el ámbito nacional y el pensamiento matemático aplicado en el currículo de medio ambiente como mecanismo para contribuir a la solución de problemáticas. En el contexto internacional, se encontraron documentos publicados recientemente en el 2020, donde reseñan a la categoría de estudio sobre el consumo del agua en las escuelas primarias.

En ese orden de ideas, se logra evidenciar que existe una tendencia investigativa con relación al tema de estudio en los últimos años, debido a que se busca contextualizar los currículos de los procesos formativos en cada uno de los niveles educativos, de tal manera que se pueda ir creando una nueva conciencia en el individuo frente a la preservación del ambiente y el uso de los recursos naturales. Por esta razón, el docente debe ser el encargado del diseño y ejecución de programas de enseñanza, con el propósito de abordar los problemas ambientales a partir de principios de sostenibilidad y conciencia ciudadana, cualquiera que sea su disciplina.

Enfoque de investigación empleado

En los estudios consultados, se identificó el enfoque definido durante el proceso investigativo y el análisis de los hallazgos, con el objetivo de precisar más adelante los aportes de los diferentes instrumentos utilizados para alcanzar el objetivo planteado. En la tabla 3, se muestra el tipo de método o enfoque empleado de manera genérica en las investigaciones encontradas con relación a las categorías de estudio.

Tabla 3. Enfoque de investigación empleado en los documentos analizados en la temática de estudio sobre pensamiento matemático en el currículo de medio ambiente y consumo de agua.

Enfoque	Cantidad	Porcentaje
Cualitativo	32	64%
Cuantitativo	11	22%
Mixto	7	14%
Total	50	100%

Fuente: elaboración propia (2021)

Como se puede observar en la tabla 3, el enfoque cualitativo predomina en el desarrollo metodológico de los temas de estudio, con la implementación de diversas técnicas acordes con estudios documentales, trabajos de observación, diarios de campo, estudios de casos, entrevistas. Esta dinámica, evidencia la manera cómo se están llevando a cabo las investigaciones relacionadas con la ambientalización de los currículos de educación, estableciéndose una correspondencia del individuo con las problemáticas de su entorno.

En las publicaciones de carácter cuantitativo, específicamente en cuanto al ámbito internacional, están relacionadas con las categorías de investigación, el pensamiento matemático, el currículo de medio ambiente y el consumo de agua. En estos estudios se emplean técnicas como, el estudio experimental realizando simulaciones a través de software especializado, aplicación de encuestas y operacionalización de las variables. Las investigaciones desarrolladas dentro del enfoque mixto estuvieron vinculadas con la categoría pensamiento matemático en el planteamiento de soluciones a los problemas identificados, utilizando como técnicas: los test, grupos de discusión, encuestas y trabajo experimental.

Aportes de las investigaciones revisadas según categorías

En una segunda fase, se relacionaron los estudios consultados de acuerdo con las categorías de investigación, con el propósito de identificar los principales aportes realizados por los autores según el objetivo de investigación. Para continuar, se exponen los aportes más resaltantes encontrados dentro de las siguientes categorías:

Categoría: Estudios sobre el agua

Esta categoría, permite identificar la manera como se están abordando los estudios acerca del consumo del agua, las tendencias investigativas en el contexto nacional como global y los principales resultados para comprender la importancia de formar en los estudiantes, un pensamiento matemático, crítico y reflexivo para asumir posiciones sobre su actuación con relación al uso adecuado del recurso hídrico en los centros educativos y en los hogares. Esto implica que los estudios asociados con esta categoría hacen énfasis en el tratamiento del agua lluvia y aguas grises, señalando el aprovechamiento de estas en el desarrollo de actividades agropecuarias y algunas actividades domésticas. En las mismas, se han utilizado modelos matemáticos en el desarrollo de los diferentes proyectos.

Entre ellos, se encuentra el estudio realizado por Castillo (2016), el cual orientó su investigación hacia la creación de sistemas de reciclaje para las aguas pluviales y grises a través de un modelo matemático de optimización lineal multiobjetivo, manteniendo los costos del sistema lo más bajo posible, el mismo fue puesto a prueba en un proyecto de vivienda de interés social situado en Soacha en Bogotá, obteniéndose muy buenos resultados en esta implementación.

