



Revista científica

ISSN: 0124-2253

ISSN: 2344-8350

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Macias-Becerra, Erika-Daniela; Ordóñez-Hernández, Laura-Stephanie; Forero-Poveda, Alberto

Matematización en procesos de generación de conciencia
ambiental: un estudio en formación de profesores de matemáticas

Revista científica, vol. 43, núm. 1, 2022, Enero-Abril, pp. 124-140

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

DOI: <https://doi.org/10.14483/23448350.17663>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=504371975009>

- [Cómo citar el artículo](#)
- [Número completo](#)
- [Más información del artículo](#)
- [Página de la revista en redalyc.org](#)

UAEM [redalyc.org](https://www.redalyc.org)

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto



Matematización en procesos de generación de conciencia ambiental: un estudio en formación de profesores de matemáticas

Mathematization in Environmental Awareness Generation Processes: a Study on the Training of Mathematics Teachers

Matemática nos processos de geração de conscientização ambiental: um estudo na formação de professores de matemática

Erika-Daniela Macias-Becerra¹
Laura-Stephanie Ordóñez-Hernández²
Alberto Forero-Poveda³

Recibido: febrero de 2021

Aceptado: agosto de 2021

Para citar este artículo: Macias-Becerra, E. D., Ordóñez-Hernández, L. S. y Forero-Poveda, A. (2022). Matematización en procesos de generación de conciencia ambiental: un estudio en formación de profesores de matemáticas. *Revista Científica*, 43(1), 124-140. <https://doi.org/10.14483/23448350.17663>

Resumen

El presente artículo tiene por objetivo principal estudiar las posibles relaciones entre procesos y esquemas asociados a la modelación matemática y a la matematización de fenómenos ambientales, y los elementos vinculados a la generación de conciencia ambiental, a partir de un análisis realizado sobre productos construidos por un grupo de estudiantes, que han cursado el espacio de formación Matematización de problemas medio ambientales, del proyecto curricular de Licenciatura en Matemáticas LEMA y un grupo de estudiantes de primer semestre, que por el contrario no han experimentado de manera formal un proceso de modelación matemática; análisis que se hace a partir de un estudio de caso en investigación cualitativa de tipo explicativo, que permitió evidenciar una comprensión de

la matematización, la conciencia ambiental y la relación existente entre estos dos aspectos. El análisis realizado sobre los productos y las interpretaciones de los estudiantes que participaron directamente en la matematización de los fenómenos ambientales nos permite manifestar la importancia del uso y manejo de esquemas, actividades y métodos en matemáticas y estadística en los procesos que permitan comprender a profundidad los impactos ambientales en diversas situaciones que se manifiestan en nuestra realidad, así como en la toma de decisiones y en la generación de conciencia ambiental en comunidad. El trabajo contribuye a fomentar espacios para la reflexión de nuestra actuación como profesores de matemáticas en los procesos de generación de conciencia ambiental a partir de la matematización como actividad humana.

1. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. edmaciasb@correo.udistrital.edu.co.

2. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. lsordonezh@correo.udistrital.edu.co.

3. M. Sc. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. aforerop@udistrital.edu.co.

Palabras clave: conciencia ambiental; educación ambiental; formación de docentes; matematización; modelación matemática.

Abstract

The main objective of this article is to study the possible relationships between processes and schemes associated with mathematical modeling and the mathematization of environmental phenomena and the elements linked to the generation of environmental awareness, based on an analysis conducted on products elaborated by a group of students, who studied the training space called mathematization of environmental problems and the curriculum project for the Bachelor of Mathematics LEMA program. It also included a group of students of first semester, who, on the contrary, had not formally undergone a mathematical modeling process. The analysis was based on a case study within explanatory qualitative research, which showed an understanding of mathematization, environmental awareness, and the relationship between these two. The analysis carried out on the products and interpretations of students who participated directly in the mathematization of environmental phenomena allows us to state the importance of the use and management of schemes, activities, and methods in mathematical and statistical in processes and to gain an in-depth understanding of the various environmental impacts that manifest themselves in our reality. This is also important for decision-making and the generation of environmental awareness in our communities. This work contributes to fostering spaces for the reflection of our actions as mathematics teachers in processes involving the generation of environmental awareness from mathematics as human activity.

Keywords: environmental awareness; environmental education; mathematical modeling; mathematization; teacher training.

Resumo

O principal objetivo deste artigo é estudar as possíveis relações entre processos e esquemas associados à modelagem matemática e a Matemática dos fenômenos ambientais e os elementos ligados à geração de consciência ambiental, a partir de uma análise realizada

sobre produtos construídos por um grupo de estudantes, que completaram o espaço de treinamento de Matematização para problemas ambientais, do projeto curricular de Bacharelado em Matemática da LEMA e de um grupo de alunos do primeiro semestre, que, pelo contrário, não passaram formalmente por um processo de modelagem matemática; análise baseada em estudo de caso em pesquisa qualitativa de um tipo explicativo, que mostrou compreensão da matemática, consciência ambiental e relação entre esses dois aspectos. A análise realizada sobre os produtos e interpretações dos alunos que participaram diretamente da Matemática dos fenômenos ambientais permite manifestar a importância do uso e gestão de esquemas, atividades e métodos em matemática e estatística em processos que nos permitam compreender a fundo os impactos ambientais em diversas situações que se manifestam em nossa realidade, bem como na tomada de decisões e na geração de consciência ambiental na comunidade. O trabalho contribui para fomentar espaços para a reflexão de nossas ações como professores de Matemática nos processos de geração de conscientização ambiental da Matemática como atividade humana.

Palavras-chaves: consciência ambiental; educação ambiental; formação de professores; mathmatização; modelagem matemática.

Introducción

La enseñanza de las matemáticas en la actualidad es una red compleja que involucra, entre otros, el reconocimiento de que las mismas deben contribuir a la interpretación y el análisis de diferentes problemáticas de afectación local y mundial. Las problemáticas ambientales se manifiestan en diversos contextos y tienen un impacto cada vez más explícito en nuestra realidad, lo que implica considerarlas como un punto importante en la educación actual, pues es fundamental complejizar la visión que se ha tenido del medio ambiente, que para [Pasek de Pinto \(2004\)](#) se ha centrado exclusivamente en el componente natural y en la consideración del hombre como eje gravitacional (antropocentrismo) y no como un integrante, cuyas

acciones pueden ayudar o empobrecer la conservación del mismo; de la misma forma, esta evolución de la comprensión del medio ambiente debe involucrar una reflexión y análisis sobre el manejo de los recursos, pues el consumismo a nivel mundial ha llevado a diferentes países a centrar su interés, principalmente, en la explotación despiadada de estos recursos con los que contamos en nuestro planeta.

En primera instancia, ubicamos los procesos de interpretación y análisis de fenómenos ambientales dentro de los procesos generales de modelación matemática, desde la perspectiva de [Muñoz et al. \(2014\)](#), quienes indican que “la modelación matemática es uno de los dominios de investigación que, al interior de la Educación Matemática, asume como objeto de estudio las relaciones entre los contextos, situaciones propias de la cultura y de las demás ciencias con la matemática” (p. 51), lo que nos permite manifestar la importancia de la modelación matemática en la caracterización y el estudio de diversos fenómenos de impacto ambiental, aspecto fundamental en la comprensión del medio ambiente.

