



Una experiencia de modelación matemática en educación primaria en un contexto de Educación Ambiental

A School Mathematical Modeling Experience in an Environmental Education Context

María Camila Ocampo-Arenas*  Mónica Marcela Parra-Zapata** 

Resumen

Tipo de artículo:

Innovaciones Pedagógicas
Curriculares y didácticas

Doi: 10.17533/udea.unipluri.348824

Cómo citar este artículo:

Ocampo-Arenas, M. C. y Parra-Zapata, M. M. (2022). Una experiencia de modelación matemática en educación primaria en un contexto de Educación Ambiental. *Uni-Pluriversidad*, 22(1), 1–16. <https://doi.org/10.17533/udea.unipluri.348824>

En este artículo reportamos una experiencia de aula en modelación matemática para la educación primaria. La experiencia se orientó por la perspectiva socio-crítica de la modelación matemática y tuvo como propósito identificar cómo los y las estudiantes del grado primero (6-7 años) resolvían problemas ambientales por medio de la modelación matemática. Participaron 24 estudiantes de grado primero de una institución educativa de la ciudad de Medellín, quienes reflexionaron en relación con la contaminación generada por la práctica del consumo de pitillos y de las bolsas plásticas y plantearon soluciones para contribuir a la disminución de residuos a partir de la reutilización de dichos desechos. También identificamos que se usaron conceptos propios del grado de escolaridad, principalmente aquellos asociados al pensamiento numérico. Además de estos conocimientos, los resultados del análisis de esta experiencia informan sobre las posibilidades y maneras de desarrollar procesos de modelación matemática y de integrar contextos y problemas de la Educación Ambiental.



Palabras clave:

Educación Ambiental, Educación Matemática, Modelación Matemática, perspectiva socio-crítica, docente-estudiante

Recibido: 2022-02-14 / Aprobado: 2022-10-30

* Profesora del Colegio Pinares y de la Universidad de Antioquia. E-mail: camila.ocampo@udea.edu.co

** Tutora Programa PTA. Profesora de la Universidad de Antioquia. E-mail: monica.parra@udea.edu.co



Keywords:

Environmental Education, mathematics education, mathematical modeling, socio-critical perspective, teacher-student.

Abstract

In this article we report a classroom experience of mathematical modeling for primary education. The experience was guided by the socio-critical perspective of mathematical modeling and its purpose was to identify how first grade students (6-7 years old) critically approached environmental problems by means of mathematical modeling. 24 first-grade students from an educational institution in the city of Medellín participated; they reflected on the environment in relation to the pollution generated by the consumption of straws and plastic bags; and considered how the reuse of such waste contributes to its reduction. We were also able to identify students used school grade concepts, associated to numerical thinking mainly. Also, the results of the experience report possibilities and ways of developing mathematical modeling processes and integrating contexts and problems of the Environmental Education.

Introducción

Desde la década de los 70 se viene consolidando diferentes propuestas y aproximaciones pedagógicas y científicas sobre la educación ambiental. Esto se debe a la movilización social, política y cultural que se ha preocupado por visibilizar los riesgos que corre la actual sociedad que funciona bajo racionalidades economicistas y de modelos de producción (Lopera Pérez y Villagrá Sobrino, 2020). Proyectos institucionales sobre reciclaje, clases sobre cuidado del ambiente, trabajo con expertos y visitas a museos son algunas de las estrategias que con frecuencia se encuentran en la literatura, a través de las cuales las escuelas promueven el cuidado del ambiente. Por tanto, siempre serán útiles las investigaciones y experiencias que permitan informar maneras alternativas y concretas en que se pueden promover competencias, visiones y acciones para el cuidado del ambiente por parte de los y las estudiantes en los diferentes grados de escolaridad.

En este artículo, analizamos una experiencia desarrollada con estudiantes de primer grado de escolaridad (6-7 años). Las niñas y los niños de este grado, junto con su docente (primera autora de este artículo), observaron la alta cantidad de basuras que quedaba en su colegio después de que se terminaba el tiempo de descanso escolar. Para abordar la problemática, diseñamos una experiencia en la que, por iniciativa de la docente, propusimos a los y las estudiantes estudiar la problemática en clase de matemáticas y de ciencias naturales (Educación Ambiental). Entendemos la educación ambiental como aquella que involucra la reconstrucción de las problemáticas que se presentan en las relaciones ambientales, sociales, económicas, políticas y culturales en relación con la cotidianidad de los sujetos partícipes de la educación (Lopera

Pérez y Villagrá Sobrino, 2020; Martínez Castillo, 2010). La Educación Ambiental se considera como un área que pretende contrarrestar problemáticas presentes en la sociedad y que requieren de un replanteamiento desde las instituciones educativas para determinar posibles caminos a seguir para solucionarlos (Sauvé, 1999).

En particular, en este artículo nos proponemos dar cuenta de cómo, a partir de la modelación matemática, los y las estudiantes reflexionan sobre problemáticas ambientales a las que se enfrentan día a día. Para el desarrollo de este objetivo propusimos la realización de 10 sesiones de trabajo dentro del área de matemáticas divididas en 6 momentos. En dichas sesiones tuvimos la posibilidad de conocer asuntos propios del calentamiento global, la separación de las basuras, hacer conteos y clasificaciones de los desechos encontrados en el colegio, reconocer patrones sobre la cantidad de basura y proponer soluciones a implementar en el hogar y en el colegio.

Utilizamos la modelación matemática como metodología de clase. Según Villa-Ochoa et al. (2022), la modelación puede concebirse como una forma de estudiar situaciones con fines específicos, por ejemplo, comprenderlos o explicarlos. En el ámbito educativo, la modelación matemática puede promover el aprendizaje de las matemáticas articulado a los significados producidos en los contextos cotidianos y en otras áreas (Villa-Ochoa et al., 2022). Según los autores, en el ámbito educativo, también puede concebirse como una herramienta didáctica, como una competencia y como un proceso que involucra otras subcompetencias matemáticas. En la perspectiva socio-crítica, la modelación ofrece oportunidades para posicionarse de manera



crítica frente a las demandas sociales y democráticas (Barbosa, 2006). Esta experiencia de aula se enmarca en la última línea, donde se busca identificar situaciones problemáticas, posicionarse y actuar frente a ellas. Como lo plantea Parra-Zapata (2015), mediante esta mirada se concibe la modelación como un proceso amplio que toma en cuenta las necesidades e intereses de los y las estudiantes, convirtiéndolos en protagonistas de su aprendizaje y, además, les brinda herramientas para la comprensión de lo que sucede en el contexto en el que se desenvuelven.