Igualmente, Vélez (2017) diseñó un modelo para reciclar aguas lluvias y aguas grises, por medio de una herramienta de probabilidad y estadística, el cual tuvo como propósito sustituir el agua potable donde no era necesaria por agua reciclada, logrando resultados positivos. En ese mismo sentido, Madrid (2016) también planteó en su estudio, la utilización de tanques tormenta, viendo esto como una alternativa de almacenamiento para la reutilización del agua lluvia, bien sea en usos agrícolas, protección de incendios, riego de jardines, uso de lavandería, lavado en general.

Categoría de estudio sobre el consumo del agua

Dentro de esta categoría de estudio, se unificaron aquellas investigaciones relacionadas con los estudios sobre el agua en el currículo de educación, donde se observaron algunas estrategias implementadas en las escuelas para lograr el consumo consciente de este líquido vital. En los aportes más relevantes dado por los autores, se destaca lo mencionado por Lorenzo *et al.* (2019), quienes señalan que el docente es el encargado de enseñar ciencia, lo cual debe ir más allá de transmitir conocimientos, estos, deben generar espacios de reflexión para la toma de decisiones sobre el cómo, cuán, qué y para qué necesitamos los recursos y la manera de emplearlos. Así, se recomienda para lograr este fin, mejorar el currículo de las escuelas, teniendo en cuenta que es limitada su aplicabilidad.

Para Fernández-Arroyo y Rodríguez-Marín (2016), la educación sobre el agua debe estar enfocada en el uso, gestión y contaminación, planteando el uso de las hipótesis de transición como herramientas educativas didácticas para lograr una intervención de acuerdo con las problemáticas socioambientales asociadas, y al mismo tiempo, facilita la construcción del conocimiento, siendo una metodología que puede ser utilizada para reformar el currículo de la EA.

Con relación a las estrategias educativas empleadas en la escuela para la educación sobre el consumo del agua, los autores Galván-Pérez (2017) y Gutiérrez (2017), propusieron estrategias didácticas en sus investigaciones, basadas en el constructivismo, en el trabajo cooperativo y en la relación con el entorno, también se abordan: el video educativo, el juego de rol y el recurso didáctico como materiales educativos para la enseñanza de contenidos conceptuales y actitudinales con relación al consumo del agua.

Otra investigación que genera aportes sobre esta temática, es la de Manco *et al.* (2017), quienes señalan que los criterios asociados al gasto de agua en los centros educativos no reflejan una realidad, por esto sugieren, a partir de sus dimensiones, constituir un programa de uso eficiente, estableciéndose primero los patrones de consumo que se presentan en las instituciones, los cuales deben ser validados por métodos matemáticos, generando umbrales para la utilización en las actividades escolares.

Como se ha podido observar, en estas investigaciones, se evidencia la vinculación de la educación con el uso responsable del agua en los colegios y en la comunidad, en las cuales se plantean varias alternativas para que los estudiantes asuman posiciones críticas, lo cual puede ser fomentado desde los primeros niveles educativos para la construcción progresiva de una cultura ambiental.

Otra investigación relacionada con el agua corresponde a los autores Zambrano *et al.* (2018), en la cual se establece que la reducción del agua dulce es consecuencia de las malas prácticas de producción por parte de las industrias, que afectan el ecosistema hídrico de las regiones; para evidenciar este impacto se realiza una aproximación acerca de la huella hídrica como mecanismo de sostenibilidad y elemento que debe ser parte de la educación de las comunidades.

Por su parte, Morote *et al.* (2016) expresan que la creciente preocupación sobre la disponibilidad y calidad del recurso hídrico en los territorios establece la urgencia de avanzar hacia

un enfoque sostenible para la planeación y gestión del agua, en donde el consumo doméstico es cada vez más significativo; por esta razón, la educación se fundamenta como el pilar para lograr un uso racional en los hogares.