Pensar las matemáticas como una actividad humana involucra, entre otras, una caracterización de esta ciencia que contribuya en la interpretación de diferentes fenómenos que afectan nuestro planeta, lo que nos permite considerar la relevancia de la matematización en la formación de profesores, en el sentido de hacer de las matemáticas una herramienta para interpretar, analizar, comprender nuestra realidad y que contribuya en la toma de decisiones y en la caracterización compleja de fenómenos de impacto ambiental, igualmente compartimos la perspectiva de [Freudenthal \(1991\)](#), cuando manifiesta que la matematización horizontal implica ir del mundo real al mundo de los símbolos, mientras que la matematización vertical significa desenvolverse en el mundo de los símbolos.

Consideramos que un aspecto fundamental en los procesos de matematización y modelación matemática es su papel significativo en el análisis y la interpretación de fenómenos, lo que implica

caracterizar la conciencia ambiental en el sentido del presente artículo. Para Corraliza (como se citó en [Villamil, 2018](#)) “varios investigadores conciben la conciencia ambiental como una actitud general hacia el objeto de actitud ‘protección del medio ambiente’” (p. 44), igualmente, para Febles (como se citó en [Alea, 2006](#)) la conciencia ambiental es “el sistema de vivencias, conocimientos y experiencias que el individuo utiliza activamente en su relación con el medio ambiente” (p. 6), lo que implica considerar los procesos de modelación y matematización en la constitución de conocimientos, experiencias y vivencias en el marco de la actitud de los seres humanos hacia el medio ambiente.

En el presente artículo queremos dar a conocer algunos procesos de comprensión e interpretación ambiental que se han dado en los últimos tiempos en la formación de profesores de Matemáticas de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas UDFJC y cómo estos pueden contribuir a la generación de conciencia ambiental en diferentes comunidades, como una oportunidad para involucrar los procesos de matematización y de modelación matemática en la generación de conciencia ambiental, asociados a diversos fenómenos que manifiestan una necesidad de investigar y profundizar.

Metodología

El presente artículo expone la importancia de procesos asociados a la modelación matemática en espacios de generación de conciencia ambiental desarrollados por estudiantes para profesor de Matemáticas EPPM, a partir de un análisis realizado a productos hechos por estudiantes que han cursado el espacio de formación Matematización de problemas medio ambientales, en los que se evidencian estos procesos, espacio que pertenece al proyecto curricular de Licenciatura en Matemáticas LEMA de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en Bogotá, Colombia.

Es importante reconocer que en la LEMA, “los problemas matemáticos se utilizan como instrumentos de aprendizaje cuyo potencial radica en

las prácticas de matematización, modelación, conjeturación y demostración de propiedades matemáticas mediante el uso del lenguaje y representaciones matemáticas en que se involucran los resolutores” (Bohórquez *et al.*, como se citó en Licenciatura en Matemáticas, 2017, p. 29). Y en la perspectiva de los procesos de matematización, en la LEMA se reconoce que el aprendizaje de las matemáticas y la resolución de problemas son:

generadores de destrezas reflexivas, motivadores de la interacción social y [en los cuales se considere] la idea de “actividad” como articuladora del proceso. La “actividad” pasa a ser el centro del proceso de aprendizaje. Actividad como conjunto de procesos vinculados a una situación problemática o tarea y que genera conocimiento, y no sólo considerados como procesos cognitivos individuales, sino también contemplando su aspecto social, al originarse cuando un grupo intenta resolver una tarea. (García, como se citó en Licenciatura en Matemáticas, 2017, p. 29)

Ahora bien, reconociendo que “la principal característica de la investigación cualitativa es su interés por captar la realidad a través de los ojos de los sujetos actuantes, a partir de la percepción que ellos y ellas tienen de su propio contexto” (Gurdián, como se citó en Durán, 2012, p. 123), nuestro propósito como investigadores es problematizar el aspecto ya mencionado a través de la pregunta orientadora: ¿cómo involucrar la matematización para generar conciencia ambiental? Teniendo en cuenta los rasgos señalados por Flick (como se citó en Vasilachis, 2006)

- a) *la adecuación de los métodos y las teorías*: el objetivo de la investigación es más descubrir lo nuevo y desarrollar teorías fundamentadas empíricamente que verificar teorías ya conocidas.
- b) *la perspectiva de los participantes y su diversidad*: la investigación cualitativa analiza el conocimiento de los actores sociales y sus prácticas.

- c) *la reflexividad del investigador y de la investigación*: la investigación cualitativa toma a la comunicación del investigador con el campo y con sus miembros como una parte explícita de la producción de conocimiento. Las subjetividades del investigador y de los actores implicados son parte del proceso de investigación.
- d) *la variedad de enfoques y métodos en la investigación cualitativa*: la investigación cualitativa no está basada en un concepto teórico y metodológico unificado. Varias perspectivas teóricas y sus respectivos métodos caracterizan las discusiones y la práctica de investigación. (pp. 26-27)

y los componentes de la investigación cualitativa (Vasilachis, 2006): “los datos, los procedimientos de análisis de esos datos y el informe final” (p. 30), estructuramos el trabajo realizado con el grupo de estudiantes para profesor desde el estudio de caso en la investigación cualitativa (ECC), entendiendo este como “un proceso de indagación focalizado en la descripción y examen detallado, comprehensivo, sistemático, en profundidad de un caso definido, sea un hecho, fenómeno, acontecimiento o situación particular” (Durán, 2012, p. 128), y dado que este “no es una elección metodológica, sino una elección de lo que será estudiado” (Stake, como se citó en Durán, 2012, p. 129).

Desde el punto de vista de Stake (como se citó en Durán, 2012) se retoman cinco requerimientos para la optimización de la comprensión del caso:

1. Selección de tema/área, lo que es clave para el estudio. Deben considerarse los siguientes aspectos: determinar el caso identificando claramente la unidad de análisis; su delimitación (puede ser por tiempo y lugar, tiempo y actividad, definición y contexto)
2. La triangulación refleja un intento para obtener una comprensión profunda del fenómeno en estudio. Stake (2005, p. 454) la define como “un proceso de utilización de múltiples percepciones para aclarar significados, verificando la

capacidad de repetición de una observación o interpretación”.

3. Conocimiento experiencial. Se refiere a la relación con la facilitación de experiencias vicarias —del investigador— y flexibilidad cognitiva —del lector—. Esto implica la forma de presentar la información como una indagación narrativa o contando una historia (*storytelling*). Lo constituye un conocimiento tácito, concreto e irreflexivo (que se va construyendo a partir de formas de actuación observadas).
4. Contextos: deben considerarse aspectos históricos, culturales, físicos y geográficos, además de los contextos económico, social, político, ético y estético, en su interacción e influencia con el caso en estudio, según corresponda a la delimitación realizada.
5. Actividades: iniciar el estudio con un esbozo de idea de los que podría ser el reporte final, anticipando el orden y el tamaño de las partes de la historia. De esta forma se puede reducir las posibilidades de recuperar demasiados datos de cualquier tipo. (pp. 130-131)

Este ECC es de carácter explicativo ([López, 2013](#)) en el cual se pretende analizar las interpretaciones de los procesos asociados a la modelación matemática que ellos desarrollaron y en qué medida estos contribuyen en la generación de conciencia ambiental.

