



ARTÍCULOS

Aportes de la resolución de problemas en matemática para una formación crítica de educación ambiental en el nivel secundario

Contributions of problem solving in mathematics to a critical environmental education formation at the secondary level

Contribuições da resolução de problemas em matemática para uma formação crítica em educação ambiental no ensino secundário

Gustavo Matías Uhrich

Universidad Tecnológica Nacional, Argentina

gustavouhrich@gmail.com

ORCID: 0009-0007-1581-4137

Sofía Evelyn Pierini

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Universidad Autónoma de Entre Ríos, Argentina

pierini.sofia@uader.edu.ar

ORCID [0000-0002-3492-8216](https://orcid.org/0000-0002-3492-8216)

Celia Presa

Instituto Padre Enrique Laumann D-158 Nivel Superior, Seguí, Entre Ríos, Argentina

celiapresa@gmail.com

ORCID 0009-0005-6850-7646

Recibido: 2025-05-27 | **Revisado:** 2025-09-17 | **Aceptado:** 2025-09-27

Resumen

Dado que la matemática permite ampliar nuestra comprensión del mundo, este estudio evaluó los aportes de la resolución de problemas matemáticos a la formación crítica sobre educación ambiental en estudiantes del ciclo básico de cuatro escuelas secundarias (Entre Ríos, Argentina). La investigación se enmarcó en las líneas teóricas de la resolución de problemas y la educación matemática crítica. Empleando una metodología mixta, se diseñaron e implementaron un *test* con actividades y una encuesta dirigida a estudiantes, complementada con entrevistas semiestructuradas a docentes. El estudio se focalizó en la identificación de heurísticas, observando que el estudiantado empleó diversas estrategias. Ante este escenario, la resolución de problemas matemáticos contextualizados emerge como una alternativa pedagógica innovadora para crear experiencias de enseñanza y aprendizaje que promuevan una formación integral. Este enfoque permitió conectar la matemática con la realidad, fomentando el desarrollo de capacidades para resolver problemas, el pensamiento crítico y la responsabilidad ambiental.

Palabras clave: matemática crítica, heurísticas, resolución de problemas, educación ambiental.

Abstract

Given that mathematics allows us to broaden our understanding of the world, this study evaluated the contributions of mathematical problem solving to critical education on environmental education in students in the basic cycle of four secondary schools (Entre Ríos, Argentina). The research was framed within the theoretical lines of Problem Solving and Critical Mathematics Education. Using a mixed methodology, a test with activities and a student survey were designed and implemented, complemented with semi-structured interviews with teachers. The study focused on the identification of heuristics, observing that students used different strategies. In this scenario, contextualized mathematical problem solving emerges as an innovative pedagogical alternative to create teaching and learning experiences that promote comprehensive education. This approach made it possible to connect mathematics with reality, fostering the development of problem-solving skills, critical thinking and environmental responsibility.

Keywords: critical mathematics, heuristics, problem solving, environmental education.

Resumo

Considerando que a matemática nos permite ampliar nossa compreensão do mundo, este estudo avaliou as contribuições da resolução de problemas matemáticos para a educação crítica sobre educação ambiental em alunos do ciclo básico de quatro escolas secundárias (Entre Ríos, Argentina). A pesquisa foi enquadrada nas linhas teóricas da Resolução de Problemas e da Educação Matemática Crítica. Usando uma metodologia mista, foram elaborados e implementados um teste com atividades e uma pesquisa com alunos, complementados com entrevistas semiestructuradas com professores. O estudo concentrou-se na identificação de heurísticas, observando que os alunos usavam estratégias diferentes. Nesse cenário, a resolução contextualizada de problemas matemáticos surge como uma alternativa pedagógica inovadora para criar experiências de ensino e aprendizagem que promovam a educação integral. Essa abordagem possibilitou a conexão da matemática com a realidade, promovendo o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas, pensamento crítico e responsabilidade ambiental.

Palavras-chave: matemática crítica; heurística; resolução de problemas; educação ambiental.

Introducción

El contexto actual, caracterizado por una creciente conciencia sobre el cuidado del ambiente y la necesidad de adoptar medidas sustentables, ha impulsado la búsqueda de estrategias educativas que fomenten una formación crítica en este ámbito. En este sentido, la educación ambiental emerge como un campo fundamental para promover la comprensión de los conflictos ambientales, el desarrollo de principios proambientales y la capacidad de fomentar valores, comportamientos y actitudes acordes a un ambiente equilibrado. La resolución de problemas matemáticos relacionados con el ambiente se presenta como una estrategia pedagógica innovadora para el aprendizaje activo y participativo. El estudiantado, al enfrentarse a situaciones problemáticas reales del entorno, se convierte en protagonista de su propio proceso de aprendizaje, desarrollando habilidades esenciales para el pensamiento crítico y la toma de decisiones responsables.