Nos posicionamos en la modelación matemática, específicamente en la perspectiva socio-crítica, ya que permite la discusión e indagación de ideas que surgen del contexto en el cual se desenvuelven los sujetos participantes, donde el estudiante toma una postura crítica con respecto a la comprensión y transformación de su sociedad (Barbosa, 2001; Araújo, 2012). Es decir, la modelación matemática en una perspectiva socio-crítica permite trascender las prácticas escolares centradas en la ejercitación, para dar sentido a los procedimientos y los conceptos como herramientas para ejercer una ciudadanía, la participación democrática y reconocer los roles que tienen las matemáticas en la sociedad, en

las demás ciencias y en los contextos y situaciones en las cuales tiene lugar.

Experiencias como las de Parra-Zapata (2015), Cardona-Berrío et al. (2015) y Ferreira y Wodewotzki (2007) informan sobre las contribuciones de la modelación matemática en el aula en una perspectiva socio-crítica, entre ellas, destacamos la sensibilidad y la actuación sobre situaciones coyunturales sobre la contaminación del ambiente. De esta manera, identificamos que se puede proponer a los y las estudiantes ambientes que propicien la discusión y la reflexión con respecto a temáticas ambientales que afectan nuestro entorno cercano y la sociedad en general.

En coherencia con las anteriores ideas, reportamos nuestra experiencia a través de cuatro apartados. En el primero, presentamos el acercamiento conceptual que apoya la experiencia de aula que realizamos en el grado primero. En el segundo, reportamos la metodología de la experiencia de modelación matemática y describimos una caracterización de los y las estudiantes. En el tercero, presentamos las discusiones realizadas de los elementos del trabajo. Finalmente, en el cuarto, planteamos algunas consideraciones finales.

Acercamiento Conceptual

En este apartado planteamos la aproximación conceptual que orientó esta experiencia de aula. Presentamos, en un primer momento, elementos teóricos que dan cuenta de la modelación matemática bajo la perspectiva

socio-crítica. En un segundo momento, evidenciaremos algunas comprensiones de educación ambiental y, en un tercer momento, daremos algunas ideas en torno a cómo se podrían generar conexiones de la educación ambiental en el área de matemáticas.

Modelación matemática en educación primaria bajo la perspectiva socio-crítica

La modelación matemática se concibe como un proceso que, al integrarse en el aula, permite tratar problemáticas científicas, sociales y cotidianas de los y las estudiantes (Villa-Ochoa et al., 2022). El establecimiento

de relaciones entre la modelación y las ciencias naturales ha preocupado a varios investigadores; por ejemplo, Carmona-Mesa et al. (2020) evidenciaron que la modelación y la experimentación son aspectos clave para promover un conocimiento que articula matemática y la física. En la educación primaria pueden reconocerse diferentes comprensiones de



modelación matemática. Parra-Zapata y Villa-Ochoa (2015) y Parra-Zapata (2018) desarrollaron una revisión de la literatura en la que reconocieron seis formas de comprender e integrar modelación en las aulas de primaria, a saber: los problemas de enunciados verbales (word problems), las situaciones adaptadas, las situaciones en torno a relaciones espaciales, las situaciones cercanas al contexto, las situaciones sobre matemáticas y sociedad y las situaciones de criticidad.

En la primera comprensión se reconoce la interpretación de una situación realista (artificial, real o imaginada) que se propone a los y las estudiantes; allí se preocupan por la aplicación de las matemáticas a la vida. En la segunda comprensión se parte de una simplificación de la realidad para llegar a solucionar un problema propuesto; dicha comprensión se preocupa por las estrategias de representación que se llevan a cabo. La tercera comprensión propone enunciados en los que se generan relaciones del espacio y su preocupación está en reconocer dichas relaciones en el proceso. La cuarta comprensión tiene en cuenta la toma de decisiones por parte de los y las estudiantes para proponer soluciones a la situación presentada. La quinta comprensión aborda situaciones del contexto social por medio de las matemáticas. La sexta comprensión centra la atención en analizar de manera crítica los fenómenos y permite reflexionar en torno a problemáticas del contexto cercano como la que nos convoca en el presente artículo.

De esta manera, en el marco de la experiencia que reportamos en este artículo, ahondaremos en la perspectiva socio-crítica de la modelación matemática en la educación primaria. Según Parra-Zapata (2015), esta tiene como objetivo, “la comprensión crítica del mundo circundante” (p. 25) y centra su preocupación en el rol de las matemáticas en la sociedad. De esta manera, los y las estudiantes son tomados en cuenta con sus particularidades, su contexto, sus conoci-

mientos previos, sus emociones y sus maneras de ver lo que sucede a su alrededor. Así, se da apertura a un sujeto que piensa y reflexiona de manera crítica acerca de un tema en específico, en este caso, sobre problemáticas ambientales con las que está familiarizado debido a lo que se enfrenta a diario. De igual manera, las matemáticas se dinamizan a partir de su significado como proceso que explica la realidad y dejan de ser vistas como un asunto acabado y absoluto, es decir, el conocimiento matemático no es estático, sino dinámico en la medida que se constituye de manera conjunta, por medio del diálogo, el trabajo en equipo y la discusión constante.

La modelación matemática, en esta perspectiva, se comprende como un ambiente en el que se promueven conocimientos matemáticos que surgen de manera dinámica al interior del aula mediante la discusión y la reflexión de asuntos, en este caso ambientales, que permiten que los y las estudiantes tomen decisiones, propongan soluciones, discutan posibles consecuencias, entre otras acciones en torno a este tipo de problemáticas.

Educación Ambiental

En la actualidad, problemáticas ambientales como el calentamiento global, la deforestación, el aumento del efecto invernadero, la necesidad de incrementar una conciencia en cuanto a la separación de residuos y los incendios forestales son situaciones que se van reportan en la cotidianidad a nivel global (Aguilera, 2018). Conforme mencionamos antes, a pesar de que estos fenómenos apenas se estén visionando en este siglo, desde los 70, la comunidad educativa tanto colombiana como mundial han venido avizorando las consecuencias que traería el desarrollo económico desenfrenado sin pensar en la sostenibilidad; es decir, tener un equilibrio con los recursos naturales utilizados para dicho desarrollo (Lopera Pérez y Villagrà Sobrino, 2020; Novo, 2009). Es por ello por lo que la UNESCO ha propuesto desde 1996



ideas en cuanto a la educación ambiental formal que tiene que ver con aquella que se brinda en las instituciones educativas.