El estudio de caso como metodología en la investigación cualitativa, así como sus requerimientos asociados, se hacen visibles en el presente artículo, desde que los autores planteamos la pregunta orientadora de la investigación y el objetivo, hasta el establecimiento de las posibles relaciones entre matematización y conciencia ambiental.

Teniendo en cuenta lo anterior, se prioriza indagar sobre la comprensión de la relación entre matematización y conciencia ambiental a partir de la interacción con dos grupos focales, el primero: estudiantes de primer semestre de la LEMA, quienes no formaron parte del proceso, pero escucharon y vieron la presentación de los resultados del

proceso de matematización en algunos fenómenos ambientales, y el segundo: los estudiantes que vivieron la experiencia de desarrollar procesos de modelación y matematización sobre fenómenos ambientales; esta interacción fue dada a través de una exposición-taller y una entrevista, cuyos resultados permitieron analizar la comprensión de fenómenos medioambientales a partir de la interpretación de procesos asociados a la modelación matemática, así como la generación de conciencia ambiental, la identificación y la categorización de las dimensiones de conciencia ambiental que alcanzan los EPPM.

Los fenómenos modelados matemáticamente por los EPPM son:

- Grupo 1: “Emisiones de PM 2,5 generadas por el uso de diferentes medios de transporte en Bogotá” (Natalia Rodríguez y Nicolás Rojas)
- Grupo 2: “El reciclaje de plástico y sus implicaciones en el relleno sanitario de Doña Juana” (Claudia Díaz y Carlos Reyes)
- Grupo 3: “Proceso de modelación y estrategia ambiental en el relleno sanitario de Doña Juana, espacio de recolección y almacenamiento de desechos” (Katherine Aldana, Bairon Benito y Felipe Villalobos)
- Grupo 4: “Una forma de reducir la contaminación de plásticos de un solo uso” (Daisy López y Sofía Parada)
- Grupo 5: “Una propuesta para la optimización en la compra de concentrado en el Hogar de Paso Canino Perro Amor” (Wanda Amaya, Juliana Ibáñez y Juan López)

Es importante resaltar que el proceso de modelación matemática realizado por los EPPM —estudiantes que tienen conocimiento y cuentan con experiencia en matematización de situaciones— surge del interés por matematizar un fenómeno local asociado a una problemática medioambiental, con ello, la identificación del fenómeno, la búsqueda de información, la recolección de datos y el tratamiento de estos a partir de procesos

matemáticos y estadísticos que describieran de la mejor manera el comportamiento de estos fenómenos, se convirtieron en las principales actividades que les permitieron tomar decisiones y proponer estrategias para promover la concientización ambiental y contrarrestar las consecuencias que dejan estos fenómenos.

Resultados

Procesos, esquemas y actividades matemáticas en la matematización de fenómenos ambientales

Las perspectivas asociadas al significado de modelo matemático implican, en general, la construcción de relaciones y expresiones entre los objetos matemáticos que se involucran en la interpretación de una situación o contexto. Por medio del presente artículo queremos ampliar esta perspectiva a la caracterización, la comprensión y el análisis de las relaciones existentes entre diferentes variables y parámetros que intervienen en un fenómeno, en el que diversas actividades matemáticas permiten manifestar una comprensión, una reflexión y una conciencia sobre el fenómeno y sus implicaciones. En este sentido, las consideraciones asociadas a la modelización matemática permiten comprender o establecer diferentes relaciones, implicaciones, comparaciones entre diversas perspectivas y variables involucradas en un fenómeno real; consideraciones que se manifiestan a partir de procesos de matematización, que implican desarrollos y productos que se obtienen de la comprensión y el análisis profundo del fenómeno real.

Para [Blomhøj \(2004\)](#) los subprocesos asociados al proceso de modelización matemática son: formulación del problema, sistematización, traducción al lenguaje matemático, uso de métodos matemáticos, interpretación de resultados y conclusiones, y evaluación de la validez del modelo, aspectos que consideramos forman parte del proceso de matematización, pero que se amplían cuando se desarrolla un proceso que contribuya a

la consolidación de diversas actividades matemáticas que emergen del proceso de comprensión, reflexión y toma de conciencia de un fenómeno real.

En primera instancia, podemos analizar que los EPPM que cursaron el espacio de formación de la LEMA previamente mencionado, dan una relevancia importante a los procesos estocásticos en el análisis y el desarrollo del proceso de matematización, pues los esquemas fundamentales asociados a la comprensión de los diferentes fenómenos ambientales involucran la simulación, las series de tiempo, los análisis de regresión, así como la recolección de información con un alto grado de confiabilidad y pertinencia hacia los objetivos de análisis, reflexión y toma de decisión frente a situaciones de un gran impacto ambiental.

La simulación, herramienta que permite interpretar y analizar un fenómeno real a partir de aplicaciones informáticas, fue usada por los EPPM, a través del manejo de software como Excel, R, Simular, en el proceso de matematización y contribuyó a identificar los alcances de diferentes posibilidades frente al fenómeno ambiental, por ejemplo, ¿qué consecuencias traería en la ciudad de Bogotá y en la acumulación de basuras del relleno sanitario de Doña Juana, la diversificación y aumento de estrategias de reciclaje? O también frente a las consecuencias en las emisiones de PM 2,5 en Bogotá, cuando decidimos adoptar diferentes medios de transporte ([Figura 1](#)); igualmente contribuye en la toma de decisiones según diferentes escenarios, por ejemplo, cuando se presenta que una variable de decisión es el tipo de alimento canino que se puede usar en una fundación, es posible analizar variables económicas, como los gastos que se generan ([Figura 2](#)).

Los anteriores ejemplos muestran la importancia de la simulación en el análisis y la interpretación de diversos fenómenos ambientales. De esta forma, de acuerdo con Suárez y Cordero (como se citó en Arrieta y Díaz, 2015) “Al pasar por las etapas de modelación y simulación se propicia una perspectiva global y local de la situación de movimiento. El regreso constituye una resignificación

Categoría (ID V)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	EPATS (Total de emisiones anuales estimadas por los 1000 vehículos de la simulación)
EAVS1	270	33	12	20	36	197	42	282	108	50561,013
EAVS2	259	41	12	25	21	178	47	296	121	51766,924
EAVS3	265	34	8	34	25	186	48	299	101	46900,016
EAVS4	257	33	7	19	25	193	51	300	115	55806,555
EAVS5	269	39	4	25	34	185	53	283	108	52257,231

ID V	Categoría
1	Bicicleta
2	Buses
3	Busetas
4	Caminar
5	Moto
6	SITP
7	Taxi
8	TM
9	Plataformas digitales

Nota. La figura muestra algunos resultados del proceso de simulación realizado por el grupo 1 de EPPM entrevistado.

