



Una Verdad Incómoda “MatEcoTierra”: proyecto pedagógico de aula desarrollado con estudiantes para profesor de matemáticas

- An Uncomfortable Truth “MatEcoTierra”: Classroom Pedagogical Project developed with students for math teacher
- Uma Verdade Incômoda “MatEcoTierra”: projeto pedagógico em sala de aula desenvolvido com alunos para professor de matemática

Resumen

En este artículo se presenta el desarrollo del proyecto pedagógico de aula *Una Verdad Incómoda: MatEcoTierra*, realizado con estudiantes de la Licenciatura en Matemáticas de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. El proyecto pedagógico de aula se centró en estudiar una situación social del entorno relacionada con el impacto de la contaminación ambiental, sustentado en las matemáticas, con la intención de generar una visión crítica y una conciencia socioambiental en los estudiantes en formación. Este proyecto se sustenta en el enfoque sociopolítico de la educación matemática crítica, desarrollado a partir de las cinco fases que se proponen desde la modelación matemática como estrategia metodológica, dando lugar a la planeación, desarrollo, el análisis de los resultados obtenidos y las conclusiones que suscitó el trabajo realizado. La discusión y análisis que posibilita el desarrollo de este proyecto resulta fundamental en el proceso de formación de los futuros docentes de matemáticas, puesto que es importante reflexionar sobre distintas prácticas pedagógicas que pueden ser implementadas en el aula como estrategia didáctica para generar cambios en la rutina habitual de la clase de matemáticas. En virtud de los resultados, en el proceso de formación es fundamental reconocer que las matemáticas se convierten en una herramienta poderosa, que permite leer y comprender críticamente situaciones sociales y ambientales del contexto, para tomar actitudes de transformación que generen conciencia en el ser y hacer cotidiano.

Palabras clave:

Matemáticas; pensamiento crítico; práctica pedagógica; modelo matemático; sensibilización ambiental

Erika Macias Becerra*
Laura Ordóñez**
Edna Fresneda Patiño***

* Estudiante de Licenciatura en Matemáticas, Facultad de Ciencias y Educación, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: edmaciasb@correo.udistrital.edu.co. Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0036-5689>

** Estudiante de Licenciatura en Matemáticas, Facultad de Ciencias y Educación, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: lsordonezh@correo.udistrital.edu.co. Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9842-3460>

*** Magíster en Educación, docente, Facultad de Ciencias y Educación, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: epfresnedap@correo.udistrital.edu.co. Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2086-6920>



Abstract

This article presents the development of the pedagogical classroom project “Una Verdad Incómoda: MatEcoTierra”, carried out with students of the Bachelor of Mathematics, of the Francisco José de Caldas District University. The objective of this pedagogical classroom project focused on studying a social situation of the environment related to the impact of environmental pollution, based on mathematics, to generate a critical vision and a socio-environmental awareness in students in training. This project is based on the sociopolitical approach of Critical Mathematical Education, developed from the five phases proposed from mathematical modeling as a methodological strategy, to give rise to the planning of each of these, its development, the analysis of the results obtained, and the conclusions that aroused the work carried out. The discussion and analysis that enables the development of this project is fundamental in the process of training future math teachers since it is important to reflect on different pedagogical practices that can be implemented in the classroom as a didactic strategy to generate changes in the usual routine of the math class. In this training process, it is essential to recognize that mathematics becomes a powerful tool, which allows us to read and understand critically social and environmental situations of the context, to take attitudes of transformation that generate awareness in the being and make every day.

Keywords:

Mathematics; environmental education; critical thinking; pedagogical practice; mathematical model

Resumo

Este artigo apresenta o desenvolvimento do projeto pedagógico em sala de aula “Uma Verdade Incômoda: MatEcoTierra”, realizado com alunos do Bacharelado em Matemática, da Universidade Distrital Francisco José de Caldas. O projeto pedagógico em sala de aula teve como foco estudar uma situação social do entorno relacionada ao impacto da poluição ambiental, sustentado na matemática, com a intenção de gerar uma visão crítica e uma consciência socioambiental nos alunos em formação. Este projeto baseia-se na abordagem sociopolítica da Educação Matemática Crítica, desenvolvida a partir das cinco fases propostas a partir da modelagem matemática como estratégia metodológica, dando origem ao planejamento, o desenvolvimento, a análise dos resultados obtidos e as conclusões que suscitou o trabalho realizado. A discussão e análise que possibilitem o desenvolvimento deste projeto é fundamental no processo de formação de futuros professores de matemática, pois é importante refletir sobre diferentes práticas pedagógicas que podem ser implementadas em sala de aula como estratégia didática para gerar mudanças na rotina habitual da aula de matemática. Em virtude dos resultados, nesse processo de formação é essencial reconhecer que as matemáticas se tornam uma ferramenta poderosa, que permite ler e compreender criticamente situações sociais e ambientais do contexto, para tomar atitudes de transformação que geram consciência no ser e no cotidiano.

Palavras-chave:

Matemática; pensamento crítico; prática pedagógica; modelo matemático; consciência ambiental

Introducción

Durante el segundo semestre del 2019, coincidimos en el espacio de formación Práctica Intermedia III: Gestión en el Aula, de la Licenciatura en Matemáticas de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Stephanie y Daniela, como estudiantes, y Paola, como docente de este espacio académico. El desarrollo del seminario tuvo un giro inesperado, tanto para los estudiantes como para la profesora, porque las prácticas que habitualmente se desarrollaban en instituciones educativas del Distrito no podrían realizarse debido a dificultades administrativas. Surgió el reto de encontrar en esta dificultad una oportunidad para generar un espacio de formación, que ofreciera posibilidades de reflexión en torno a la creación de ambientes de aprendizaje y que permitiera interacciones entre pares, el profesor, el conocimiento y el medio. Lo anterior con el propósito de potenciar la comprensión de diferentes objetos matemáticos, la construcción de estrategias de solución de problemas y la comunicación de dichas construcciones.