Específicamente en la educación colombiana, la educación ambiental se ha venido consolidando a través de proyectos ambientales escolares (PRAE) que toda institución educativa debe tener (MINAMBIENTE, 2016). Estos proyectos tienen varios enfoques, entre ellos, se encuentra el ecologista, que busca generar en los y las estudiantes un aprendizaje que va más allá de lo teórico, es decir, busca crear conciencia en cuanto a los recursos naturales con los cuales cuenta el país y su cuidado, además de tratar problemáticas específicas del territorio donde se encuentran los y las estudiantes o de la institución educativa como tal.

Otras ideas en torno a la educación ambiental la conciben como “un campo de acción para considerar la cambiante realidad del presente” (Delors, 1996, p. 3), con el fin de educar a la población del futuro para el cuidado del ambiente y dar otro sentido a las relaciones interpersonales, entre sociedad y ambiente. Comprender la educación ambiental en esta perspectiva nos permite tener en cuenta que debe estar integrada de manera transversal en las diferentes áreas del currículo escolar. En esa perspectiva, la educación ambiental se concibe a través de dimensiones que se relacionan de manera directa con aspectos naturales, sociales, económicos, políticos y culturales, donde los seres humanos somos los principales protagonistas.

La educación ambiental también tiene en cuenta la educación no formal, es decir, todas aquellas campañas ambientales que corren por cuenta de grupos ecologistas, medios de comunicación, entes gubernamentales locales, entre otros; que pretende identificar las problemáticas del medio ambiente y enseñar prácticas que contribuyen a contrarrestarlas y tomar un papel activo en el mejoramiento del lugar donde vivimos.

La educación ambiental se convierte en un ámbito en el cual debemos contribuir y donde las matemáticas, a través de la modelación matemática, logran formar estudiantes “[...] responsables en relación con otros y con la sociedad, que sepan convivir con justicia, respeto y solidaridad, entre otras actitudes y comportamientos, y también adquirir, a través de la formación escolar, habilidades para un continuo aprendizaje” (traducción propia, Ferreira y Wodewotzki, 2007, p. 117), en donde los y las estudiantes adquieren un papel protagónico en la asimilación de las problemáticas. Ellos son los que proponen actividades para contribuir a la disminución de las mismas.

Educación ambiental a través de la modelación matemática en educación primaria en una perspectiva socio-crítica

En varios sistemas educativos a nivel global, una de las metas es el desarrollo de competencias, la toma de decisiones y actuaciones frente a las crisis. Para ello, se deben propiciar situaciones donde se forme en el desarrollo humano, en el ser y en el que-hacer; es decir, la escuela debe preocuparse por motivar al estudiante a construir más acciones concretas que mejoren las condiciones del entorno y menos cúmulo de conocimientos (Ferreira y Wodewotzki, 2007), motivándolos a la identificación y discusión de problemáticas de interés que tengan que ver con su contexto. En esta perspectiva, los conocimientos matemáticos son comprendidos como herramientas para formar ciudadanos capaces de reflexionar de manera crítica y reflexiva acerca de problemáticas de su cotidianidad y de la sociedad en general.

La modelación matemática, a partir de la perspectiva socio-crítica, es una alternativa donde se invita a los y las estudiantes a explorar situaciones de su vida cotidiana, para que las problematicen y entren al aula como protagonistas de su aprendizaje y, de esta manera, reflexionar y proponer ideas para la



solución o posible camino para solucionar dicha problemática (Barbosa, 2006). En este caso, enfocándonos en los intereses de los y las estudiantes, las problemáticas ambientales permiten esta dinámica, ya que son cuestiones en las cuales todos estamos involucrados no solo en la causa, sino también en las

posibles estrategias a implementar para contrarrestar el daño. De esta manera las matemáticas son medios para comprender las problemáticas ambientales y visionarlas de una manera más concreta a partir de datos o relaciones matemáticas que permiten hablar de ellas y proponer estrategias de solución a dicha problemática.

Metodología

Dado que el objetivo de esta experiencia hace referencia a identificar cómo los y las estudiantes del grado primero de una institución educativa de la ciudad de Medellín abordan de manera crítica los problemas ambientales presentes en su entorno por medio de la Modelación Matemática, utilizamos para el análisis de esta experiencia herramientas de la metodología cualitativa de la investigación. Esta metodología nos permite centrarnos en los datos buscando observar aspectos críticos cuando estudian problemas ambientales. Además, este enfoque permite que nuestro papel como docentes e investigadores sea activo en el proceso, donde nuestras percepciones, actuaciones y reflexiones también son tomadas en cuenta para alcanzar el objetivo propuesto (Hernández Sampieri et al., 2006).

Los participantes de la experiencia de aula fueron 24 estudiantes de primer grado de educación primaria (6-7 años), de un colegio de carácter privado del municipio de Medellín, Colombia. En esta institución, la primera autora de este artículo fue docente de estos niños en todas las áreas obligatorias en el currículo escolar. Durante el año escolar, la docente identificó el interés de los y las estudiantes en torno a cuestionar lo que pasa en su entorno. Es decir, relacionan los conoci-