Figura 1. Simulación realizada por EPPM

Fuente: Natalia Rodríguez y Nicolás Rojas (2020), estudiantes de la Licenciatura en Matemáticas, UD.



Nota. La figura muestra algunos resultados del proceso de simulación realizado por el grupo 5 de EPPM entrevistado.

Figura 2. Simulación de Montecarlo realizada por EPPM, en el proceso de matematización

Fuente: Wanda Amaya, Juliana Ibáñez y Juan David López (2019), estudiantes de la Licenciatura en Matemáticas, UD.

de la situación" (p. 33), lo que implica una importancia concreta de la simulación en el proceso de matematización de fenómenos ambientales, pues ayuda a estudiar diferentes perspectivas y contribuye en la visualización general de la problemática y su impacto.

Otro esquema bastante usado por los EPPM en su proceso de matematización fue el desarrollo de series de tiempo asociadas a variables como acumulación y predicción de basuras en el relleno sanitario de Doña Juana y en algunas localidades de Bogotá y el precio del concentrado canino de diferentes calidades nutricionales, a través del tiempo. El enfoque del proceso de matematización por

medio de series de tiempo permite abordar componentes como tendencia, variación estacional y aleatoria, así como clasificaciones descriptivas de las series, que junto con los procesos estocásticos contribuyen en la caracterización y análisis de diferentes aspectos y elementos que varían con el tiempo y que influyen en una visualización amplia de fenómenos medioambientales.

El uso de series de tiempo en el análisis y la interpretación de fenómenos ambientales permitió, según la descripción de los estudiantes, estudiar el comportamiento de las emisiones de PM 2,5 a través del tiempo en la ciudad de Bogotá, identificando posibles factores asociados, así como predecir,

según nuestras acciones como seres humanos, cuál sería el crecimiento en la mala calidad del aire para la ciudad en periodos posteriores; igualmente, permitió identificar estacionalidad en los precios de concentrados para perros a través del tiempo, lo que puede ayudar en la organización de los gastos de entidades encargadas del cuidado y alimentación canina. Algunas de las conclusiones que los estudiantes obtienen se determinan gracias al análisis de series temporales, por ejemplo, cuando deciden analizar los niveles de reciclaje en algunos sectores de Bogotá, el grupo 2 define (Figura 3)

“En este sentido, de acuerdo con los índices encontrados se puede establecer que para la localidad de Bosa en promedio los días de la semana jueves, viernes y sábado presentan un mayor aprovechamiento de los residuos plásticos generados por persona en comparación con los demás días de la semana”

Entre las actividades asociadas al proceso de matematización de los fenómenos ambientales, la experimentación, la recolección de información y la caracterización de las magnitudes y unidades de medida que intervienen, se manifiestan como una necesidad, en diferentes momentos o etapas, para comprender y analizar perspectivas asociadas a las realidades emergentes de las problemáticas ambientales. Por ejemplo, los estudiantes querían

comprender la realidad del reciclaje en su comunidad circundante, para esto, usaron algunas formas de recolección de información (entrevistas, encuestas) que les permitieron identificar aspectos asociados a la problemática, como la separación de la basura y los tipos de plástico que más se recogen en la comunidad; igualmente, los estudiantes que decidieron estudiar aspectos asociados a la calidad del aire en Bogotá, gracias al análisis de la problemática, comprendieron magnitudes asociadas a la medición de la calidad del aire, por ejemplo, el grupo define que “el IDEAM expone que el contaminante con mayor potencial de afectación es el Material Particulado menor a 2,5 micrómetros (PM 2,5), compuesto de diferentes sustancias tales como metales pesados u hollín, las cuales provienen de todo tipo de combustiones, incendios forestales, procesos industriales y principalmente de la circulación de vehículos que funcionan con combustible”, lo que manifiesta la necesidad de involucrar aspectos asociados a la interpretación y comprensión de las magnitudes en el desarrollo del proceso de matematización de fenómenos ambientales.

De esta forma, se hace evidente que el proceso de matematización y la modelación matemática deben involucrar una gran diversidad de actividades en su desarrollo, pues estas contribuyen en la comprensión del fenómeno y ayudan en el desarrollo profesional del profesor de Matemáticas; es decir, de acuerdo con Forero (2020):

Periodo	VE	AJUSTE	VEF	INOCIE	
1	0,75	1,02754361	0,77478433	-0,2253	Índice estacional primer periodo (Lunes) es de -0,2253
2	0,85	1,02754361	0,87095425	-0,1290	Índice estacional segundo periodo (Martes) es de -0,1290
3	0,95	1,02754361	0,97457886	-0,0254	Índice estacional tercer periodo (Miércoles) es de -0,0254
4	1,22	1,02754361	1,25000092	0,2900	Índice estacional cuarto periodo (Jueves) es de 0,29
5	0,98	1,02754361	1,01155936	0,0136	Índice estacional quinto periodo (Viernes) es de 0,0135
6	1,18	1,02754361	1,21218308	0,2122	Índice estacional sexto periodo (Sábado) es de 0,2122
7	0,88	1,02754361	0,90597922	-0,0940	Índice estacional séptimo periodo (Domingo) es de -0,0940
	6,82	1,02754361	7		

Figura 8. Díaz & Reyes (2020). Tabla de índice de comportamiento del reciclaje para cada día de la semana.

[imagen]. Fuente: Elaboración propia

Nota. La figura muestra algunos resultados del proceso “serie de tiempo” realizado por el grupo 2 de EPPM entrevistados.

Figura 3. Índices estacionales para reciclaje

Fuente: Claudia Díaz y Carlos Reyes (2020), estudiantes de la Licenciatura en Matemáticas, UD.

Es importante tener en cuenta que las experiencias asociadas con la modelación matemática que permitan transitar por diferentes procesos fenomenológicos en situaciones reales como: la experimentación, la recolección de información, la caracterización, el análisis de instrumentos de medición y la organización de los datos, son una fuente de vivencias que promueven el desarrollo de procesos de matematización y contribuyen en el proceso para potenciar el avance de prácticas matemáticas. (p. 77)

Pues estas experiencias son elementos fundamentales en la formación del profesor de Matemáticas con un sentido objetivo y amplio de su realidad ambiental.

Frente a la caracterización de la matematización y la modelación matemática de los fenómenos ambientales por parte de los estudiantes de primer semestre, ellos reconocen como principal esquema asociado al proceso de análisis el denominado “modelo o análisis estadístico”, que para ellos “fue implementado en las dos ideas principales que nos fueron presentadas en el proyecto” (Elaboración de estudiantes). Aunque no hay una comprensión profunda de los métodos y análisis estadísticos, se reconoce que “los procesos y actividades que fueron tomados por nuestros compañeros fueron más que todo de simulaciones, respondiendo a la pregunta: ¿qué pasaría sí?”, logrando interpretar que la simulación y el análisis estadístico permiten interpretar diferentes perspectivas asociadas a un fenómeno.