Casualmente, el dispositivo didáctico propuesto para el desarrollo de este seminario de práctica docente fue el proyecto pedagógico de aula (PPA). Por esta razón, inicialmente los estudiantes para profesor trabajaron algunos PPA relacionados con problemáticas relevantes y actuales que nos daban la oportunidad de analizar asuntos de carácter económico, social y político desde las matemáticas. Con este primer ejercicio, vimos reflejada la misión de la licenciatura:

Ser una comunidad que construye conocimiento práctico/profesional a partir de la formación de profesores de matemáticas autónomos, críticos, no segregadores e investigadores de los problemas de su práctica con otros. Esta comunidad constituida por formadores y estudiantes para profesor

de matemáticas estudia, transforma e innova las prácticas educativas construidas y validadas por la comunidad de educadores matemáticos, la sociedad y la cultura. (Licenciatura en Matemáticas, 2017, p. 16)

Así, buscando justamente innovar, transformar y ver de manera positiva el reto que teníamos al realizar una práctica sin estudiantes, estudiantes y profesora orientadora decidimos planear y ejecutar los PPA en los espacios de la universidad, en los cuales los estudiantes en formación tomaron el rol tanto de estudiantes como de docentes.

Esta alternativa de trabajo implicó para Stephanie y Daniela el reconocimiento de una problemática que involucró la diversidad de gustos e intereses de los estudiantes universitarios a partir del estudio de una situación actual. Con ello se buscaba la reflexión sobre las prácticas educativas que pueden ser llevadas al aula de clase y que permiten percibir las matemáticas como una actividad que dota de sentido y crítica los sucesos que ocurren en nuestra cotidianidad. En este sentido, la temática del PPA objeto de discusión, titulado Una verdad incómoda: MatEcoTierra, se centró en la problemática del consumismo y su impacto ambiental, puesto que para la Universidad Distrital Francisco José de Caldas es fundamental promover y fortalecer la cultura ambiental. Además, para los estudiantes en formación, es un contexto en el que las matemáticas se hacen visibles como herramienta para leer, escribir críticamente y construir conocimiento.

De esta manera, se posibilitó un espacio para el desarrollo del PPA en el que los estudiantes para profesor de matemáticas pudieran reflexionar, debatir, argumentar y asumir ideas y posturas críticas frente a la problemática del uso de productos de higiene femenina, que fue la problemática macro elegida. Nuestro propósito buscó mostrar cómo, a partir del

desarrollo de un PPA que surge desde una problemática del contexto, es posible no solo aportar a la formación de los estudiantes para profesor de matemáticas, sino además generar conciencia a partir de un análisis crítico, sustentado en las matemáticas. Para fundamentar de forma teórica y metodológica el desarrollo de esta experiencia se tomaron elementos del enfoque sociopolítico de la educación matemática crítica (EMC), la modelación matemática y el desarrollo de PPA, como estrategia didáctica para desarrollar las clases de matemáticas.

En consecuencia, el presente artículo muestra el desarrollo de una experiencia significativa que desdibuja la idea de la enseñanza tradicional y transforma la clase de matemáticas en un espacio diverso, que posibilita el estudio de situaciones del contexto a partir de las matemáticas para generar posturas críticas en relación con el cuidado del medioambiente.

Fundamentación de la experiencia

El espacio académico que dio lugar al desarrollo de esta experiencia pedagógica buscó no solo el aprendizaje de algunos objetos matemáticos, sino, además, el diseño, la gestión y la evaluación de las relaciones en ambientes de aprendizaje particulares y con condiciones diversas. Tal proceso de diseño, gestión y evaluación se hace visible en el desarrollo del PPA como potenciador del descubrimiento matemático, fortaleciendo el desarrollo de pensamiento científico y crítico en los estudiantes, a partir del estudio de situaciones del contexto que convoquen sus intereses e intenciones. En este sentido, coincidimos con Calderón y León cuando señalan que “la pedagogía ha considerado fundamental encontrar estrategias que potencien aprendizajes más significativos, procesuales, efectivos y contextualizados para el desempeño sociocultural y científico de los estudiantes de cualquier nivel de escolaridad” (Calderón y León, 2004, p. 41).

En consecuencia, el PPA se fundamenta en la enseñanza activa, parte de las necesidades de los y las estudiantes y la escuela con el fin de proporcionar una mejor educación en cuanto a calidad y equidad y se apoya en principios que sustentan la praxis pedagógica. Tales principios son el aprendizaje significativo, la identidad y diversidad, el aprendizaje interpersonal activo, la investigación basada en la práctica, la evaluación procesual y la globalidad (Díaz, citado en Carrillo, 2001). Además, se debe reconocer que el PPA es una meta compartida que requiere acciones conjuntas e individuales, pero todas orientadas al alcance colectivo de esa meta (Calderón y León, 2004).

Estas autoras retoman planteamientos de Rodríguez (2001), para exponer algunas particularidades que se promueven desde la pedagogía por proyectos:

- i) insertar la escuela en la vida: buscando que los estudiantes empleen los saberes que construyen en la escuela en la resolución de problemas que la vida les plantea, ii) cristalizar los intereses de los estudiantes frente al conocimiento, logrando que sientan una verdadera motivación por el aprendizaje, iii)

organizar y cohesionar los conocimientos y los aprendizajes, es decir, que los contenidos escolares y los procesos de aprendizaje dejan de ser atomizados, puesto que se estructuran para responder a aprendizajes significativos y a la solución de problemas que se plantean en el proyecto de aula. (Rodríguez, 2001, citado en Calderón y León, 2004, pp. 41-42)

Encontramos en el desarrollo del PPA una oportunidad para que los estudiantes sean mejores ciudadanos y sujetos sociales, apoyados en las matemáticas, como herramienta que permite leer y escribir el mundo de manera crítica, posibilitando cambios que aporten al bienestar colectivo. Reconocemos que la formación de un ciudadano es fundamental para el desarrollo de la vida democrática de la sociedad y este hecho ha posibilitado espacios para considerar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas desde perspectivas que resaltan su conexión con fenómenos sociales y políticos, dentro y fuera del aula (Skovsmose y Valero, 2012). Sin duda, se ha venido generando un viraje hacia el estudio de asuntos sociales, económicos, culturales y políticos en la educación matemática, de manera que no se busca únicamente mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, sino que se persigue la idea de repensar la investigación y la forma de comprender los fenómenos de la educación matemática, sus problemáticas y las relaciones existentes con la sociedad, la democracia y la justicia social (Valero *et al.*, 2015).

Retomamos planteamientos de la EMC, dado que este enfoque centra su atención en cómo la sociedad hace uso de las matemáticas, entendiendo cómo el conocimiento matemático y el conocimiento de las matemáticas escolares se imbrican en y con la sociedad y sus procesos históricos, políticos, económicos y sociales (Valero *et al.*, 2015).