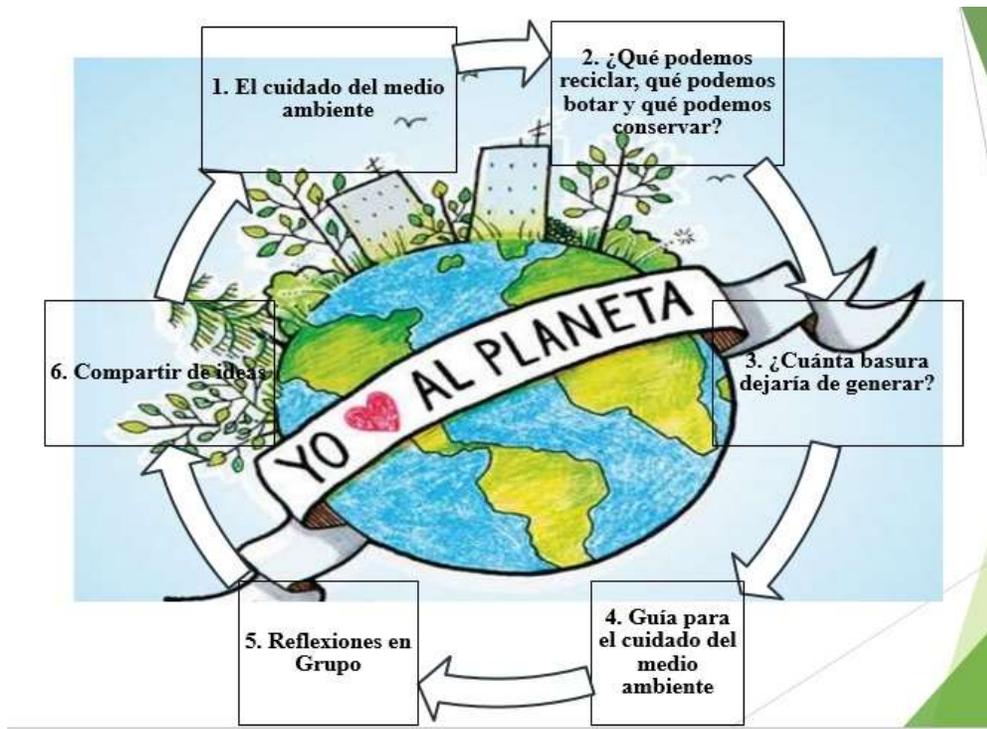
mientos escolares con los conocimientos previos y cotidianos y buscan posibles soluciones a lo que se les plantea, con diversas propuestas o caminos a seguir.

La experiencia se desarrolló en seis momentos, los cuales fueron vividos en diez sesiones de clase, cada una de 90 minutos. Las sesiones fueron desarrolladas a partir de la discusión de las ideas de los y las estudiantes, mediante las cuales plantearon sus maneras de pensar y lo que deseaban proponer en cuanto a la dinámica de las temáticas. La principal temática giró en torno a las problemáticas ambientales vividas en el ambiente escolar y extraescolar con respecto a las basuras y cómo podían ayudar a que no llegaran tantos desperdicios a los rellenos sanitarios y al ambiente tan maltratado.

La experiencia se desarrolló en seis momentos (Figura 1) que fueron un constante ir y venir, es decir, no se dieron de manera lineal y estática, sino dinámica, donde se vivenciaron varias etapas al mismo tiempo. Estos momentos fueron diseñados en correspondencia con los planteamientos de Parra-Zapata (2015), en los que se resalta la participación de los y las estudiantes como eje central y el reconocimiento del contexto como el factor para promover discusiones, ideas y propuestas de solución.



Figura 1. Representación de los momentos vividos en la experiencia de modelación



Fuente: elaboración propia

En el primer momento, por medio de historietas sobre el cuidado del agua y los incendios forestales (Anexo 1), la docente realizó la introducción a la temática que tenía que ver con el cuidado del ambiente. En el segundo momento, por medio de un recorrido por la institución, los y las estudiantes observaron la cantidad de basuras encontradas en el piso como la principal problemática ambiental de la institución. El tercer momento giró en torno a algunos cálculos matemáticos que permitieron determinar qué cantidad de basura se dejaría de generar si estos fueran reutilizados. Luego de estos cálculos y de algunas reflexiones sobre la importancia de reutilizar y reducir, los y las estudiantes construyeron guías en las que se pretendía registrar las reflexiones y cálculos realizados en el momento 3. Finalmente, en los momentos 5 y 6 se realizaron procesos de comunicación de lo construido de manera grupal y con algunos miembros de la comunidad educativa.

Acorde con el enfoque para develar asuntos significativos en la búsqueda del objetivo, utilizamos técnicas e instrumentos como grabaciones de audio y video, observación participante, entrevistas semiestructuradas y documentos producidos por los y las estudiantes (Gewandsznajder y Alves-Mazzoti, 1998).

Las grabaciones de audio y video se realizaron en todos los momentos y espacios de la experiencia, tanto para la observación participante como para las entrevistas. La observación participante nos permitió, por un lado, enfocarnos en eventos que sucedieron en un periodo y, por otro, identificar acciones de los participantes en el contexto en que se desenvuelven. Las entrevistas semiestructuradas nos permitieron tratar temas que no quedaron claros en otros momentos de la experiencia o que requirieron ser ampliados por la naturaleza de la información. Finalmente, utilizamos los documentos producidos por los y las estudiantes que develaron asuntos de



descripción, de análisis y de producción que fueron fuente de información. El análisis se centró en identificar e interpretar los datos que dieran cuenta de reflexiones, acciones, propuestas de los y las estudiantes para mejorar las situaciones ambientales, y en los po-

sicionamientos críticos que pusieron de manifiesto. En el siguiente apartado, pondremos en discusión aspectos relevantes de las producciones de los y las participantes y las reflexiones surgidas en la experiencia de modelación matemática..

Resultados y discusiones alrededor de la experiencia de modelación

Como se mencionó en el apartado anterior, el primer momento se llevó a cabo mediante una sensibilización de algunas problemáticas ambientales, entre las que estaban los incendios forestales y el cuidado del agua como un recurso natural que se ha visto afectado por la irresponsabilidad de los hombres, una de ellas, el desecho de las basuras alrededor de estas fuentes hídricas, como lo son los mares y los ríos.

Mediante lo anterior, buscábamos que los y las estudiantes plantearan ideas en torno a estas problemáticas y presentaran posibles soluciones. Se tuvieron en cuenta aspectos relacionados con sus creencias religiosas y lo que podían hacer en sus hogares con afirmaciones como: “los seres humanos hacemos mucho daño y Dios nos regaló el mundo para que lo cuidáramos” (Palabras de Luci, Grabación, julio del 2015), también afirmaron que “hay que concientizar a los papás que no pueden contaminar el planeta porque cuando crezcamos no tendremos hierba ni árboles y sin ellos nos podemos morir” (Palabras de Matías, Grabación, julio del 2015), por su parte, otro estudiante estableció relaciones de estas temáticas con lo que vive en su cotidianidad a partir de la expresión: “una vez mi abuelita dejó una vela prendida y estaba incendiando la casa” (Palabras de Manuel, Grabación, julio del 2015).