Conforme con lo expuesto, en la apropiación del pensamiento matemático para el estudio sobre el consumo del agua, la investigación de Jiménez *et al.* (2017), presenta un modelo estructural a partir de una aproximación empírica para la estimación econométrica del gasto de este elemento, lo cual no solo permitió que los participantes del estudio maximizarán los usos del agua en varias actividades de los hogares a partir de la reutilización del líquido, sino que ayudó a crear una nueva conciencia de uso del agua en las residencias familiares.

Otra publicación sobre el uso del agua es de la autoría de los investigadores Dos Santos et al (2020), quienes parten de la importancia de fomentar una cultura hídrica, con el propósito de definir la educación como el pilar clave para lograr dicho fin, así mismo reconocen que aunque existen individuos que emplean la reutilización del recurso natural en una serie de actividades como estrategia de uso racional del agua, es necesario desde el mismo gobierno trabajar en la difusión de conocimientos prácticos y teóricos sobre el consumo de agua potable. De ahí, se considera fundamental tomar como punto de partida la idea de que el agua es esencial en el desarrollo humano e indispensable para garantizar las condiciones de una vida digna (Bohórquez, 2016).

En este escenario, según lo planteado por Marín-Muñiz y Hernández (2016) la enseñanza y el aprendizaje sobre el uso del agua representan un proceso investigativo en el contexto de la educación, debido a que ha permitido la identificación de los problemas y carencias en la construcción de conocimientos en el ámbito escolar sobre el ambiente y su conservación, reconociendo al agua como fuente vida y desarrollo. Del mismo modo, Amahmid *et al.* (2019) señalan que, es pertinente la inclusión de temas relacionados con el consumo del agua en los planes de estudio con enfoque multidisciplinario e interdisciplinario, para así lograr el cambio de actitudes y actuaciones en los individuos.

Categoría de estudio pensamiento matemático en el currículo medio ambiente y solución de problemas

En esta categoría de estudio se indagó sobre la contribución del pensamiento matemático para el fortalecimiento de las competencias en EA, y el cambio de actitudes y comportamientos, generando una postura reflexiva, crítica y analítica en el uso de los recursos naturales mediante la ejecución de actividades dentro de la ambientalización del currículo en la educación formal para establecer estrategias y criterios en busca de lograr una EA aplicable a la realidad sociocultural de la humanidad.

De igual manera, Viciano *et al.* (2017) plantean la implementación de la ambientalización curricular diseñada a partir de modelos matemáticos para crear un modelo formativo según las necesidades del contexto social y ambiental, a partir de la formulación de proyectos didácticos de educación interdisciplinar. Ahora bien, Ferrada, *et al.* (2019), plantean un aprendizaje basado en contextos reales, donde se realice la planificación de actividades con base en el pensamiento matemático en diferentes disciplinas y se incentive el desarrollo de actitudes creativas, el pensamiento crítico, las habilidades comunicativas, la unión de esfuerzos y la resolución de problemáticas. En relación con ese aspecto, Carrillo y Trillo (2017), describen la solución de problemas contextualizados para conseguir una mejor comprensión del mundo natural, a través de la interacción social entre estudiante y docente, lo cual va a permitir la construcción y difusión del pensamiento matemático.

De acuerdo con lo expuesto, se destaca el rol de los docentes en los procesos de formación de un pensamiento matemático en el estudiante, el cual no solo debe estar fundamentado por una práctica académica sino como una herramienta para la comprensión de las realidades sociales. Calabuig, *et al.* (2017) indican que la educación sobre sostenibilidad y ambiente para lograr una enseñanza cualitativa y cuantitativa de estos aspectos es responsabilidad del docente, debido a que, en los currículos no existe esta profundización teórica, por eso, se debe vincular la educación tradicional con el “saber disfrutar o saber sentir”, basado en la relación del conocimiento impartido con las problemáticas del entorno. Como complemento, Lozada y Fuentes (2018), hacen mención, a la constante aceleración de los avances tecnológicos y la inclusión de la ciencia en el ámbito educativo, los cuales exigen la formación para forjar el pensamiento matemático en la comprensión de realidades y problemáticas de las regiones.