Finalmente, un elemento que los estudiantes de primer semestre destacaron bastante fue que los procesos desarrollados por los EPPM responden principalmente a métodos y esquemas estadísticos, que para ellos deberían complementarse con elementos matemáticos, quizás porque los estudiantes consideran que los esquemas deterministas también deben hacer parte de los análisis y las comprensiones asociados a fenómenos ambientales.

Conciencia ambiental desarrollada en EPPM desde problemáticas de fenómenos medioambientales

Es importante poner de manifiesto que este trabajo surge de evidenciar la falta de importancia que se le otorga a la educación ambiental y con ello a la generación de la conciencia ambiental, y más importante aún, al poco reconocimiento que se le da a las matemáticas como herramienta que permite y ayuda en gran medida a la generación de esta en los individuos. Sin embargo, desde la LEMA de la UDFJC se cuenta con un espacio de formación que incorpora el análisis de fenómenos ambientales y la matematización en la educación de profesores de Matemáticas. Teniendo en cuenta las vivencias y desarrollos alcanzados por los estudiantes en este espacio, los autores de este artículo reconocemos al igual que Gámiz, Flores y Gutiérrez (s.f.) que

Es indudable la relevancia actual de la Educación Ambiental, como arma para luchar en favor de la conservación de nuestro entorno. Para inculcar actitudes de respeto hacia el medio ambiente (que incluye tanto a la naturaleza como a las relaciones que el ser humano establece con ella), primero es necesario conocerlo, así como comprender su problemática. En muchas ocasiones, las matemáticas son una herramienta imprescindible para ello. (p. 1)

Por otro lado, coincidimos con [Díaz \(2019\)](#), autora que retoma palabras de otros exponentes para establecer la definición de educación ambiental como

un proceso que reconoce valores y aclara conceptos centrados en fomentar las actitudes, destrezas, habilidades y aptitudes necesarias para comprender y apreciar las interrelaciones entre el ser humano su cultura y la interrelación con la naturaleza (Rengifo, Quitiaquez y Mora, 2019, p. 4). Asimismo, la ocasión ambiental se convierte en un eje fundamental para “adquirir conciencia, valores,

comportamientos ecológicos y éticos, y técnicas que en consonancia con el desarrollo sostenible” (p. 4) que favorezcan la participación ciudadana en la toma de decisiones que sean efectivas y vayan en pro de la protección del medio ambiente. (p. 7)

Se entiende entonces que el hecho de que un individuo posea conciencia ambiental se debe al aprovechamiento de una educación ambiental enseñada por un docente o institución o aprendida autónomamente, ya que por el contrario el que exista una legislación o normatividad, o conocer que existen problemáticas medioambientales no garantiza que un individuo sea consciente ambientalmente. Según [Díaz \(2019\)](#):

A pesar de la existencia de normatividad sobre la conservación y cuidado del medio ambiente, no se ha logrado que el ser humano tome conciencia del problema que acarrea el no cuidar el medio ambiente. El tema sobre la toma de conciencia ambiental es un problema de poco estudio, siendo la sociedad la principal responsable del uso de los recursos naturales y de cuidar el medio ambiente. (p. 3)

En este sentido la conciencia ambiental se hace evidente desde el sentir hasta la toma de acciones

de un individuo. Esta está configurada desde unas dimensiones que ya han sido expuestas por autores como [Gomera \(2008\)](#) y [Villamil \(2018\)](#), que se retoman a continuación para posteriormente evidenciar mediante un análisis en qué dimensión se encuentran los EPPM de la LEMA de la UDFJC.

En la primera fase de este trabajo se obtuvieron respuestas de los estudiantes de primer semestre, referentes a preguntas de los productos realizados por EPPM luego de darles a conocer los productos mencionados por medio de una exposición-taller. Las preguntas del taller: “¿Consideran que las problemáticas presentadas tienen un impacto ambiental en el planeta y son relevantes para la sociedad? ¿Por qué?” y “¿Cuál es su visión frente a los fenómenos ambientales presentados, posterior al análisis realizado por los EPPM?” permiten evidenciar y analizar aspectos en las respuestas de los estudiantes que atienden a las dimensiones de la conciencia ambiental; se obtienen respuestas que definen hacen permiten identificar dos dimensiones de la conciencia ambiental: cognitiva y afectiva ([Figura 4](#)); cognitiva en el sentido en que expresan ideas que permiten caracterizar que tienen cierto grado de información referente a problemáticas puntuales medioambientales; y la afectiva, cuando emergen sentimientos de

Tabla 1. Dimensiones de la conciencia ambiental

Dimensión	Acciones del individuo
Dimensión cognitiva - IDEAS	El individuo tiene cierto grado de información sobre las problemáticas medioambientales. Construye conocimiento que le permiten comprender estas.
Dimensión afectiva - EMOCIONES	El individuo promueve en su ser sentimientos de preocupación relacionados a las problemáticas medioambientales, muestra atisbos de valores proambientales e interés por informarse más sobre el tema.
Dimensión conativa - ACTITUDES	El individuo muestra interés y disposición por realizar acciones en su conducta en pro de beneficiar el medio ambiente, ayudando con posibles soluciones a las problemáticas medioambientales.
Dimensión activa - CONDUCTAS	El individuo realiza o ejecuta acciones, procedimientos, comportamientos y conductas responsables para con las problemáticas medioambientales, estas pueden ser individuales o colectivas.

Fuente: elaboración propia a partir de las anotaciones de Gomera (2008) y Villamil (2018).

preocupación asociados a las mismas, además, se evidencia la dimensión conativa (Figura 5), ya que manifiestan algunas acciones o soluciones que se deberían realizar para enfrentar acertadamente las problemáticas. Algunos registros de esto se muestran en la figura 4 y 5.

Las respuestas recibidas por parte de los siete equipos de trabajo de estudiantes de primer semestre son similares; siendo evidente, de manera general, que existe un sentimiento de preocupación cuando enuncian la relevancia del tema y las consecuencias de estas problemáticas; sin embargo, no manifiestan interés por informarse más del tema y aunque se les solicita argumentar a través del planteamiento de la pregunta: “¿Por qué?”, sus respuestas en algunos casos son poco estructuradas.

Continuando con la segunda fase (Entrevista) de este trabajo investigativo, realizada con estudiantes de octavo y décimo semestre de la LEMA, EPPM que realizaron los productos de modelación a problemas medioambientales, se efectúa el análisis respectivo para determinar las dimensiones de la conciencia ambiental en las que se encuentra este grupo de estudiantes.

Una caracterización inicial de los estudiantes que vivieron las experiencias de matematización en diversos fenómenos ambientales, nos permite manifestar que son estudiantes que han tenido algunas experiencias de modelación matemática en diversos escenarios, pero que no han tenido la posibilidad de analizar la influencia de estos procesos de modelación matemática en los fenómenos analizados y en su propia conducta; su perspectiva inicial frente a los fenómenos que estudiaron implica que su comprensión de las realidades era lejana, superficial, sobre la cual sabían que existían problemáticas, pero no eran conscientes ni comprendían el impacto real de todas las acciones, variables y hechos que están asociados al fenómeno ambiental.