Este momento sirvió de base para que, como docentes e investigadores, identificáramos que los y las estudiantes plantean sus ideas con base en sus experiencias diarias, creencias religiosas, sobre lo que ven y viven

en sus hogares, lo que sus padres les cuentan y lo que han aprendido poco a poco en la escuela; lo que ayuda a la construcción de ideas tanto ambientales como matemáticas y la relación existente entre ellas. Como lo plantea Biembengut (2007), los niños obtienen información, la seleccionan y la comprenden a partir de lo que ya conocen. En esta experiencia, estos aspectos fueron tenidos en cuenta para motivar la búsqueda de posibles soluciones a las problemáticas planteadas por ellos y ellas.

El segundo momento se desarrolló a partir de dos etapas. En la primera etapa, se hizo un recorrido por la institución, donde los y las estudiantes recogieron la basura encontrada y se discutió en torno a aquellos residuos que pudieron haber sido reutilizados. A partir de esta discusión se generó una pregunta en relación con el color de los recipientes para recoger las basuras y sobre la manera en que estaban ubicados en la institución. Esto permitió que indagáramos en la clase por las ideas que ellos y ellas tenían sobre el uso de cada recipiente, su utilidad y sobre cómo podíamos ayudar al reciclaje a partir de la separación de los residuos. De igual forma, realizaron el conteo de los residuos encontrados, evidenciando que la mayor cantidad correspondía a pitillos o popotes de los jugos que usualmente llevan los y las estudiantes para los recesos de las clases.

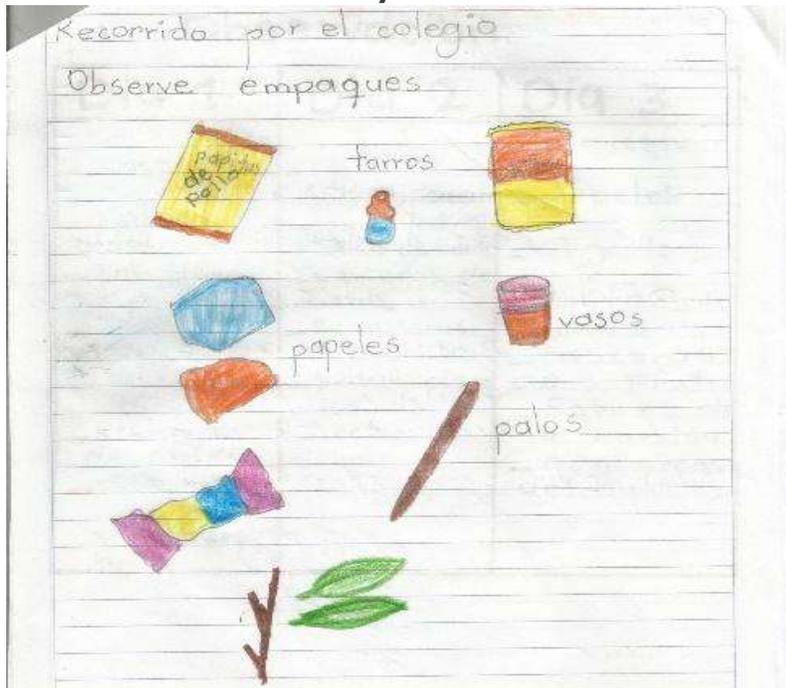
En este momento se presentaron algunas dificultades con respecto al trabajo en equipo, dado que la indicación fue realizar el recorrido en equipos de tres personas y nos



encontramos con que la mayoría estaba realizando la recolección de manera individual, sin contar con la opinión de los compañeros. Por tal razón, fue importante volverlos a reunir en el patio y explicarles que para el trabajo en equipo era necesario hablar con los compañeros en torno a lo que iban observando, lo que iban a recolectar y pedir la opinión de todos frente a una decisión. Luego, se les propuso que los miembros del equipo estuvieran siempre juntos para la recolección de basura; se dieron cuenta que con la cooperación y la colaboración se podían obtener mejores resultados.

En este sentido, reconocemos que el trabajo en equipo en este grado de escolaridad es complejo. Debido a que han sido pocos los espacios generados para que trabajen con otros compañeros, ya que al interior del aula se realizan trabajos de manera individual, los roles dentro del equipo son un proceso con el que no se sienten identificados. También determinamos que el docente cobra un papel significativo, ya que debe guiar a los y las estudiantes en cuanto a cómo debe ser el trabajo en los equipos, por medio de preguntas e ideas que lleven a la discusión y a la toma de decisiones consensuada; se convierte en la guía de los y las estudiantes.

Figura 2. Producciones escritas de los y las estudiantes de 1°



Fuente: Datos del estudio

En las discusiones de esta etapa en torno a los residuos encontrados (Figura 2), los y las estudiantes expresaron sus preocupaciones con respecto a lo que podría hacer esta basura en el ambiente del colegio y cómo ello afectaría a toda la comunidad educativa.

La segunda etapa se dio mediante un compromiso extra-clase. En esta tarea, los y las estudiantes debían registrar durante tres días los residuos que en sus hogares eran

desechados. Este compromiso se realizó con el fin de propiciar una discusión similar a la realizada respecto a las basuras encontradas en la institución. Se generaron dos ideas: una en cuanto al uso de los pitillos o popotes y otra sobre el uso de las bolsas plásticas. Estos fueron los residuos de mayor recurrencia hallados en el recorrido por la escuela y en la indagación realizada en casa.



Mediante algunos cálculos matemáticos relacionados con la suma y el doble de un número, los y las estudiantes lograron encontrar cuántos pitillos serían consumidos por los niños de primer grado en 30 días escolares, bajo el supuesto de que cada uno se tomara, en los dos descansos con los que cuentan en la institución, un jugo de caja que necesita pitillo, como se presenta en la Figura 3. Este proceso se dio mediante el tanteo y el conteo por parte de los y las estudiantes, quienes pusieron en juego lo que conocían y algunas nociones de adición adquiridas en sus hogares. Se evidenció que la adición, temática que debe ser trabajada en este grado de escolaridad según los Estándares básicos de competencias en matemáticas (MEN, 2006), surgió de manera natural y espontánea mediante la necesidad de conocer un dato que era de interés para los y las estudiantes, y el cual servía para la reflexión del uso de los pitillos.