Desde la perspectiva de Cantoral *et al.* (2005), el pensamiento matemático se integra al ambiente científico, dado los diferentes elementos, técnicas y conceptos que convergen para contribuir a la resolución de tareas. La matemática, según Ayllón *et al.* (2016), es un instrumento que permite el estudio de problemáticas surgidas en diversos contextos del ser humano. Además, facilita la construcción de nuevos conceptos, estrategias, pensamientos y razonamientos, que favorecen la búsqueda del conocimiento, lo cual conlleva a mejorar los comportamientos, habilidades sociales y conscientes de su entorno.

Ahdhianto, *et al.* (2020), consideran importante el fomento del pensamiento crítico mediante la resolución de problemas en los primeros niveles escolares. También plantean la necesidad de desarrollar habilidades de análisis, síntesis y aplicar conocimientos a nuevas situaciones, logrando estimular al estudiante a pensar desde un razonamiento lógico que lo lleve a fortalecer otras habilidades de orden superior como: evaluar, inferir, lo cual le va a permitir tener una mentalidad abierta, trabajar en búsqueda de la verdad y crear conciencia ambiental para promover la sensibilización y entender la importancia de la relación del ser humano con los recursos naturales.

Por otra parte, se identifican dentro de esta categoría, investigaciones relacionadas con el desarrollo del pensamiento aleatorio. Autores, como Bermúdez y Díaz (2018), sostienen la necesidad de implementar el pensamiento estadístico con el objetivo de dar más sentido al conocimiento de la realidad como seres humanos que pertenecen a un entorno social, educativo y ambiental. Así mismo, plantean que a través de proyectos estadísticos se pueden abordar problemas sobre el uso del agua, donde se observa un desarrollo cognitivo y reflexivo acerca del papel del estudiante como agente que transforma su entorno.

En este contexto, Guerrero y Álvarez (2018) y Behar (2018), sostienen desde la alfabetización estadística, la formación de un educando con mayor comprensión de su entorno, por ello, el docente y la escuela tienen la responsabilidad de ser agentes de formación del futuro ciudadano en cuanto a la definición de las acciones relacionadas con los recursos hídricos y naturales, tareas que pueden planificarse en el área de matemáticas a través del desarrollo de un pensamiento aleatorio y una cultura estadística hacia el logro de un aprendizaje significativo de la disciplina. Al respecto, Batanero *et al.* (2018), señalan que la educación actual de estadística no ha conseguido ese impacto en los estudiantes, puesto que se despliega de manera monótona y con poca aplicabilidad a la realidad social y ambiental del territorio.

Al respecto, Castaño (2017), señala que se debe vincular el pensamiento aleatorio en el currículo del medio ambiente y aplicar técnicas estadísticas a situaciones vivenciales, con el objetivo de fomentar las actividades de enseñanza-aprendizaje mediante las intervenciones didácticas, y así lograr la articulación del concepto matemático en los componentes de pensamiento número y aleatorio en función de mejorar la comunicación, el uso de la información,

el planteamiento de alternativa ante los problemas presentados y el trabajo en equipo con un fin común.

En esta lógica, el pensamiento aleatorio no sólo se basa en el uso de herramientas para el tratamiento de datos de orden cuantitativo, sino que surge como una cultura a partir de la necesidad de entender la abstracción que posibilita el análisis de los fenómenos, entre ellos reconocer los impactos que causa la acción humana sobre el agua y sus ecosistemas (Contreras y Molina, 2019). De ahí que, para poder llevar a cabo una formación adecuada en el área de estadística, las instituciones educativas desempeñan un papel esencial, con el propósito de mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, e impulsar la adquisición del conjunto de conocimientos para el logro de este objetivo (Chaves, 2016).