Desde una mirada de la EMC, las matemáticas son entendidas como un lenguaje o una herramienta poderosa que produce realidades y da forma a nuestra sociedad dado su poder formativo; por tanto, no es suficiente con aprender matemáticas. Se requiere la generación de ambientes de aprendizaje para que los estudiantes sepan cómo, cuándo, dónde y por qué utilizar las matemáticas aprendidas, analizando, cuestionando, criticando y tomando decisiones sobre su realidad inmediata. Buscamos, entonces, oportunidades para que los estudiantes den sentido a las matemáticas y las usen como herramienta para exponer las injusticias y problemáticas de la sociedad y como un medio para convencer a los otros de un punto de vista particular, no dominante (Gutiérrez, 2013).

En este sentido, nuestro PPA, como ambiente de aprendizaje y dispositivo didáctico, se desarrolló retomando aspectos de la modelación matemática, desde la perspectiva sociocrítica, de acuerdo con Barbosa (2004). Allí, las situaciones deben propiciar un análisis de la naturaleza de los modelos matemáticos y su papel en la sociedad, de manera que sea posible contribuir al posicionamiento crítico de los estudiantes frente a los sucesos de su entorno. Desde la perspectiva sociocrítica de la modelación matemática, el desarrollo de las prácticas pedagógicas debe surgir de discusiones sobre problemáticas comunes y del interés de los estudiantes, de manera que su abordaje surja de manera colectiva. Barbosa (2004) propone que tales problemáticas pueden ser definidas de tres maneras diferentes (a las que denomina caso 1, 2 y 3); sin embargo, para efectos de este documento, nos centraremos en el caso 2, en el cual las responsabilidades del estudiante se amplían a la definición de problemáticas específicas en un marco de referencia propuesto por el docente, con el propósito de simplificar, recolectar y analizar

datos para conducir a resultados sustentados en las matemáticas (ver, por ejemplo: Camelo *et al.*, 2016; Vanegas y Camelo, 2018; Fresneda y Camelo, 2019).

Bajo estos presupuestos, el desarrollo del PPA se da a partir de cinco fases propuestas por Salazar *et al.* (2017) y Camelo (2017), desde las que se propone: I) seleccionar colectivamente un problema a trabajar, otorgando gran importancia al macro y micro contexto; II) desarrollar una investigación exploratoria de esa temática o problema seleccionado; III) levantar datos y delinear trayectorias de acción; IV) reinterpretar las situaciones soportadas en consideraciones matemáticas; y V) analizar críticamente los desarrollos planteados. De este modo, para realizar el PPA se propone, como situación problemática, el estudio del consumismo de productos de higiene femenina y su afectación al medio ambiente, dado que estamos inmersos en una sociedad consumista, cuyo aprovechamiento desmesurado de recursos provoca grandes problemáticas a nivel medioambiental, como se menciona a continuación:

Hoy en día las personas tienen a su alcance todo tipo de productos y bienes para satisfacer sus necesidades, desde las más básicas hasta las más sofisticadas. Sin embargo, este aparente beneficio supone un arma de doble filo, ya que el consumo desmedido por una parte minoritaria de la población mundial está derivando en un déficit de recursos. Por eso, en los últimos años se ha hecho necesario estudiar cómo consumimos y qué efectos tiene este hecho en el medio ambiente y la sociedad. (Sostenibilidad para Todos-Acciona, 2019)

Descripción de la experiencia

De acuerdo con los elementos teóricos expuestos, el propósito del PPA se centró en abordar desde la modelación matemática, el impacto del consumismo de productos de higiene femenina y reconocer cómo esta estrategia metodológica permite tomar una postura crítica frente al consumismo, para visibilizar su impacto medioambiental en la sociedad. El PPA se titula Una Verdad Incómoda: MatEcoTierra, representado con el logo de creación propia que se observa en la figura 1; en el título y el logo se muestra la relación de las matemáticas con el estudio de problemáticas ambientales, reconociendo las matemáticas como una herramienta para posicionarnos críticamente y tomar decisiones que generen cambios en beneficio de nuestro planeta y de nosotros mismos.

Figura 1. Logo representativo PPA Una Verdad Incómoda: MatEcoTierra



Como ya se mencionó, el PPA se planea y desarrolla teniendo en cuenta las cinco fases de la modelación matemática, las cuales serán descritas en la tabla 1, en la que se detalla en

qué consiste cada fase, su nombre, su objetivo y alcance, desde el proceso que se llevó a cabo en el aula de clase con los estudiantes para profesor de matemáticas.

Tabla 1. Generalidades de las fases de desarrollo del PPA Una Verdad Incómoda: MatEcoTierra

Fase	Objetivo de la fase	Alcance
I. Selección colectiva de un problema a trabajar que otorga gran importancia al macro y micro contexto. —Entrando en confianza—	Identificar las implicaciones del consumismo de productos de higiene femenina y la importancia que este tiene, asumiendo una postura crítica. Determinar una subtemática de interés que desencadene el proceso de indagación colectiva.	Se buscaba generar impacto en la conciencia de los estudiantes en relación con el consumismo y su implicación ambiental, reflexionando conjuntamente para la propuesta de temas micro relacionados con el contexto del consumismo de productos de higiene femenina.
II. Desarrollo de una investigación exploratoria de esa temática o problema seleccionado. —Encaminando mi proyecto—	Definir grupos de trabajo para establecer una temática micro a desarrollar, que guarde relación con el tema macro (consumismo de productos de higiene femenina) estableciendo un título, un cronograma de actividades y una ruta a seguir para la investigación de esta, teniendo en cuenta que la misma debe satisfacer un impacto ambiental.	Se esperaba que los estudiantes consolidaran equipos de trabajo, discutieran sobre sus temáticas elegidas, construyeran una ruta de trabajo para llevar a cabo su investigación y que permanentemente se cuestionaran sobre el impacto ambiental producido desde el consumo de productos de higiene femenina, siempre desde las matemáticas como herramienta que les permitiera asumir una postura crítica y defenderla.
III. Levantamiento de datos y delineación de trayectorias de acción. —Encaminando mi proyecto—	Es importante resaltar que los grupos se conformaron libremente de acuerdo con la iniciativa de los estudiantes al igual que la selección del tema a investigar.	