Con respecto a la cantidad de pitillos, los y las estudiantes plantearon ideas como: “podríamos reutilizar los pitillos en manualidades o algo así” (Palabras extraídas de la sesión del día 4 de agosto del 2015). También se llegó a pensar el concepto matemático del doble de un número, cuando se pasó de 10 personas a 20 sin necesidad de hacer la operación para 11, 12, 13, ..., 19. Es decir, pensaron en términos de cómo, al sumar dos veces la cantidad de pitillos consumidos por 10 personas, nos daría el consumo de pitillos de 20 personas. Así mismo, se establecieron relaciones entre el tiempo que se utilizaba un pitillo y el daño que podría causar al ambiente. Con respecto a estas reflexiones, los y las estudiantes propusieron a sus familias la compra de jugos para llevar al colegio que no tuvieran pitillos, y algunos y algunas les pedían hacer el jugo en casa y enviárselos en termos para evitar el consumo de los pitillos.

Con respecto a las bolsas plásticas, discutimos en torno a la cantidad que se utiliza en las casas de los y las estudiantes e hicimos

la relación entre dicha cantidad y los días recolectándolas. Al realizar esta relación encontramos que al cabo de 50 días podríamos cubrir el salón de bolsas (Figura 4), lo cual indica que hay un área muy amplia que se cubre en poco tiempo. Y el conocimiento en torno a la no biodegradación de este tipo de materiales permitió que infirieran asuntos en torno a la contaminación que las bolsas producen al medio ambiente.

Figura 3. Razonamiento de los y las estudiantes de 1° con respecto a la cantidad de pitillos

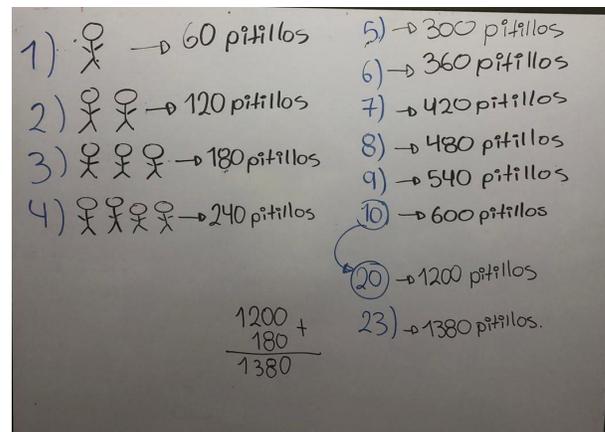
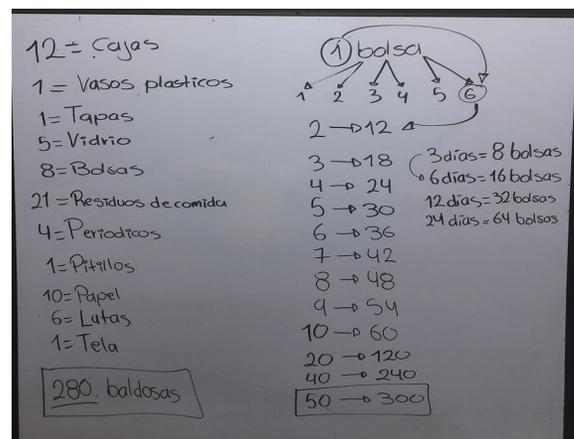


Figura 4. Razonamiento de los y las estudiantes de 1° con respecto a las bolsas plásticas



Fuente: datos del estudio

En los cálculos matemáticos presentados en la Figura 4, los y las estudiantes iban expresando la cantidad que era preguntada por la docente y se hizo de manera vivencial, por ejemplo, 1 bolsa cubría 6 baldosas, es decir,



se abrió la bolsa y se sobrepuso en las baldosas y esa era el área aproximada que cubriría (6 baldosas). A partir de este razonamiento se preguntó cuántas baldosas cubrirían 2 bolsas, situación que les permitió darse cuenta de que solo era realizar la suma de $6+6$ que correspondía a 12. Sin embargo, a medida que se iba incrementando el número de bolsas, los y las estudiantes requerían más tiempo para realizar los cálculos; utilizaban sus manos o líneas en sus cuadernos y la suma. Esta temática debía ser trabajada en este grado de escolaridad, pero surgió de manera espontánea, a partir de algunos conocimientos previos que tenían sobre el conteo.

En especial, en este segundo momento identificamos cómo este proceso de modelación permitió que los y las estudiantes reflexionaran sobre sus acciones: pedir a sus padres reutilizar recipientes para evitar el consumo de pitillos o utilizar los desechos para realizar manualidades. De esta manera, comprendieron la viabilidad o no de sus actos y propusieron soluciones para no replicar lo que hacían con estos residuos.

En el tercer momento de la experiencia de modelación matemática, los y las estudiantes realizaron guías, es decir, folletos en los cuales expresaron diversas ideas sobre el cuidado del ambiente, donde se pretendía contar qué era reutilizar y qué era reciclar, además de mostrar los dos procesos matemáticos a los cuales se llegó entre todos (Anexo 1).

Algunas de las producciones de los y las estudiantes se muestran en las figuras 5 y 6. Estas producciones pueden considerarse modelos en el sentido amplio de la palabra, en tanto, son representaciones que dan cuenta de relaciones, información y otros aspectos que los y las estudiantes observaron como clave dentro de la situación. Evitamos el uso

de adjetivos como “matemáticos” o “científicos” por la multiplicidad de interpretaciones que otorgan al término modelos.

En la Figura 5, los y las estudiantes plasmaron un dibujo que representa la contaminación generada por los seres humanos al arrojar las basuras a las calles, y cómo esta contaminación genera daños en las tuberías. Ellos y ellas expresaron: “aquí unas personas arrojaron basuras y los desagües se taparon y por eso hubo una inundación cuando llovió” (Palabras de Isabel, Grabación, 11 de agosto del 2015).

Figura 5. Producciones de los y las estudiantes de 1° sobre contaminación. Agosto 11 del 2015



Fuente: datos del estudio

Por su parte en la Figura 6, los y las estudiantes plasmaron cómo es para ellos la naturaleza. La caja de jugo significa todo el daño que se le hace al planeta cuando se consume con pitillo. Mostraron cómo ellos querían que las familias compartieran en lugares verdes y representaron que la misión de ellos era sensibilizar a sus padres, abuelos, primos, primas y demás miembros de su familia para que cuidaran con sus actos del mundo.

Figura 6. Producciones de los y las estudiantes del grado 1° sobre naturaleza. Agosto 11 del 2015



Fuente: datos del estudio

En este momento, los y las estudiantes representaron en carteles y documentos realizados en grupos sus aprendizajes en las sesiones y cómo, por medio de sus ideas, lograrían realizar un plan para que las personas a su alrededor empezaran a reutilizar algunos de los desechos que van a parar al relleno sanitario y a evitar utilizar aquellos elementos que contaminan y que utilizamos una fracción de tiempo muy corta, como los pitillos y las bolsas plásticas.