León *et al.* (2018), argumentan que la intervención en las aulas para los procesos de enseñanza de la disciplina estadística debe permitir que los alumnos puedan evidenciar la aplicabilidad en el estudio de los problemas del ambiente y sus posibles alternativas de solución, a través de diferentes áreas, como las ciencias sociales y naturales. En ese sentido, Ibarra *et al.* (2020), señalan que mediante el control estadístico se desarrolla el estudio del consumo del agua y la manera como se puede ahorrar este valioso líquido.

Finalmente, con el desarrollo de esta categoría de estudio se contextualiza sobre el valor de la estadística para alcanzar cambios de actitudes y comportamientos de los estudiantes frente al uso de sus recursos ambientales, en especial del agua. Así mismo, la vinculación en el currículo del medio ambiente permite la aplicación de las diferentes herramientas de la estadística en las diferentes ciencias del conocimiento, para que de esta manera se ejecute un trabajo integrado e interdisciplinario sobre el uso del agua y los impactos negativos causados por el hombre, identificando cambios, tendencias y posibles acciones desde la escuela para cambiar comportamientos y crear una cultura más consciente sobre el valor de los recursos hídricos y los demás ecosistemas.

Reflexiones finales

En los últimos años la inclusión del componente ambiental en la educación básica, media y superior es una tendencia, el cual no debe enfocarse simplemente en el estudio de las problemáticas que asumen el ambiente y el agua, sino también en lograr mediante la educación un pensamiento crítico y analítico acerca del sistema natural y la influencia del ser humano sobre este. Por esta razón, se revela la necesidad constante de conseguir el equilibrio entre la relación humana y su entorno, permitiendo que los recursos vuelvan a su estado natural, y se promuevan los procesos de regeneración.

Es por ello, que la vinculación del pensamiento matemático en el currículo de EA es fundamental, debido a que la enseñanza de la matemática no debe tener una orientación única hacia la solución de problemas numéricos y patrones codificados de enseñanza en el estudiante (suma, resta, multiplicación, etc.), sino que debe fomentarse la enseñanza lógica a partir del pensamiento matemático como una necesidad de formar alumnos más conscientes de su entorno y de los impactos que causan sus decisiones en los ecosistemas.

Por tanto, la vinculación del pensamiento matemático con las problemáticas del entorno permite que se aborden de manera colectiva, en consenso y de manera democrática, las soluciones a las mismas, convirtiéndose esto, en una metodología para demostrar al estudiante la utilidad de la enseñanza de las matemáticas en sus estudios y la solución de problemas reales, evaluando acciones y decisiones frente a situaciones concretas. De esta forma, se puede vincular la enseñanza de esta área con el currículo del medio ambiente, así como otras asignaturas de manera

interdisciplinaria, de acuerdo con la necesidad de preservar los recursos de la naturaleza, en especial, el uso adecuado del agua, tanto en las instituciones educativas como en los hogares.

Lo anterior requiere no solo del desarrollo de procesos cognitivos, sino que, además se debe trabajar en el marco de la solución de las problemáticas, en busca de contextualizar sobre los contenidos matemáticos y fortalecer un pensamiento crítico y reflexivo para la adecuada toma de decisiones. Así mismo, el sistema educativo es el actor fundamental porque es el responsable de definir los procesos de enseñanza y aprendizaje de esta disciplina, con el objetivo de favorecer la adquisición de conocimientos y habilidades no solo desde lo conceptual sino desde la práctica, forjando la mejora de las actitudes y la creación de criterios propios sobre la manera como actúa el individuo en su entorno.

En coherencia con los resultados obtenidos, el uso del agua es una acción que todo ser humano realiza de manera inconsciente, como consecuencia de la poca percepción que existe sobre las cantidades de agua empleadas en el desarrollo de las diferentes actividades, como la sencilla tarea de lavarse las manos o las tareas más complejas como aquellas que efectúan las industrias. El principal problema se basa, en que el agua es vista como un recurso infinito y de libres usos, y esta percepción genera que las comunidades no valoren este recurso como fuente de vida agotable; es por ello que, a partir de la formación de un pensamiento matemático, crítico y reflexivo en el estudiante, se puede formar una nueva cultura ambientalista desde la educación en esta importante área del currículo escolar.