El Ciclo Básico Común (CBC) del Nivel Secundario representa una etapa fundamental para la formación de las futuras generaciones, al ofrecer recursos que les permitan desarrollar una mirada crítica y asumir un compromiso activo con su realidad. En este sentido, la resolución de problemas matemáticos se presenta como una herramienta pedagógica valiosa para fortalecer aprendizajes significativos y acorde a los tiempos actuales. En la provincia de Entre Ríos, se ha detectado una carencia de investigaciones que exploren los aportes de la matemática para promover la intervención y reflexión sobre la interacción responsable con el ambiente. En este contexto, este estudio tuvo como objetivo evaluar los aportes de la resolución de problemas matemáticos a la formación crítica sobre educación ambiental en el Ciclo Básico del Nivel Secundario. Para ello, se analizaron diferentes alternativas pedagógicas que integraron la resolución de problemas matemáticos en el abordaje de temáticas ambientales, identificando los beneficios e implicancias que este tipo de enfoques aporta al desarrollo del pensamiento crítico y la conciencia ambiental del estudiantado.

En el diseño curricular de la Provincia de Entre Ríos, el Consejo General de Educación reconoce a la educación ambiental como una dimensión fundamental en el nivel secundario y se posiciona a favor de ambientalizar el currículo: “Es decir, construir una dimensión de sujeto como unidad compleja, respetuoso de la diversidad natural. En efecto, se trata de intentar construir otras representaciones del mundo, de la naturaleza, de las ciencias y de la tecnología” (CGE, 2010, p. 69). Esta perspectiva promueve la formación de una ciudadanía ambientalmente responsable que valore la diversidad ecosistémica. En este contexto, se replantean las relaciones entre la naturaleza y la sociedad, dando lugar a otras maneras de observar, entender y habitar el territorio. Por estas razones, la propuesta del diseño curricular consiste en integrar la educación ambiental de manera transversal, sin la necesidad de contar con una asignatura específica.

Marco teórico

Perspectiva epistemológica

La matemática es un campo del conocimiento que ha evolucionado a lo largo de los siglos, atravesando distintas etapas en su desarrollo histórico. De forma paralela, su enseñanza también ha experimentado transformaciones que responden a los diversos contextos sociohistóricos. En este marco, es fundamental reconocer que “el proceso de hacer matemática va más allá de calcular o deducir, implica la observación de patrones, la comprobación de conjeturas y la estimación de resultados” (Bressan y Gallego, 2010, p. 6). Desde una perspectiva constructivista, enseñar matemática implica promover el desarrollo de

un pensamiento lógico, crítico, reflexivo y argumentativo. Para ello, es fundamental diseñar experiencias significativas que trasciendan la mera transmisión de contenidos y que se orienten al desarrollo de “competencias que se centren en habilidades como la resolución de problemas, la comunicación efectiva, el pensamiento crítico y el trabajo en equipo” (Estrada, 2024, p. 897), en sintonía con los desafíos del mundo actual.

Que esto suceda depende del compromiso docente por crear y recrear propuestas en búsqueda de una “enseñanza poderosa”. Este concepto, desarrollado por Maggio (2012), refiere a una enseñanza que “da cuenta de un abordaje teórico actual; permite pensar el modo de la disciplina; mirar en perspectiva; está formulada en tiempo presente; ofrece una estructura que en sí es original; conmueve y perdura” (p. 62). La enseñanza poderosa alienta a una “práctica potente y relevante, aggiornada a los tiempos que corren e inolvidable para quienes participan de ella” (Maggio, 2012, p. 24). En este sentido, una enseñanza poderosa debe incorporar la matemática de manera significativa, aprovechando su capacidad para ampliar la mirada del mundo y abordar situaciones complejas en diferentes contextos sociales, culturales y tecnológicos. Como docentes, debemos diseñar propuestas originales que integren la matemática de manera relevante, proporcionando al estudiantado experiencias de aprendizaje que no solo sean memorables y significativas, sino también aplicables y relevantes en la vida real. De esta manera, se fomenta un aprendizaje auténtico y duradero que prepara al estudiantado para enfrentar los desafíos del mundo contemporáneo.

En la actualidad, uno de los desafíos urgentes y complejos que enfrenta la sociedad corresponde a la crisis ambiental. El activismo ambiental y las intervenciones en defensa del ambiente han tomado un rol protagónico, por ejemplo, la activista sueca Greta Thunberg (2019), quien representó a millones de jóvenes en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, o la Carta Encíclica “Laudato Si” del Papa Francisco (2015) sobre el cuidado de nuestro planeta, nuestra “casa común”. La creciente importancia de la educación ambiental hace evidente la necesidad de integrarla en el marco de propuestas curriculares dirigidas a la formación de una ciudadanía crítica. En este contexto, la matemática adquiere vital relevancia al facilitar la interpretación del entorno, el análisis de problemáticas y la búsqueda de soluciones a situaciones de la realidad.