Sistematización y análisis de la experiencia

El análisis y discusión de nuestra experiencia situada en el desarrollo del PPA Una Verdad Incómoda: MatEcoTierra se centra en caracterizar lo sucedido en cada una de las fases del proceso de modelación. Para ello se realiza una articulación entre el análisis y construcción de las investigadoras, apoyadas en los elementos teóricos y las evidencias del proceso de investigación de los estudiantes para profesor de matemáticas, con el propósito de develar los avances en relación con el objetivo planteado.

Fase 1: Selección colectiva de un problema a trabajar que otorga gran importancia al macro y micro contexto —Entrando en confianza—

En esta fase se propuso la problemática del consumismo, dado que es un asunto social que nos convoca a todos; es decir, se propone un PPA guiado por lo que Barbosa (2004) denomina caso 2. Al proponer esta temática se buscaba generar el interés de los estudiantes frente a una problemática de carácter social y ambiental. Para conocer la percepción de los estudiantes frente a este asunto, se les propuso crear representaciones gráficas en las que se evidenciara la idea que cada uno tenía frente

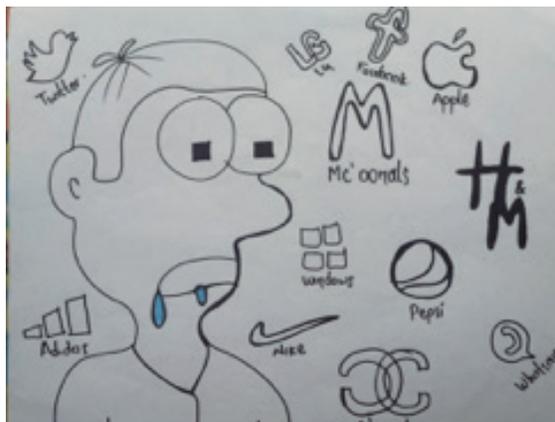
al consumismo, encontrando ilustraciones que permitieron rastrear su relación con el impacto ambiental.

En las figuras 2 y 3, se presentan las imágenes más representativas de las percepciones de los estudiantes para profesor, en las que se evidencia el consumismo como el aprovechamiento excesivo de todo lo que nos brinda el planeta, de manera metafórica, “comerse el mundo”. Además, se presenta una idea muy latente del consumismo que tiene que ver con la compra excesiva de productos y de marcas, en la que se refleja la manera en que la publicidad genera interés en las personas por poseer más de lo que necesitan, causando un daño no solo a su propia economía, sino también al medio ambiente.

Figura 2. “Comerse al mundo”



Figura 3. Hipnosis consumista



Con la idea de introducir a los estudiantes de manera directa al tema, se presentó el video *Nuestro consumo Latinoamérica* (parte 1 de 2); se pretendía así, ver el impacto medioambiental del consumismo específicamente en Latinoamérica. A través de una socialización de lo percibido en el video, se reconoció el interés de los estudiantes frente al tema, ya que exponían intervenciones que ponían de manifiesto su contexto próximo (social, familiar). De esta manera, se evidencia que los estudiantes para profesor reconocen que el término *consumismo* está ligado a la compra desmedida de diversidad de productos, de manera innecesaria, debido a que las personas están preocupadas por tener lo último en moda, de las grandes y costosas marcas que se apoyan de la publicidad, justamente para vender sus productos.

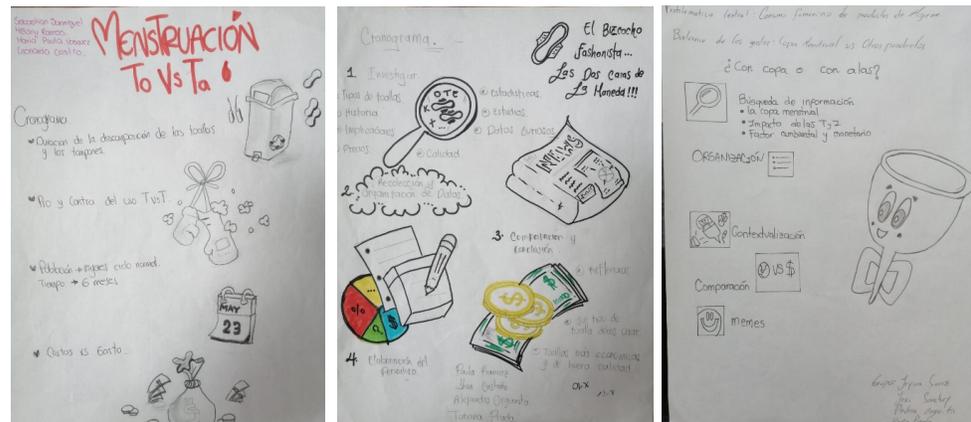
Lo anterior toma sentido con relación a las ideas expuestas por Neves *et al.* (2015), quienes mencionan que “el consumismo inicia su desarrollo y crecimiento a lo largo del siglo xx, como consecuencia directa de la lógica interna del capitalismo y la aparición de la publicidad (herramientas que fomentan el consumo generando nuevas necesidades en el consumidor)” (p. 2). Para finalizar esta primera fase, se desarrolló un juego con el cual los estudiantes se dieron cuenta de que la cantidad de productos de higiene femenina, en comparación con los productos de higiene masculina, es mayor, lo que permitió establecer el consumismo de productos de higiene femenina como problemática macro. A partir de esto, los estudiantes, de manera libre, organizaron sus equipos de trabajo y se reunieron para identificar una problemática micro relacionada con la problemática macro. Se organizaron tres grupos de trabajo y cada uno propuso un título llamativo, que dio una idea general de la temática que abordaron en el desarrollo de la investigación:

“Menstruación To vs. Ta”, “El bizcocho fashionista: las dos caras de la moneda”, “¿Copa o con alas? ¡Copalas!”

Fase 2 y 3: Desarrollo de una investigación exploratoria de esa temática o problema seleccionado y levantamiento de datos y delineación de trayectorias de acción —Encaminando mi proyecto—

El desarrollo de estas dos fases se articuló, teniendo en cuenta el poco tiempo que se tenía para el desarrollo del proyecto de aula y, además, porque las dos se apoyaban mutuamente. El trabajo consistió en la organización de un cronograma de trabajo para que los estudiantes delimitaran sus trayectorias de acción y búsqueda de información, en diferentes fuentes, sobre la problemática micro escogida por los grupos. Para lograrlo, los estudiantes hicieron uso de computadores, celulares e internet, como principales recursos para la recopilación de información. El cronograma propuesto por cada grupo debía dar cuenta y razón de la forma en la que iban a abordar su investigación, por lo que se usaron íconos que representaran la actividad por realizar. Esta acción permitió organizar la ruta de trabajo, distribuir las tareas entre los integrantes del grupo y reconocer algunos elementos matemáticos que podían incidir en el análisis crítico de la problemática. Los cronogramas realizados por los estudiantes para profesor se observan en la figura 4.