Teniendo en cuenta las entrevistas realizadas, los estudiantes reflexionan sobre su perspectiva antes y después de su vivencia sobre el proceso de matematización de los fenómenos ambientales. Una de sus consideraciones previas frente a las problemáticas asociadas a las realidades ambientales indica que: “Uno sabe que los problemas están ahí, pero los pasa por alto, uno no tiene conciencia de los hechos que ocurren y el impacto real de los mismos” (comunicación personal, 9 de diciembre, 2020).

1. ¿Consideran que las problemáticas presentadas tienen un impacto ambiental en el planeta y son relevantes para la sociedad? ¿Por qué?
R= *Sí, porque son relevantes para la sociedad, ya que afecta varios ámbitos en el mundo tales como: problemas respiratorios y pulmonares, afecciones en la piel, problemas climáticos, causa enfermedades y en ocasiones llega a causar el fallecimiento de la persona.*

Figura 4. Respuesta de Anderson, Angie y Geraldine

Nota. Elaboración de estudiantes.

5. ¿Cuál es su visión frente a los fenómenos ambientales presentados, posterior al análisis realizado por los EPPM?
R/Una visión de reflexión grupal hacia lo que debemos hacer por nuestro entorno y por nuestra propia salud y esto a su vez es una invitación a tener prioridad sobre nuestra salud y entorno ecológico, las estadísticas hablan de un porcentaje considerable por muertes de cáncer en los pulmones debido a estos problemas ambientales, esto nos conlleva a tener conciencia sobre las consecuencias que tiene el no cuidar nuestro entorno y nuestro medio ambiente.

Figura 5. Respuesta de Nicolás, William, Daniel y Camilo

Nota. Elaboración de estudiantes.

El análisis de los estudiantes, frente a las vivencias asociadas a los procesos de matematización de los fenómenos estudiados, sus consideraciones generales de la experiencia y su cambio de perspectiva frente a los fenómenos analizados, nos permite identificar que en este grupo de estudiantes se hacen presentes todas las dimensiones de la conciencia ambiental, ya que en todo el desarrollo asociado a la modelación matemática se evidencian ideas, emociones, actitudes y conductas. Concretamente, teniendo en cuenta los análisis realizados, podemos establecer las siguientes consideraciones frente a las dimensiones de la conciencia ambiental en los EPPM:

Dimensión cognitiva: los EPPM se identificaron particularmente con su problemática escogida para trabajar, mostraron tener un conocimiento básico relacionado con la problemática. Esto puede interpretarse de las palabras expresadas por los integrantes del grupo 5 en su entrevista, así:

“las razones por las que decidimos basarnos como tal en un hogar de paso fue porque veíamos un problema que impacta de forma social; el hecho de que hay muchos animalitos; perros y gatos, que tiran a la calle; eso obviamente nos afecta. Queríamos ver el tipo de soluciones que se le daba a ese problema; una solución son los hogares de paso o fundaciones que los recogen, ayudan y dan en adopción” (comunicación personal, 15 de diciembre, 2020).

O de las palabras expresadas por los integrantes del grupo 1 en su entrevista, así:

“Queríamos ver lo relacionado con la calidad del aire, nos dimos cuenta que en Bogotá se evidencia este fenómeno como problemática; comenzamos a buscar información al respecto, encontrando que en la calidad del aire inciden diferentes contaminantes, entre estos el material particulado PM 2,5; este nos llamó la atención porque leímos un artículo que menciona que estas partículas son las que nosotros ingerimos y ello afecta directamente la

salud de las personas, principalmente adultos mayores e infantes” (comunicación personal, 4 de diciembre, 2020).

Dimensión afectiva: los EPPM enuncian las consecuencias que deja su problemática seleccionada al medio ambiente y manifiestan un sentimiento de preocupación. Además, muestran un interés por indagar información que les permitió profundizar más en sus respectivas problemáticas para desarrollar un trabajo de modelación matemática y la construcción de su producto final —artículo y video—. Se evidencian valores proambientales, estimando a partir de la modelación matemática un uso racional de los recursos que intervienen en cada problemática.

Lo mencionado puede interpretarse desde palabras de los integrantes del grupo 5 al dar respuesta a los motivos por los cuales decidieron como equipo interpretar, caracterizar y analizar el fenómeno de impacto ambiental escogido por ellos: “...también va ligado a nuestra personalidad, nosotros nos identificamos muy animalistas, el tema en sí nos llamaba la atención; además de contribuir a estudiar el impacto ambiental, nos generaba satisfacción trabajar en este aspecto” (comunicación personal, 15 de diciembre, 2020).

Por otro lado, al analizar las siguientes palabras de los integrantes del grupo 2, también se interpreta la dimensión afectiva de la conciencia ambiental en los EPPM desde las características ya mencionadas:

“Nosotros estábamos buscando un fenómeno que tuviera consecuencia en nuestras acciones, en un mapeo general vimos que uno de los principales contaminantes del relleno sanitario Doña Juana era este material y dijimos, si el plástico es el material que tarda más años en desintegrarse, ¿qué podemos hacer nosotros para reciclar este plástico, y que ello tenga consecuencias desde lo que podemos hacer desde nuestras casas?” (comunicación personal, 9 de diciembre, 2020).

Dimensión conativa: los EPPM enuncian las estrategias o soluciones a implementar para solventar su problemática seleccionada, mostrando a partir de la modelación matemática qué tanto ayudarían estas al ambiente. Las siguientes comunicaciones dan cuenta de ello:

“Las prácticas cotidianas pueden afectar en gran medida el medio ambiente y trabajar en ello desde la matemática con los estudiantes puede dar buenos resultados. En gran medida este tipo de actividad matemática permite que las personas generen mayor conciencia ambiental” (Grupo 4, comunicación personal, 9 de diciembre, 2020).

“Mostrar a las personas que con separar por lo menos los envases plásticos se contribuye a que deje de llegar cierta cantidad muy significativa de este material al relleno sanitario Doña Juana. Con esta pequeña acción se hace una diferencia y entre más se realice esta acción mayor impacto positivo al contribuir con la reducción del fenómeno” (Grupo 2, comunicación personal, 9 de diciembre, 2020).

Dimensión activa: los EPPM enuncian que después del proceso desarrollado han querido realizar acciones a favor de mejorar su problemática ambiental, aunque muchas veces sin éxito. Sin embargo, algunos sí han realizado estas de manera satisfactoria, resaltando su beneficio. Cabe mencionar que dentro de las acciones realizadas se encuentra la divulgación y publicación de los productos realizados, ya que ello significa concientización ambiental a gran escala.