Enfoques teóricos en educación matemática y perspectiva ambiental

El campo de la didáctica de la matemática abarca una amplia variedad de líneas y enfoques teóricos. Desde esta investigación, adherimos a los enfoques de la educación matemática crítica y la resolución de problemas. Por otro lado, en lo que respecta a la educación ambiental, adoptamos la perspectiva del pensamiento ambiental latinoamericano.

Bajo una mirada crítica, se nos interpela como docentes a reflexionar sobre el papel que desempeña la matemática en la actualidad. Por este motivo, uno de los enfoques teóricos que respalda esta investigación corresponde a la educación matemática crítica, la cual nos invita a examinar y analizar críticamente nuestro entorno empleando conocimientos matemáticos. El referente central de este enfoque es Ole Skovsmose, quien lo concibe como una manera de comprender la enseñanza de la matemática en relación con la justicia social, promoviendo un uso crítico y sociocultural del conocimiento matemático. Skovsmose (2012) caracteriza este enfoque en términos de alfabetización y democracia. En cuanto a la alfabetización matemática, explica que abarca la competencia para interpretar y actuar en una situación social y política que ha sido estructurada por las matemáticas. Con respecto a promover la democracia, indica que la microsociedad del salón de clases de matemática debe reflejar aspectos democráticos. A partir de esta perspectiva, se concibe a la matemática como una práctica social, cultural y crítica.

En este marco, al hablar de práctica, nos referimos al acto de hacer y resolver problemas, lo cual se vincula con el enfoque de la resolución de problemas. En palabras de Charlot (1986): “estudiar matemáticas es efectivamente hacerlas, en el sentido propio del término, construirlas, fabricarlas, producirlas, ya sea en la historia del pensamiento humano o en el aprendizaje individual” (p. 1). El enfoque de la resolución de problemas, también conocido como Escuela Anglosajona de Didáctica de la Matemática y cuyos orígenes se remontan al matemático húngaro George Polya (1887-1985), establece como principio central la relevancia de resolver problemas tanto en la construcción del conocimiento matemático como en su enseñanza. En el ámbito educativo, esta metodología no es una tarea sencilla para docentes y estudiantes, tal como señalan Barreiro y Rodríguez (2018):

El docente deberá estar convencido del valor formativo de este tipo de experiencias y favorecer un clima de trabajo en el aula en donde se potencien los aportes individuales, el trabajo colectivo, la búsqueda de información, las diferentes resoluciones, el análisis crítico de las mismas, etc. El estudiante, por su parte, deberá estar comprometido con el trabajo y aceptar la incertidumbre como parte constitutiva de su aprendizaje. (p. 25)

Desde esta concepción, tanto docentes como estudiantes deben aceptar la incertidumbre como parte integral del proceso educativo, con la finalidad de poder desarrollar habilidades en la resolución de problemas matemáticos, “el énfasis está puesto en que los estudiantes se conviertan en buenos resolutores de problemas” (Rodríguez, 2015, p. 154). A su vez, Trigo (2014) afirma:

La resolución de problemas se basa en el desarrollo y empleo de un método de búsqueda y cuestionamiento donde el estudiante pregunta, indaga, representa y explora el comportamiento de los objetos matemáticos a partir del uso de recursos, estrategias y formas de razonar que son consistentes con el quehacer y desarrollo de la disciplina. (p. 19)

Como se puede apreciar, las clases se centran en torno a problemas matemáticos y se concibe al estudiantado desde un rol activo, “la Escuela Anglosajona prioriza el aprendizaje de estrategias y habilidades para resolver problemas, que involucran diversidad de contenidos matemáticos, en lugar de centrar el aprendizaje en un contenido específico” (Marino, 2009, pp. 6-7). En este punto, surge una de las características más importante del enfoque: las clases de matemática se planifican y gestionan en contextos de situaciones problemáticas que involucran contenidos matemáticos.