En el momento 5, propiciamos un espacio de reflexión en grupo donde aclaramos algunas cuestiones con respecto a las operaciones matemáticas que surgieron en la experiencia de modelación. En este momento, los y las estudiantes plantearon la importancia de las matemáticas para realizar los cálculos y su uso en temas ambientales. Los y las estudiantes mostraron ejemplos de cómo se predecía de manera matemática la contaminación existente en el medio y el impacto que traería si los seres humanos ayudáramos con nuestras prácticas de reducir, reutilizar y separar para reciclar.

Los y las estudiantes reconocieron la importancia de las matemáticas, lo que permitió visionar la asignatura como aquella que va más allá de la resolución de problemas

que no existen en las realidades. Otro aspecto importante fue que, a medida que avanzaba la experiencia, se valoraron las reflexiones de los compañeros con respecto a los aprendizajes que quedaron luego del proceso de modelación matemática. En este momento, también se les propuso dialogar sobre lo aprendido con los compañeros de otros grados de escolaridad del mismo colegio, para contarles lo encontrado a partir de las matemáticas. Así, se les preguntó a los y las estudiantes quiénes deseaban presentar las producciones ante toda la institución y siete estudiantes se ofrecieron como voluntarios.

En el momento 6, los y las estudiantes fueron los protagonistas al plantear ante sus compañeros de los demás grados, de preescolar a undécimo, lo que aprendieron. En el compartir de ideas, los y las estudiantes realizaron una sensibilización sobre el cuidado del ambiente por medio de un video que mostraba el cambio climático vivido gracias al desecho de basuras en lugares no adecuados y de manera acelerada. Luego del video, los y las estudiantes explicaron sus ideas plasmadas en su guía del ambiente y, al final, sus compañeros de los demás grados plantearon preguntas de acuerdo con la presentación.

Este momento permitió que los y las estudiantes usaran las cuestiones matemáticas para argumentar sus conclusiones, como la cantidad de pitillos consumidos por los y las estudiantes del grado primero y la importancia de evitar el consumo de bolsas plásticas al conocer la cantidad utilizada y lo que produce en el medio ambiente (Figura 7).

Estos aspectos ponen de relieve un uso de las matemáticas como herramienta para apoyar conclusiones y acciones en el entorno, en correspondencia con los planteamientos de Parra-Zapata (2015). Anotamos que, la mayoría de las personas, manifestaban sorpresa cuando los y las estudiantes argumentaban



que solo el grado primero consumía 1380 pitillos en 30 días escolares; los expositores aprovecharon este momento para invitar a los compañeros a dejar de consumirlos. Esto evidencia adicional apoya la importancia que ofrece la modelación matemática para generar actividad discursiva (Barbosa, 2006) sobre los problemas identificados, en este caso, sobre temas ambientales.

Figura 7. Exposición final de los y las estudiantes de 1°



Fuente: datos del estudio

Consideraciones finales

El objetivo que motivó esta experiencia fue identificar cómo, a partir de la modelación matemática, los y las estudiantes del grado primero de un colegio de Medellín-Colombia reflexionan sobre problemáticas ambientales a las que se enfrentan día a día. Los análisis y reflexiones consolidadas en relación con la experiencia permitieron comprender que estos estudiantes tienen en cuenta sus vivencias cotidianas y conocimientos previos adquiridos en la escuela para posicionar sus pensamientos y proponer acciones que impacten la problemática. De este modo, la modelación matemática como proceso permite que el estudiante vaya más allá de los conocimientos técnicos, y que se forme en torno a la toma de decisiones y la comprensión de su cotidianidad para mejorar sus prácticas.

Los y las estudiantes del grado primero mostraron dificultades en el trabajo en equipo; sin embargo, solo en los equipos donde se identificaba un líder (el que propone roles y delega responsabilidades) el proceso de modelación matemática se dio de una manera significativa; los y las estudiantes buscan aprobación constante y proponen

sus ideas y pensamientos cuando las discusiones emergen y las decisiones se toman con la docente y entre todo el grupo. Por su parte la docente tiene un papel importante en el aula, dado que se convierte en una guía del proceso, realiza preguntas problematizadoras que invitan a que la construcción del producto final no se limite a aspectos de forma; promueve que los y las estudiantes hallen estrategias donde puedan delegar responsabilidades para cumplir con la actividad que desarrollan y evidenciar las ideas construidas con la información recolectada.

El trabajo en equipo enmarcado en una perspectiva socio-crítica en la modelación matemática permite discutir ideas, negociar significados y llegar a acuerdos para la presentación del trabajo, lo cual brinda prioridad a lo aprendido y las reflexiones realizadas durante todo el proceso. El trabajo en equipo es un aliado del proceso, donde estudiantes y docentes buscan consolidar ideas para dar una solución o posibles soluciones a aspectos de la vida cotidiana.

El papel y acompañamiento de los docentes permite que los y las estudiantes dejen de ser sujetos pasivos en el aula de clase y que



se sientan protagonistas de su aprendizaje, a partir de la comparación entre episodios de su vida cotidiana que ejemplifican la problemática tratada, sus conocimientos previos y el compartir de ideas con los y las demás compañeras. De esta manera, el conocimiento surge de acuerdo con las necesidades, como ocurrió con la suma y las relaciones del doble de un número presentadas en las discusiones alrededor de los pitillos.

El estudio de temas ambientales en clase de matemáticas es recurrente en la investigación. En nuestro caso, resaltamos la importancia de generar relaciones entre la educación ambiental como contexto, objetivo y contenido y de la modelación matemática como herramienta. Esta experiencia se suma a otras reportadas en la literatura (Carmona-Mesa et al., 2020) en las que la modelación se convierte en una vía para la generación de interrelaciones entre dos áreas escolares y la cotidianidad misma de los y las estudiantes.