Referencias bibliográficas

- Ahdhianto, E., Marsigit, M, Haryanto, H. y Nurfauzi, Y. (2020). Improving Fifth-Grade Students' Mathematical Problem-Solving and Critical Thinking Skills Using Problem-Based Learning. *Universal Journal of Educational Research*, 8(5), 2012-2021. <http://dx.doi.org/10.13189/ujer.2020.080539>
- Amahmid, O., El Guamri, Y., Yazidi, M., Razoki, B., Kaid Rassou, K., Rakibi, Y. & El Ouardi, T. (2019). Water education in school curricula: Impact on children knowledge, attitudes and behaviours towards water use. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 28(3), 178-193. Recuperado a partir de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10382046.2018.1513446>
- Arias, F. (2012). El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. Venezuela: Editorial Episteme C.A.
- Ayllón, M. F., Gómez, I. A., y Ballesta-Claver, J. (2016). Pensamiento matemático y creatividad a través de la invención y resolución de problemas matemáticos. Propósitos y representaciones, 4(1), 169-218. Recuperado a partir de <http://revistas.usil.edu.pe/index.php/pyr/article/view/89>
- Batanero, C., Begué, N. y Gea, M. (2018). ¿Cómo desarrollar el sentido del muestreo en los estudiantes? En Álvarez, Ingrith (Ed.), Memorias del III Encuentro Colombiano de Educación Estocástica (pp. 11-22). Bogotá, Colombia: Asociación Colombiana de Educación Estocástica. Recuperado a partir de <http://funes.uniandes.edu.co/12928/>
- Behar, R. (2018). Importancia del contexto en la formación del pensamiento y la cultura estadística. En Álvarez, Ingrith (Ed.), Memorias del III Encuentro Colombiano de Educación Estocástica (pp. 85-110). Bogotá, Colombia: Asociación Colombiana de Educación Estocástica. Recuperado a partir de <http://funes.uniandes.edu.co/12934/>
- Bermúdez, C., y Díaz, D. (2018). ¿Cuál es la calidad del agua que tomamos?: un aporte de la educación estadística crítica en estudiantes de básica primaria. En Álvarez, Ingrith (Ed.),

- Memorias del III Encuentro Colombiano de Educación Estocástica (pp. 366-374). Bogotá, Colombia: Asociación Colombiana de Educación Estocástica.
- Bohórquez, L. A. (2016). Bioética del derecho al agua potable. *Revista El Agora USB*, 16(1), 287-304. Recuperado a partir de <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-46506-8>
- Calabuig, T., Alsina, A. y Geli, A. (2017). Definición de un perfil de maestro de matemáticas en concordancia con la educación para la sostenibilidad. X Congreso Internacional sobre investigación en Didáctica de las Ciencias.
- Cantoral, R., Farfán R., Cordero, F., Alanís J., Rodríguez, R. y Garza A. (2005). Desarrollo del pensamiento matemático. México: Editorial Trillas.
- Carrillo, R., y Trillos, H. (2017). Articulación de los saberes de las ciencias naturales y las matemáticas. Master's thesis. Escuela de Educación y Pedagogía. Recuperado a partir de <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/3376>
- Castaño, L. M. (2017). Relación entre el pensamiento numérico y estadística descriptiva desde la perspectiva didáctica y niveles de comprensión. Caso: grados décimos y undécimo de la Institución Educativa Rural La Magdalena, sede principal. Trabajo de grado de Maestría. Universidad de Medellín. Recuperado a partir de <https://repository.udem.edu.co/handle/11407/4647>
- Castillo, D. (2016). Diseño de redes de reciclaje de aguas lluvias y grises-perspectiva desde la optimización multi-objetivo. Bachelor's thesis. Uniandes.
- Chacón, D. J., Estrada F. y Moreno, G. (2013). La Interdisciplinaridad en los contenidos de Secundaria Básica desde las ciencias naturales. *Revista Ciencias Holguín*, 19(2), 1-11. Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181527530013>.
- Chaves, E. (2016). La enseñanza de la Estadística y la Probabilidad, más allá de procedimientos y técnicas. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 21-31. Recuperado de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/view/23880>
- Conesa, V. (2009). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Mundi-Prensa.
- Contreras, J. M. y Molina-Portillo, E. (2019). Elementos clave de la cultura estadística en el análisis de la información basada en datos. En J. M. Contreras, M. M. Gea, M. M. López-Martín y E. Molina-Portillo (Eds.), Actas del Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística. Recuperado a partir de [en www.ugr.es/local/fqm126/civeest.html](http://www.ugr.es/local/fqm126/civeest.html)
- Dos Santos, J., Da Silva, L., Nunes, G. y Sonza, G. (2020). El agua sucia también lava. Análisis de residuos de agua desde la perspectiva de marketing social. *Revista Gestão e Desenvolvimento*, 16(3), 58-82. Recuperado a partir de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5142/514262384004/514262384004.pdf>
- Espino, G., González, M. y Gutiérrez, J. (2018). La transversalidad: un acercamiento a la matemática desde las ciencias naturales y sociales. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 31(2), 1584-1592. Recuperado a partir de <http://funes.uniandes.edu.co/13641/1/Espino2018La.pdf>
- Fernández-Arroyo, J., y Rodríguez-Marín, F. (2016). Los procesos de enseñanza-aprendizaje relacionados con el agua en el marco de las hipótesis de transición. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(1), 227-243. Recuperado a partir de <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3012>
- Ferrada, C., Díaz-Levicoy, D., Salgado-Orellana, N., y Parraguez, R. (2019). Propuesta de actividades STEM con Bee-bot en matemática. *Edma 0-6: Educación Matemática en la*