Esto puede interpretarse particularmente de las palabras expresadas por una integrante del grupo 3, ya que ella y su familia siguen con el reciclaje de envase plástico y cartón semanalmente, no puesto directamente en una bolsa; ellos sacan este material a la acera de la casa los días establecidos o que saben que transitan los recolectores de material reciclado; y también de las integrantes del grupo 4, ya que manifiestan que

han presentado su trabajo al Relme 34⁴ a través de la siguiente mención:

“Presentamos el trabajo realizado desde una perspectiva pedagógica en el Relme 34 en Guatemala, ya estamos notificadas con aceptación, por el aplazamiento del evento debido a la pandemia esperamos la carta de aceptación oficial. El interés por publicar y divulgar nuestro trabajo es dar a conocer esas propuestas que pueden ayudar a generar conciencia ambiental en los estudiantes desde la educación matemática. Además, dar a conocer el trabajo que se realiza desde nuestra licenciatura; trabajos que pueden afectar el proceso educativo para bien” (comunicación personal, 9 de diciembre, 2020).

Por otro lado, una acción responsable para con su problemática medioambiental trabajada por el grupo 4 ha sido comprar en gran cantidad producto para envasar en envases que ya se tienen o la reutilización de botellas plásticas de shampoo para la disposición de otros productos y contribuir a la poca producción de envase plástico innecesariamente, ya que no han podido encontrar un lugar fiable y cercano de venta a granel de este producto.

La matematización y la conciencia ambiental

En los apartados anteriores presentamos, de manera general, algunas perspectivas asociadas a esquemas, métodos, desarrollos que son visibles en procesos de modelación matemática vinculados al análisis de diversos fenómenos ambientales, así como elementos emergentes del análisis y la comprensión de la realidad asociada a diversas situaciones ambientales que pueden ser interpretados como puntos característicos de diversas dimensiones de concientización ambiental. En esta sección

4 La Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa (Relme) es un encuentro anual de investigadores, profesores, estudiantes de licenciatura o posgrado y personas interesadas en la educación matemática, convocado por el Comité Latinoamericano de Matemática Educativa (Clame) que se realiza desde 1987 en distintos países de América Latina. La versión 34 de 2021 (en modalidad virtual) tiene como sede la ciudad de Quetzaltenango (Guatemala). <https://clame-relme.org/>

pretendemos exponer la relación entre las dos comprensiones, con el ánimo de manifestar la importancia de los procesos de matematización en el análisis, la comprensión y la toma de conciencia de diversos fenómenos de afectación ambiental.

En la perspectiva de Freudenthal (como se citó en [Bressan, Zolkower y Gallego, 2005](#)), comprendemos la matematización como una actividad humana (p. 73), que implica el uso y desarrollo de diversos esquemas, actividades y prácticas matemáticas para la comprensión de los fenómenos analizados, así como involucrarse con la realidad estudiada, con el objetivo de adquirir una visión compleja que provoque una mejor toma de decisiones y una concientización de los impactos y las consecuencias de nuestra actuación frente a tal realidad, en este caso, todos los elementos que involucra fomentar una conciencia ambiental.

En las entrevistas realizadas a los estudiantes que participaron directamente en la experiencia de matematización de diversos fenómenos medioambientales se encuentran perspectivas alusivas a la importancia de la intervención de la matematización en la comprensión de estos, pues permiten distinguir a los esquemas y métodos matemáticos como herramientas para analizar, comprobar y validar hipótesis en la comprensión y toma de decisiones que debe acompañarse de formas de comunicación acertadas para dar a conocer y promover actitudes de conciencia ambiental en la comunidad. Los estudiantes lo manifiestan así: “la matematización permite a un sujeto la

toma de decisiones racionales y no que se deje llevar por un sentido común que no tiene ninguna forma de validación...”, igualmente, “...la matematización nos ayuda a darnos cuenta de muchos aspectos en nuestra realidad y a validar, pero esto debe estar acompañado de estrategias para comunicar” (Grupo 5, comunicación personal, 15 de diciembre, 2020).

De esta forma, para los estudiantes que intervinieron directamente en el proceso de modelación matemática, su comprensión sobre el fenómeno ambiental, a partir de la matematización, contribuyó en la toma de decisiones hacia la situación ambiental estudiada; por ejemplo, en el análisis, no solo desde una perspectiva económica de los productos alimenticios para mascotas, sino también involucrando factores de nutrición, época para comprar y cantidad, en su decisión, así como las estrategias asociadas al reciclaje, aprovechamiento y manejo del plástico y su impacto en la forma de acumulación de basuras en el hogar.

Igualmente, uno de los aportes del proceso de Matematización, asociado con la dimensión activa de la conciencia ambiental, es el establecimiento y posterior análisis de las estrategias ambientales por parte de los participantes de las experiencias, en donde los estudiantes, aparte de analizar y comprender el fenómeno, pueden plantear estrategias y hacer uso de diversos esquemas para estudiar su viabilidad y posible impacto en la realidad. En este sentido, algunos de los elementos que resumen esta actividad se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 2. *Actividad matemática y estrategias ambientales en los proyectos de los EPPM*

Fenómeno ambiental/Proyecto	Estrategia	Esquema o método de análisis
El reciclaje de plástico y sus implicaciones en el relleno sanitario de Doña Juana.	Reciclaje de plástico en el hogar.	Simulación computacional y análisis estadístico.
Emisiones de PM 2,5 generadas por medios de transporte en Bogotá.	Posibilidades de cambio en el uso de diversos medios de transporte.	Muestreo, simulación y abordaje de modelos deterministas.
Una forma de reducir la contaminación de plásticos de un solo uso.	Compra de productos a granel.	Muestreo y simulación estadística.

Fuente: elaboración propia.

Este escenario manifiesta una relación explícita entre las acciones, estrategias y oportunidades de involucrarse en la realidad asociada a una situación ambiental y los procesos, esquemas y métodos en modelación matemática y matematización, para lograr avanzar en la generación de conciencia ambiental, que promueve, para varios estudiantes, una necesidad de comunicar y divulgar todos los procesos, para que las personas de la comunidad tengan la oportunidad de ampliar su comprensión de las realidades asociadas al impacto de las acciones en diversos fenómenos ambientales y extender su perspectiva sobre las afectaciones y el impacto de las acciones sobre el medio ambiente.

Los estudiantes que participaron en la primera fase de este proceso de investigación tienen la visión del espectador, sobre la cual es necesario trabajar para fortalecer las actividades que promuevan conciencia y una mayor comprensión en su toma de decisiones hacia diversos fenómenos ambientales. Su percepción se centra en las posibilidades que tenemos como profesores de Matemáticas de involucrarnos en procesos que mejoren la educación ambiental y cómo podríamos contribuir en esta, es así como los estudiantes consideran que:

“como docentes, tenemos una gran responsabilidad, debido a que al tener contacto con una gran variedad de personas en especial las que hasta ahora están formando sus costumbres para la vida, podemos fomentar en ellos la ayuda y mejora para el planeta y nuestro diario vivir, mostrándoles diversas formas de reutilizar y mejorar nuestro entorno” (Elaboración de estudiantes).

La anterior perspectiva, presente en varias intervenciones de los estudiantes, implica fortalecer las relaciones entre la matematización, la modelación matemática y la conciencia ambiental, en el sentido de dar más posibilidades, en su formación, para comprender su realidad ambiental y analizar el impacto de sus decisiones y actuaciones frente a nuestro medio.