Figura 4. Cronograma de cada grupo de trabajo



Desde las actividades realizadas en las fases 2 y 3, encontramos que los grupos de trabajo, al prever la realización de su investigación, usaron las herramientas que se dispusieron en la clase, como los computadores con internet para hacer una búsqueda de información relacionada con su problemática. Partiendo de ello, hicieron contrastes de los productos desde su calidad y tomaron algunas marcas muy reconocidas, de lo que se infirió que esta acción inconsciente se debe al poder que tiene el empaque de las toallas higiénicas para atraer visualmente y provocar la venta. Se reconoció que las marcas más conocidas son aquellas cuyo empaque es visualmente mucho más atractivo que las marcas menos publicitadas, como lo menciona Devismes (1995, citado en González, 2012).

Es importante resaltar que los grupos no solo hicieron estudios a partir de esto; también propusieron una comparación tomando un precio promedio de un paquete de toallas higiénicas, sin importar la marca. Además, indagaron acerca de la comparación del impacto económico y ambiental al usar otros productos de higiene femenina, como tampones o copa menstrual, que son productos menos conocidos y usados por las mujeres, aunque resulten un poco más amigables con el medio ambiente. En estas tres primeras fases, el rol de los estudiantes fue asumido desde una perspectiva sociocrítica, ya que establecieron una problemática con impacto ambiental que posteriormente fue argumentada y cuestionada desde elementos matemáticos.

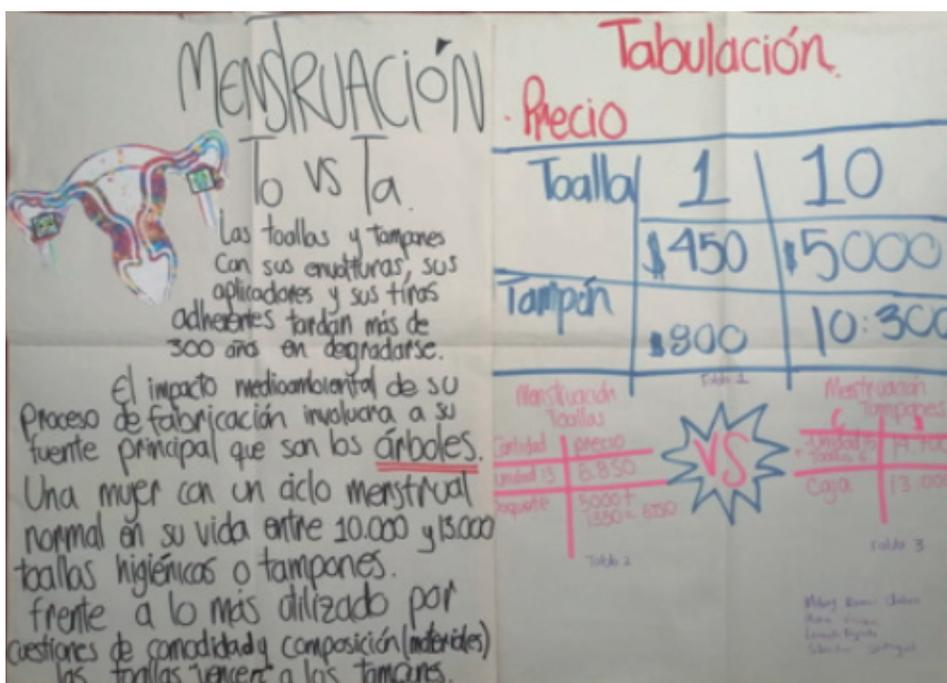
Fase 4: Reinterpretación de las situaciones soportadas en consideraciones matemáticas —Las matemáticas inmersas en el medio ambiente—

Para dar cuenta y razón de la investigación realizada por los grupos, se solicitó la creación de una columna de periódico que permitiera a los lectores evidenciar la problemática micro establecida y su impacto medioambiental, como se eviden-

cia en las figuras 5, 6 y 7. Esta estrategia de presentación de la información buscaba que cada grupo fuera muy claro en la información que quería comunicar, mostrara argumentos

para persuadir a las personas e invitarlas a pensar sobre el impacto medioambiental del consumo de productos de higiene femenina.

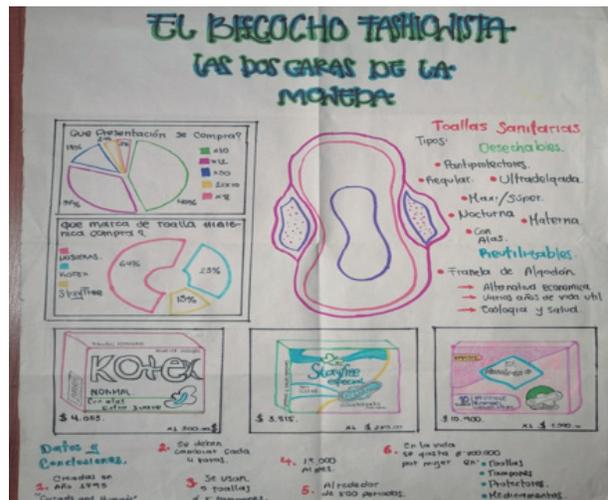
Figura 5. Menstruación: To vs. Ta



En esta primera columna, los estudiantes hicieron una comparación entre el uso de las toallas higiénicas y los tampones, señalaron que sus envolturas, aplicadores y los productos en sí mismos están hechos de materiales sintéticos que pueden tardar más de 500 años en descomponerse. Además, la fuente principal para su fabricación son los árboles; por tanto, se está generando un fuerte impacto dado