- Infancia*, 8(1), 33-43. Recuperado a partir de <https://www.edma0-6.es/index.php/edma0-6/article/view/72>
- Flórez-Sterling, J., Suárez-Arias, A. L., & García-Capdevilla, D. A. (2021). Concepciones de los profesores sobre la enseñanza del uso sostenible del agua en educación media. El Paujil Caquetá, Amazonía colombiana. *Conocimiento Global*, 6(1), 24-48. Recuperado a partir de <http://conocimientoglobal.org/revista/index.php/cglobal/article/view/102>
- Galván-Pérez, L. (2017). Evaluación de recursos educativo-ambientales y herramientas de sensibilización y aprendizaje conceptual sobre el agua. *Enseñanza de las ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 3249-3256. Recuperado a partir de <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/337040>
- Gil-Pérez, D. y Valdés, P. (1996). La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las Ciencias*.
- Goetz, J. y LeCompte, M. (1988). *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa*. Madrid: Morata.
- Guerrero, M. y Álvarez, I. (2018). Enfoque teórico para el desarrollo del pensamiento aleatorio y la formación ciudadana - dimensión de convivencia y paz, en aulas aceleradas. Tercer Encuentro Colombiano de Educación Estocástica.
- Gutiérrez, L. H. (2017). La educación ambiental: una estrategia didáctica para favorecer el conocimiento escolar deseable en educación básica secundaria en la Institución Educativa Departamental Ignacio Pescador de Choachí Cundinamarca. Tesis Doctoral, Universidad de la Salle, Colombia). Recuperado a partir de https://ciencia.lasalle.edu.co/doct_educacion_sociedad/10/
- Ibarra, M., Herrera, R. y Ortega, V. (2020). Control estadístico del consumo del agua en la Universidad del Atlántico: diseño sistema de monitoreo, sistema de gestión ambiental. *Informador Técnico*, 84(1), 100-113. <https://doi.org/10.23850/22565035.1756>
- Jiménez, D., Orrego, S., Vásquez, F. y Ponce, R. (2017). Estimación de la demanda de agua para uso residencial urbano usando un modelo discreto-continuo y datos desagregados a nivel de hogar: el caso de la ciudad de Manizales, Colombia. *Lecturas de economía*, (86), 153-178. Recuperado a partir de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/1552/155252550006/155252550006.pdf>
- Lara A. y Otaño L. C. (2017). Agua, Cultura y Educación Ambiental. XXVI Congreso Nacional del Agua. Recuperado a partir de https://www.researchgate.net/publication/320291002_AGUA_CULTURA_Y_EDUCACION_AMBIENTAL.
- Lemos, J. (2018). El cuidado del agua: una propuesta Pedagógica de Educación Ambiental, desde la perspectiva biocéntrica, basada en la cosmovisión de las etnias Cubeos, Jiw, Piratapuyos y Tuyucas. Tesis Doctoral, Universidad Santo Toma, Colombia). Recuperado a partir de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/15143/2018jaimemos3.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.
- León, C., Vega, A. y Álvarez, I. (2018). Educación estadística y educación en ciencias naturales y ciencias sociales a través de problemáticas ambientales para la formación ciudadana: un enfoque teórico. Tercer Encuentro Colombiano de Educación Estocástica
- Lorenzo, M., Álvarez, M., Arias, A. y Pérez, U. (2019). Aprender a interpretar la acidificación oceánica con recursos on-line y experimentación contextualizada. *Enseñanza de las Ciencias*, 37-2(2019), 189-209 Innovaciones didácticas <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2564>.