En ese sentido, resaltamos que, aunque los y las estudiantes del grado primero cuentan con conocimientos de las áreas específicas estudiadas, las experiencias cotidianas que vivieron fueron de gran importancia y constituyeron el punto de partida para las ideas que plantearon a lo largo de la experiencia de modelación matemática. Es decir, los y las estudiantes buscan relacionar las problemáticas presentes en el aula con cuestiones que ellos viven día a día, generándose así el debate entre todos y la puesta en escena de diversas experiencias que permiten una consolidación de ideas variadas, que nos amplían el panorama de la problemática trabajada. De igual forma, cuando se trabajan problemáticas ambientales mediante la modelación matemática, los y las estudiantes reflexionan por medio de sus vivencias y sus maneras de pensar, no se sienten cohibidos por estar errados o no, exponen sus maneras de pensar y las defienden de acuerdo con su experiencia y lo que les han enseñado.

Agradecimientos

Agradecemos a los y las estudiantes del grado primero, a la institución educativa en la que realizamos la implementación, a los padres de familia por estar siempre al tanto del proceso y al grupo de investigación MATHEMA-FIEM por los aportes y sugerencias de algunos miembros frente a la implementación de la experiencia de aula. También al proyecto “La modelación matemática escolar como eje de integración interdisciplinar en un currículo basado en las áreas STEM+H: un camino para la transformación educativa de la básica primaria en la ciudad de Medellín” (CODI-UdeA, Código 2020-34799) que nos motivó a analizar nuestra experiencia como una posibilidad de ejemplificar relaciones entre diferentes disciplinas escolares a través de la modelación.

Referencias

- Aguilera, R. (2018). La educación ambiental, una estrategia adecuada para el desarrollo sostenible de las comunidades. *Eumed.net*. <https://www.eumed.net/rev/delos/31/roberto-aguilera.html>
- Araújo, J. (2012). Ser Crítico em Projetos de Modelagem em uma Perspectiva Crítica de Educação Matemática. *Bolema - Boletim de Educação Matemática*, 26(43), 839-860. <https://doi.org/10.1590/S0103-636X2012000300005>
- Barbosa, J. (2001). Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. *Reunião anual da ANPED*, 24, 1-15.



- Barbosa, J. C. (2006). Mathematical modelling in classroom: a socio-critical and discursive perspective. *ZDM - Mathematics Education*, 38(3), 293–301. <https://doi.org/10.1007/BF02652812>
- Biembengut, M. S. (2007). Modelling and Applications in Primary Education. En W. Blum, P. L. Galbraith, H.-W. Henn, y M. Niss. (Eds.). *Modelling and Applications in Mathematics Education* (pp. 451–456). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-0-387-29822-1_50.
- Cardona-Berrió, A. Martínez-Castro, C. Ocampo-Arenas, M. y Parra-Zapata, M. (2015). *Consumo de bolsas plásticas: una experiencia de modelación*. Comunicación presentada en la XIV CIAEM. Chiapas. México
- Carmona-Mesa, J. A., Cardona, M. E. y Castrillón-Yepes, A. (2020). Estudio de fenómenos físicos en la formación inicial de profesores de Matemáticas. Una experiencia con enfoque STEM. *Uni-Pluriversidad*, 20(1), 18–38. <https://doi.org/10.17533/udea.unipluri.20.1.02>
- Delors, J. (1996). *L'éducation, un trésor est caché dedans. Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre Educación para el siglo 21*. Paris, UNESCO
- Ferreira, D. H. L., & Wodewotzki, M. L. L. (2007). Modelagem matemática e educação ambiental: uma experiência com alunos do ensino fundamental. *Zetetiké*, 15(2), 63-86.
- Gewandsznajder, F. y Alves–Mazzotti, A. (1998). *O método nas Ciências Naturais e Sociais*. Pioneira.
- Hernández Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Baptista-Lucio, P. (2006). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill. Sexta Edición.
- Lopera Pérez, M. y Villagrà Sobrino, S. (2020). Alfabetización climática en la formación inicial y continua de docentes. *Uni-Pluriversidad*, 20(1), 80–99. <https://doi.org/10.17533/udea.unipluri.20.1.05>
- Martínez Castillo, R. (2010). La importancia de la educación ambiental ante la problemática actual. *Revista Electrónica Educare*, 14(1), 97-111. <https://doi.org/10.15359/ree.14-1.9>:
- Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2006). *Estándares básicos de competencias, matemáticas*. Bogotá, Colombia. Magisterio.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MINAMBIENTE]. (2016) *Los proyectos ambientales escolares - PRAE en Colombia. Viveros de la nueva ciudadanía ambiental de un país que se construye en el escenario del posconflicto y la paz*. (Colombia). https://archivo.minambiente.gov.co/images/OrdenamientoAmbientaTerritorialyCoordinaciondelSIN/pdf/VII_Encuentro_Nacional_de_Educaci%C3%B3n_Ambiental/PRAE.pdf
- Novo, M. (2009). La Educación Ambiental, Una Genuina Educación Para El Desarrollo Sostenible. *Revista de Educación*, (extra), 195-217. Acceso <https://sede.educacion.gob.es/publiventa/la-educacion-ambiental-una-genuina-educacion-para-el-desarrollo-sostenible/desarrollo-sostenible-educacion/23295>
- Parra-Zapata, M. (2015). *Participación de estudiantes de quinto grado en ambientes de Modelación Matemática. Reflexiones a partir de la perspectiva socio-crítica de la Modelación Matemática* [Tesis de maestría [no publicada], Universidad de Antioquia]. Medellín, Colombia.
- Parra-Zapata, M. M., y Villa-Ochoa, J. A. (2015). Tendencias en investigación en modelación matemática en educación primaria. *RECME-Revista Colombiana de Matemática Educativa*, (1), 235–240. <http://ojs.asocolme.org/index.php/RECME/article/view/51>
- Parra-Zapata, M. M. (2018). Mesa de discusión Modelación en Educación Matemática [ponencia] ECME 17, Bogotá, Colegio CHAMPAGNAT.
- Sauvé, L. (1999). La educación ambiental entre la modernidad y la posmodernidad: en busca de un marco educativo de referencia integrador. *Tópicos*, 1(2), 7-27.
- Villa-Ochoa, J. A., Sánchez-Cardona, J. y Parra-Zapata, M. M. (2022). Modelación matemática en la perspectiva de la educación matemática. En M. Rodríguez, M. Pochulu, y F. Espinoza. (Eds.). *Educación matemática. Aportes a la formación docente desde distintos enfoques teóricos* (pp. 67–89). Ediciones Universidad Nacional de General Sarmiento.



El material suplementario contiene las guías de trabajo de la experiencia y puede consultarse en: <https://doi.org/10.17533/udea.unipluri.348824>