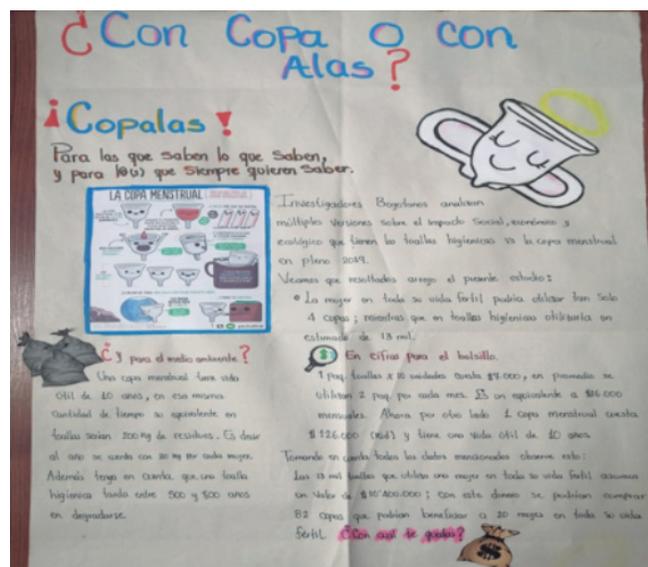
que una mujer con un ciclo menstrual normal puede usar en su vida fértil entre 10.000 y 15.000 toallas o tampones. Se observa que la columna tiene como objetivo informar sobre las diferencias de utilizar toallas higiénicas y tampones para generar conciencia en su uso y utilizar el producto que haga menos daño al planeta, teniendo en cuenta también el costo de estos dos productos.

Figura 6. El bizcocho fashionista: las dos caras de la moneda



Esta columna tiene como eje central la investigación y comparación de diferentes tipos de toallas higiénicas, de acuerdo con algunas características específicas, marcas reconocidas y precios, que en últimas resulta ser una de las variables clave para elegir una marca u otra. Además, se evidencia un análisis apoyado en gráficas estadísticas para mostrar la presentación (cantidad) que prefieren comprar las mujeres y la marca más usada, lo que visibiliza las variables que inciden en la escogencia de este producto de higiene femenina, de acuerdo con sus características particulares. Se presenta la comparación entre los precios y algunos datos respecto al uso de este y otros productos durante la vida fértil de las mujeres.

Figura 7. ¿Con copa o con alas? ¡Copas!



En la última columna se enfatiza no solo en las toallas higiénicas, sino también en las copas menstruales que han causado mucha controversia por su funcionamiento y años de duración. Se muestran las ventajas que tiene el uso de la copa menstrual, puesto que, al ser un material reutilizable, genera un menor impacto al medio ambiente, lo que influye también en que disminuya el gasto económico de las mujeres al utilizar este producto de higiene femenina. Se presentan comparaciones entre los precios de estos dos productos, su tiempo de descomposición y la cantidad que requiere usar una mujer durante su vida fértil, lo que posibilita un análisis de carácter económico y ambiental.

Con la construcción de las columnas de periódico es posible evidenciar que los estudiantes para profesor hacen uso de representaciones gráficas para mostrar, de manera sintética, información que llama la atención, reconocen que los registros gráficos generan interés en el lector y hacen que dé un vistazo a la información y que tenga una mayor comprensión de los datos. También se reconoce la importancia del uso del número para generar impacto en los lectores y la aplicación de elementos matemáticos que consoliden la información presentada en la columna. Se busca generar una conciencia crítica frente a la información que se presenta con datos y registros numéricos, puesto que es importante aprender a leer y escribir las situaciones sociales, económicas, políticas, culturales y ambientales con las matemáticas, para tomar posturas frente a tales situaciones.

Resulta interesante usar este tipo de situaciones para ser estudiadas en la clase, dado que se genera el desarrollo de diversas habilidades matemáticas y comunicativas que potencian el desarrollo de un pensamiento y una ciudadanía crítica con relación a las situaciones sociales del entorno. Se rescata el

uso de diferentes registros matemáticos en las noticias para la divulgación de la información que se quería presentar: tablas, representaciones gráficas y lenguaje no formal para la generación de impacto en los lectores, al forjar conciencia sobre las afectaciones al medio ambiente a través del tiempo, del uso de algunos de estos productos femeninos.

Fase 5: Análisis crítico de los desarrollos planteados —Sujetos críticos, ¿cómo apporto al cuidado del medio ambiente? —

Dado que la información presentada en la columna de periódico dejó muchas ideas sin explicitar y que son importantes para la comprensión de la investigación realizada por cada grupo, se hizo necesario realizar una socialización. Este espacio de presentación y discusión resultó fundamental para compartir la experiencia durante el PPA y posibilitar la construcción colectiva en relación con la temática macro que se abordó desde la consolidación investigativa de cada grupo. Esta es una de las principales características al desarrollar el PPA bajo la modelación matemática desde la perspectiva sociocrítica, ya que el trabajo realizado por cada grupo posibilita aprendizajes comunes en relación con la temática abordada.

Esta fase buscaba conocer el análisis crítico realizado por los grupos con relación a su temática de trabajo específica e identificar las posturas críticas frente a los planteamientos de las problemáticas micro, sustentadas en elementos de carácter matemático. Es importante resaltar que los PPA surgen de los intereses de los estudiantes, que se relacionan con situaciones de su entorno, en las cuales las matemáticas toman un papel relevante al usarse como herramientas que permiten analizar tales problemáticas y situarnos críticamente

con relación a esos asuntos que nos involucran de manera individual y colectiva. Además, el hecho de que los estudiantes para profesor puedan experimentar esta dinámica de trabajo posibilita el conocimiento sobre dispositivos didácticos que se pueden implementar en el aula de clase de matemáticas.

Ahora bien, respecto al trabajo realizado por los estudiantes que nombraron su temática de investigación como “Menstruación To vs. Ta” (toallas vs. tampones) se concluye que, si bien la compra de toallas higiénicas, en términos económicos, sería una opción que contribuye a que la mujer realice un menor gasto en este tipo de consumo, los dos productos generan graves consecuencias ambientales. Lo anterior, dado que la descomposición de estos productos (toallas higiénicas y tampones) tarda más de 300 años, debido a sus componentes; sin embargo, queda la duda de si este tiempo de descomposición es el mismo para los dos productos. Además, por medio de una tabla presentaron una comparación entre sus precios, mostraron que una toalla tiene un costo de \$450 y diez toallas un costo de \$5000; en este caso, resultaría más económico comprar por unidad y no por paquete, de lo que se infiere que quizá hizo falta un mejor análisis de la información. Lo mismo sucede con el caso de los tampones, dado que se indica que el precio de un tampón es \$800 y diez cuestan \$10300.