- Lozada, J., y Fuentes, R. D. (2018). Los métodos de resolución de problemas y el desarrollo del pensamiento matemático. *Bolema*, 32(60), 57-74. Recuperado a partir de <https://search.proquest.com/openview/baa150bdab0dcf65103e041a97f1f8c4/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2030146>
- Madrid, N. (2016). Factibilidad del reciclado de agua de tanques de tormenta para otros usos urbanos. Master's thesis, Uniandes.
- Manco-Silva, D., Guerrero-Eraza, J., y Morales-Pinzón, T. (2017). Estimación de la demanda de agua en centros educativos: caso de estudio Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. *Revista Luna Azul*, (44), 153-164. Recuperado a partir de <https://www.redalyc.org/journal/3217/321750362009/html/>
- Marín-Muñiz, J. L. y Hernández, M. E. (2016). Actividades de habitantes de Monte Gordo, Veracruz, como factor en cambios de percepción sobre humedales y fenómenos naturales. *RINDERESU*, 1(2), 13-23. Recuperado a partir de <http://rinderesu.com/index.php/rinderesu/article/view/17>
- Morote, A. F., Hernández, M. y Rico, A. M. (2016). Causes of Domestic Water Consumption Trends in the City of Alicante: Exploring the Links between the Housing Bubble, the Types of Housing and the Socio-Economic Factors. *Water*, 8(9), 374. doi:10.3390/w8090374
- Niss, M. (2003). Quantitative Literacy and Mathematics Competencies. En *Quantitative Literacy: Why Numeracy Matters for Schools and Colleges*, 215-220. Recuperado a partir de http://www.maa.org/ql/pgs215_220.pdf
- Pérez Madrid, O. (2020). El profesional en formación de la CURN. Reflexiones frente al Covid-19. *Enfoque Disciplinario*, 5(2), 1-18. Recuperado a partir de <http://enfoquedisciplinario.org/revista/index.php/enfoque/article/view/21>
- Rus, E. (2020). Investigación Mixta. Economipedia.com.
- Vélez, L. (2017). Análisis de sensibilidad de sistema de reciclaje de aguas lluvias y grises utilizando optimización. Bachelor's thesis, Uniandes.
- Viciano, S., Junyent, M. y Calafell, G. (2017). Análisis de un modelo formativo para avanzar en la ambientalización curricular: transferencia en diversidad de contextos. *Enseñanza de las ciencias (Extra)*, 3137-3142. Recuperado a partir de <https://ddd.uab.cat/record/184006>
- Zambrano, M. A., Montenegro, J. P. y Reyes, H. (2018). Estimación de la huella hídrica asociada al proceso de beneficio bovino de la cadena cárnica en los frigoríficos Vijagual y Jongovito (Colombia). *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 65(3), 235-251. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v65n3.76462>