Conclusiones

Gracias a la investigación realizada, desde un ECC de tipo explicativo, se pone de manifiesto que está latente en los EPPM, desde sus inicios en la formación docente, la preocupación por la importancia de educar ambientalmente, desde las matemáticas; ya que los problemas medioambientales radican en la poca o nula conciencia ambiental que desarrollan los individuos.

Teniendo en cuenta estas perspectivas y el desarrollo alcanzado por los estudiantes que experimentaron directamente vivencias asociadas al espacio de formación Matematización de problemas medio ambientales, es importante que los proyectos de formación de profesores de Matemáticas consideren y lleven a cabo la implementación de espacios que permitan desarrollos asociados a la generación de conciencia ambiental y a la vinculación de los esquemas en matematización y modelación matemática que pueden contribuir en la toma de decisiones, en la caracterización y análisis de estrategias asociadas con diversos fenómenos ambientales, pues, de acuerdo con [Estrada \(2010\)](#):

en estos tiempos en el que la ciencia y la tecnología avanzan muy rápido, se debe hacer conscientes a los estudiantes que ciencia-sociedad-ambiente no están desligados y que se puede crear una conciencia social ambientalista a través de la enseñanza de las ciencias. (p. 439)

El tránsito que realizan los EPPM por procesos asociados a la modelación matemática y a la matematización permite que los docentes en formación identifiquen, analicen y comprendan a profundidad la afectación de diversos fenómenos medioambientales y, desde allí, que las estrategias de concientización que plantean no queden como una solución obvia, sino que por el contrario, a través de las matemáticas como herramienta, permitan interpretar el mundo y estas estrategias se conviertan en acciones concretas con resultados

satisfactorios, que al ser comunicados, impactan en gran medida en la comunidad, gracias al sustento “científico” que se muestra en los desarrollos.

En este sentido, es posible contribuir a la generación de conciencia ambiental de los estudiantes por medio de la enseñanza de las matemáticas, propiciando espacios y vivencias que promuevan el análisis detallado de diversos fenómenos de afectación ambiental, de tal forma que las estrategias, los esquemas y los métodos apoyen nuestro cambio de actitud frente a las acciones ambientales y a la comprensión y toma de conciencia de nuestra realidad; por lo tanto, de acuerdo con [Estrada \(2010\)](#):

Esta conciencia científico-social se puede generar desde los salones de clases en todos los niveles educativos, haciendo que los estudiantes tengan una visión más amplia del papel social que debe tener la ciencia, en este caso particular la enseñanza de la física y las matemáticas. (p. 439)

Finalmente, tras el desarrollo de la investigación se hace evidente, en gran medida, el uso de esquemas aleatorios, como la interpretación de fenómenos a partir de análisis de series de tiempo, la simulación y la inferencia estadística, debido a que los EPPM son conscientes que los fenómenos ambientales involucran una gran cantidad de variables, que no se comportan de forma determinista usualmente y manifiestan factores que, para los EPPM, contribuyen en un mayor acercamiento a las diferentes realidades asociadas a un fenómeno ambiental y permiten profundizar en diferentes aspectos, como el análisis del impacto de estrategias ambientales; además ayudan en la comprensión y toma de decisiones frente a los fenómenos ambientales en diferentes contextos, épocas y actores vinculados.

Agradecimientos

Agradecemos a los estudiantes del espacio de formación Matemática de problemas medio

ambientales en los periodos 2019-II y 2020-I, quienes, con sus puntos de vista y experiencias, aportaron valiosamente al desarrollo del presente trabajo de investigación. La financiación estuvo directamente a cargo de los autores del presente proyecto.

Referencias

- Alea, A. (2006). Diagnóstico y potenciación de la educación ambiental en jóvenes universitarios. *Odi-seo, Revista Electrónica de Pedagogía*, 3(6), 1-29
- Arrieta, J., Díaz, L. (2015). Una perspectiva de la modelación desde la socioepistemología. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, RELIME*, 18 (1), 19-48
- Blomhøj, M. (2004). Mathematical Modelling: A Theory for Practice. En B. Clarke, D. Clarke, G. Emanuelsson, B. Johnansson, D. Lambdin, F. Lester, A. Walby, & K. Walby, (Eds.), *International Perspectives on Learning and Teaching Mathematics* (pp. 145-159). National Center for Mathematics Education.
- Bressan, A., Zolkower, B., Gallego, M. F. (2005). Los principios de la educación matemática realista. En H. Alagia, A. Bressan y P. Sadovsky, *Reflexiones teóricas para la educación matemática* (pp. 69-98). Libros del Zorzal
- Díaz, D. N. (2019). *Falencias en la política de educación ambiental y la falta de conciencia ambiental en Colombia* [Tesis de grado]. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá D.C., Colombia. <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/32306>
- Durán, M. M. (2012). El estudio de caso en la investigación cualitativa. *Revista Nacional de Administración*, 3 (1), 121-134
- Estrada Guerrero, R. (2010). La enseñanza de la física y las matemáticas: un enfoque hacia la educación ambiental. *Latin-American Journal of Physics Education*, 4(2), 435-440
- Forero, A. (2020). Procesos de modelación matemática en formación de profesores de matemáticas. *Revista de la Facultad de Ciencias*, 9(2), 66-79. <https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v9n2.86884>
- Freudenthal, H. (1991). *Revisiting Mathematics Education: China Lectures*. Kluwer Academic Publishers

- Gámiz, L., Flores, P., Gutiérrez, J. (s.f.). Matemáticas “Ambientales”. En: VIII Jornadas Andaluzas de Educación Matemática “Thales”. Universidad de Granada. http://www.ugr.es/~pflores/textos/aRTI-CULOS/Propuestas/Jaen_ambienta.pdf
- Gomera, A. (2008). La conciencia ambiental como herramienta para la educación ambiental: conclusiones y reflexiones de un estudio en el ámbito universitario. *Centro Nacional de Educación Ambiental*
- Licenciatura en Matemáticas. (2017). Proyecto educativo del programa del proyecto curricular: Licenciatura en Matemáticas. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <http://licmatematicas.udistrital.edu.co:8080/proyecto-educativo-del-programa>
- López González, W. (2013). El estudio de casos: una vertiente para la investigación educativa. *Educere*, 17(56), 139-144
- Muñoz Mesa, L. M., Londoño Orrego, S. M., Jaramillo López, C. M., Villa-Ochoa, J. A. (2014). Contextos auténticos y la producción de modelos matemáticos escolares. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 42, 48-67
- Pasek de Pinto, E. (2004). Hacia una conciencia ambiental. *Educere*, 8(24), 34-40
- Vasilachis, I. (2006). La investigación cualitativa. En I. Vasilachis, (coord.), *Estrategias de investigación cualitativa* (pp. 23-64). Gedisa
- Villamil, L. (2018). Propuesta didáctica de educación ambiental para el desarrollo de la conciencia y el conocimiento ambiental [Tesis de maestría]. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A., Bogotá D.C., Colombia. <https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/988/1/Documento%20Final%20para%20entrega%20Jun-19.pdf>