De acuerdo con la información, se podría concluir que resulta más económico usar las toallas higiénicas, ya que el costo de los tampones es más alto y, en últimas, al parecer, no hay mucha diferencia entre el tiempo de descomposición de uno u otro producto. Sin embargo, esta información puede variar un poco dependiendo de cada mujer, de su ciclo, de su flujo y de sus preferencias en cuanto a uso de un producto u otro. El trabajo de este grupo se hubiese podido profundizar al establecer un modelo matemático que mostrara la cantidad de toallas higiénicas o tampones que puede usar en promedio una mujer en su vida fértil y el impacto que tiene usar un tipo de producto u otro con relación a la contaminación y el cuidado del medio ambiente.

El equipo que trabajó en la noticia “El Bizcocho fashionista: las dos caras de la moneda” se basó en un estudio que encontraron en la red en el que se indica que la presentación por unidades que más compran las mujeres son paquetes de toallas de 10 unidades, con un 46%, y paquetes de 12 unidades, con un 32%. Además, en este mismo estudio, encontraron que la marca de toallas que más se vende es Nosotras, con un 64%; aunque la información puede ser verídica, no se conoce cuál fue el tamaño de la muestra para saber si los datos encontrados son representativos, por ejemplo, de la población de mujeres de la ciudad. Este grupo también intentó hacer una comparación entre las características de algunas marcas de toallas higiénicas reconocidas, resaltando algunos aspectos distintivos de cada una; aunque la investigación se dio de manera muy general, se hubiese podido profundizar con unas matemáticas mucho más elaboradas, para analizar no solo características con relación al costo, sino al impacto de cada uno de estos productos con el medio ambiente.

En la última socialización se presenta la noticia “¿Con copa o con alas? ¡Copas!”; con ella se busca convencer a los(as) lectores(as) sobre el impacto positivo para el medio ambiente que tiene el uso de la copa menstrual, teniendo en cuenta que una copa tiene una vida útil de 10 años y el kit cuesta alrededor de \$126 000, es decir, aporta no solo a la economía de las mujeres, sino que es amigable con el medio ambiente. Además, los estudiantes hicieron un análisis de la cantidad de toallas higiénicas que usa una mujer, que indica que usan aproximadamente 20 toallas higiénicas al mes, con ciclo y sangrado regular, esto es, dos paquetes que tienen un costo de \$16 000. En su investigación, en la que tomaron como base un artículo en línea, se indica que durante su vida fértil una mujer usa alrededor de 13 000 toallas higiénicas, las cuales cuestan alrededor de \$10 400 000.

En el trabajo de este grupo, hubiese sido enriquecedor que la investigación se realizara tomando la información consolidada en la segunda y tercera fase, pues teniendo en cuenta un ciclo y sangrado regular, como mencionan en su columna, y con el uso de 20 toallas al mes, una mujer hace uso de 240 toallas al año. Teniendo en cuenta la variación de su vida fértil, las toallas usadas por una mujer podrían estar entre 8400 y 9600 unidades, es decir, se podía consolidar un modelo matemático que permitiera analizar esta situación, no solo para determinar el costo de estos productos, sino también su impacto con el medio ambiente. Sin embargo, con el análisis que realizaron en su investigación, se reconoce que, sin lugar a duda, el uso de la copa menstrual genera un impacto positivo al medio ambiente y favorece la economía de la mujer.

Finalmente, respecto a la implementación, desarrollo y resultados del PPA Una Verdad Incómoda: MatEcoTierra, como dispositivo

didáctico para el desarrollo de una clase con aspirantes a profesores de la Licenciatura en Matemáticas, se destaca que los estudiantes, implícita o explícitamente, desarrollaron algunas de las categorías retomadas por Camelo *et al.* (2016) de la modelación matemática, puesto que abordaron un problema socialmente relevante, asumiendo una postura crítica frente al impacto ambiental generado por el consumo de productos de higiene femenina y reconociendo que la construcción de un modelo matemático puede dar significado a la importancia de las matemáticas en el estudio de situaciones sociales, económicas, políticas, culturales o ambientales.

Consideraciones finales

El desarrollo de PPA en la clase posibilita que se generen ambientes de aprendizaje dinámicos, pues este espacio permite que los estudiantes sean protagonistas de su proceso de aprendizaje, dado que al tomar situaciones relevantes del entorno se sienten involucrados y se empiezan a cuestionar con relación a ese asunto de investigación. En la medida en que propiciamos espacios para estudiar asuntos sociales en nuestras clases de matemáticas, estaremos brindando mejores herramientas a nuestros estudiantes para comprender el mundo que está fuera de las paredes del aula, las cuales nos involucran de manera individual y colectiva.

Es importante reconocer que, aunque los modelos matemáticos usados por los estudiantes no fueron los más sofisticados y profundos, permitieron reconocer la manera en que las matemáticas se convierten en herramienta poderosa para el estudio de situaciones sociales del entorno. Cabe señalar que el desarrollo del PPA abordado se dio en tres sesiones de clase, un tiempo muy corto, con el que se intentó mostrar las características generales de esta

metodología de trabajo, que al ser llevada a cabo con mayor disponibilidad de tiempo permite evidenciar mejores construcciones, no solo de carácter matemático, sino, además, posturas críticas que muestran nuestros posicionamientos respecto a las diversas situaciones que pueden ser abordadas en el aula de clase.

A partir del desarrollo de esta dinámica de trabajo en el seminario de práctica, los estudiantes para profesor de matemáticas no solo reconocen el uso de nuevas metodologías de trabajo, sino que analizan cómo se modifica la gestión del docente en relación con una clase tradicional, ya que en el desarrollo de los PPA, tanto los estudiantes como el docente son protagonistas y dotan de sentido los aprendizajes alcanzados en una clase de matemáticas en la que se privilegia la constitución de la ciudadanía crítica y el reconocimiento de las matemáticas como herramienta que nos permite leer y escribir las situaciones de nuestro entorno. Además, el hecho de que los estudiantes para profesor participaran como protagonistas del desarrollo de un PPA les permitió analizar el rol que desempeña no solo el estudiante, sino también el profesor, lo que dota de significado esta metodología para ser usada en su futura labor con estudiantes de educación básica y media, bajo la premisa de que la construcción de conocimiento en este ambiente de aprendizaje es significativa para los estudiantes en la medida en que son sujetos mucho más activos.

Desde nuestro rol como estudiantes para profesor de la Licenciatura en Matemáticas reconocemos la importancia que tiene hacer del estudiante un actor principal del proceso de enseñanza-aprendizaje, y esto se posibilita a través del desarrollo del PPA como recurso didáctico, ya que se reconoce que su abordaje está ligado al compromiso que el estudiante adquiere para con el proyecto y de esta manera para con su aprendizaje. Tal compromiso intrínseco resulta al proponer temáticas que consideran gustos e intereses de los estudiantes, que están inmersos en su contexto próximo. Como punto a favor, estas temáticas contextualizadas no ponen “límites” o “barreras” al estudiante para la construcción significativa de un objeto o tratamiento matemático; por el contrario, promueven la discusión de ideas, el análisis crítico de las situaciones sociales, culturales, políticas o ambientales del mundo, por medio de las matemáticas. La propuesta, el desarrollo y el análisis de resultados de este PPA deja en nosotras, como docentes en formación, un sentimiento de satisfacción al reconocer un recurso didáctico que permite el desarrollo de clases de matemáticas amenas y participativas mediante una buena gestión docente en el aula.

Finalmente, coincidimos con Calderón y León (2004), ya que al implementar en el aula de clase el desarrollo de espacios de aprendizaje desde los PPA se fortalece el descubrimiento matemático, el pensamiento científico y crítico en nuestros estudiantes, trabajando de manera colectiva en la consecución de una meta común. Allí se consideran las necesidades específicas de los estudiantes y la escuela y además los intereses relacionados con situaciones del contexto inmediato; y abordar estas ideas con los futuros docentes es fundamental en

la búsqueda de la transformación de los espacios educativos. Se requiere, además, generar aportes para que en el aula de clase los estudiantes aprendan a leer y escribir el mundo con las matemáticas, para que sean ciudadanos críticos capaces de tomar posturas frente a las diversas situaciones de su contexto, teniendo en cuenta que, según lo propuesto por Valero *et al.* (2015), la educación matemática está llamada a repensar la investigación y las formas de hacer en el aula, reconociendo la relación de la escuela, con la sociedad, la democracia y la justicia social.

Referencias

- Barbosa, J. (2004). Modelagem matemática: o que é? por qué? cómo? *Veritati*, 4, 73-80.
- Calderón, D., y León, O. (2004). El proyecto de aula como estrategia didáctica en matemáticas. Corporación Mixta para la Investigación y el Desarrollo de la Educación.
- Camelo, F. (2017). Contribuciones de ambientes de modelación matemática a la constitución de la subjetividad política (Tesis doctoral, Universidad Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte). Archivo digital. https://www.researchgate.net/publication/321609891_Contribuciones_de_ambientes_de_modelacion_matematica_a_la_constitucion_de_la_subjetividad_politica
- Camelo, F., Perilla, W., y Mancera, G. (2016). Prácticas de modelación matemática desde una perspectiva sociocrítica con estudiantes de grado undécimo. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 9(2), 67-84. <http://funes.uniandes.edu.co/12806/1/Camelo-2016Practicas.pdf>
- Carrillo, T. (2001). El proyecto pedagógico de aula. *Educere*, 5(15), 335-344. <https://www.redalyc.org/pdf/356/35651518.pdf>
- Fresneda, E., y Camelo, F. (2020). La competencia democrática desde ambientes de modelación matemática: reflexiones con estudiantes de grado quinto. En Y. Morales-López y A. Ruiz (Eds.). *Educación Matemática en las Américas 2019* (pp. 1312-1320). Comité Interamericano de Educación Matemática.
- González, L. (2012). Análisis de la influencia del diseño de los empaques de la marca de higiene femenina nosotras, sobre la decisión de compra de las jóvenes caleñas de 12 a 16 años proyecto de investigación (Tesis de pregrado, Universidad Autónoma de Occidente). Archivo digital. <https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/4886/1/TCP01297.pdf>
- Gutiérrez, R. (2013). The Sociopolitical Turn in Mathematics Education. *Journal for Research in Mathematics Education*, 44(1), 37-68.
- NatGeo. (2014, septiembre 29). Nuestro consumo Latinoamérica (parte 1 de 2) [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=ajz7SN_Z-qU
- Neves, F., Machado, C., y Fernández, A. (2015). Proyecto EESS: Sociedad Consumista. https://ucu.edu.uy/sites/default/files/facultad/dcsp/Concurso_2015/049_sociedad_consumista_consumo_USAR_ESTE.pdf
- Salazar, C., Mancera, G., Camelo, F., y Perilla, W. (2017, septiembre 7 al 9). Una propuesta para el desarrollo de prácticas pedagógicas de modelación matemática en la perspectiva socio crítica [curso]. Encuentro Distrital de Educación Matemática EDEM-4 "Cultura, sociedad y escuela en la educación matemática del Distrito capital", Bogotá, Colombia. <http://funes.uniandes.edu.co/13667/1/Salazar2017Una.pdf>
- Skovsmose, O., y Valero, P. (2012). Rompimiento de la neutralidad política: el compromiso crítico de la educación matemática con la

democracia. En P. Valero y O. Skovsmose (eds.), Educación matemática crítica. Una visión sociopolítica del aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas (pp. 1-23). Uniandes.

Sostenibilidad para Todos-Acciona. (2019). La sociedad de consumo y su impacto ambiental en el planeta. <https://www.sostenibilidad.com/desarrollo-sostenible/sociedad-consumo-impacto-ambiental-planeta/>

Subcomité de Acreditación y Autoevaluación Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Licenciatura en Matemáticas. (2017). Proyecto Educativo del Programa del Proyecto Curricular: Licenciatura en Matemáticas. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. <http://licmatematicas.udistrital.edu.co:8080/proyecto-educativo-del-programa>

Valero, P., Andrade, M., y Montecino, A. (2015). Lo político en la educación matemática: de la educación matemática crítica a la política cultural de la educación matemática. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 18(3), 287-300. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33543068001>

Vanegas, D., y Camelo, F. (2018). Contribuciones al desarrollo del pensamiento crítico en prácticas de modelación matemática: alzas en el SITP. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 11(1), 211-233. <https://www.revista.etnomatematica.org/index.php/RevLatEm/article/view/496>

Forma de citar este artículo:

Macias, E., Ordóñez, L., y Fresneda, E. (2022). Una Verdad Incómoda MatEcoTierra: Proyecto Pedagógico de Aula desarrollado con estudiantes para profesor de matemáticas. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (XX), XX-XX.