Por otra parte, con relación a la educación ambiental, se contempla al ambiente desde una mirada crítica de cada territorio, con el propósito de poder replantearnos las relaciones con nuestro entorno y, de esta manera, revincularnos de una manera más respetuosa, consciente y sustentable. En concordancia con esta visión, Gallo Hoyos (2021) señala:

Existe la emergencia de una voz colectiva, popular, ligada a un pensamiento situado, a un cambio de paradigma para reconfigurar nuestra cultura, nuestra educación y nuestra vida en sociedad, nuestra relación con la tierra que somos, nuestro habitar de manera respetuosa; que cuestiona los modelos hegemónicos de pensamiento, de desarrollo y de educación. (pp. 19-20)

En este contexto, adoptamos la perspectiva del pensamiento ambiental latinoamericano, la cual surgió por la emergencia de reconfigurar nuestros conocimientos

desde una mirada más situada, auténticamente latinoamericana. Entre sus principales referentes, podemos mencionar a Enrique Leff (México), Carlos Galano (Argentina), Eduardo Gudynas (Uruguay) y Ana Patricia Noguera (Colombia). Esta perspectiva asume una visión holística de la realidad que permite comprender la complejidad de las relaciones entre las distintas dimensiones del ambiente, como un todo integrado. De este modo, constituye un ámbito que favorece la integración e involucra a todos los campos del saber. Brailovsky (2014) plantea una serie de propósitos para abordar la dimensión ambiental en las instituciones educativas:

Con la educación ambiental se pretende fomentar el compromiso para contribuir al cambio social, cultural y económico, a partir del desarrollo de un amplio abanico de valores, actitudes y habilidades que permita a cada persona formarse criterios propios, asumir su responsabilidad y desempeñar un papel constructivo dentro de su comunidad. (p. 18)

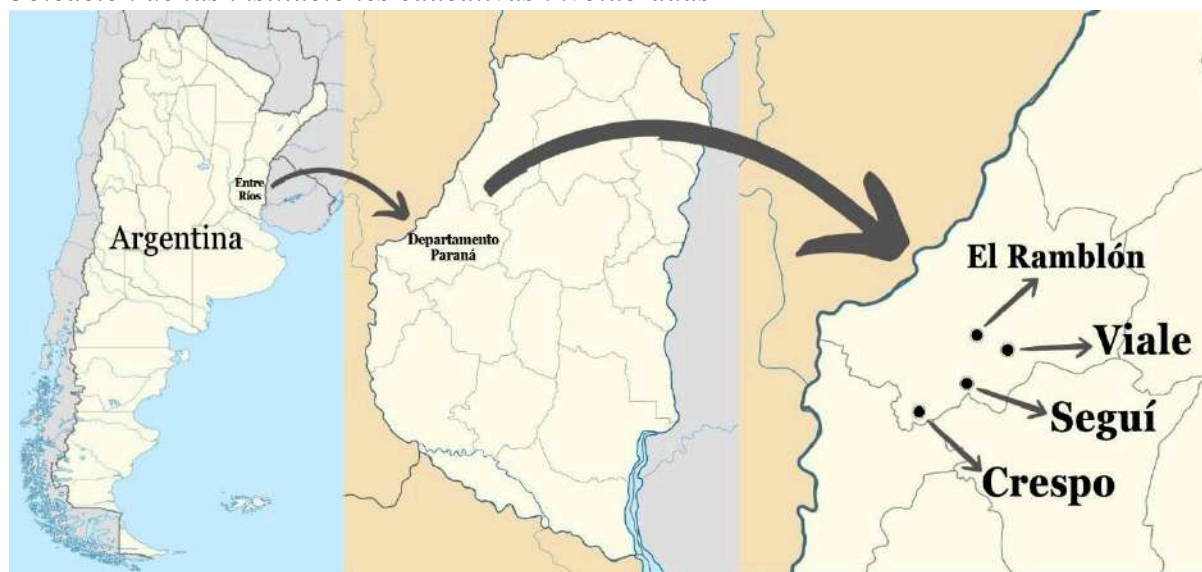
En Argentina, la educación ambiental ha adquirido relevancia con la sanción de la Ley N° 27.621 en el año 2021, la cual establece el derecho a la educación ambiental integral como una política pública nacional y federal. Asimismo, en la provincia de Entre Ríos, se promulgó la Ley Provincial de Educación Ambiental N° 10.402, con anterioridad en el año 2015. Ambos marcos normativos respaldan la implementación de la educación ambiental como un proceso permanente, integral y transversal. En el nivel secundario, la educación ambiental se enfoca en la participación reflexiva del estudiantado frente a problemáticas ambientales, las cuales constituyen una realidad compleja que requiere ser abordada desde una perspectiva interdisciplinar o transdisciplinar.

Metodología

El enfoque empleado en la investigación fue de carácter mixto, debido a que posibilitó la integración sistemática de métodos tanto cualitativos como cuantitativos. El estudio se desarrolló en cinco cursos pertenecientes a escuelas secundarias públicas, situadas en las ciudades de Viale (dos cursos), Seguí (un curso) y Crespo (un curso), y en una escuela rural del paraje El Ramblón (un curso), todas pertenecientes al departamento Paraná, provincia de Entre Ríos, Argentina (Figura 1). El grupo de estudio estuvo constituido por 76 estudiantes de tercer año del CBC, con edades comprendidas entre los 13 y 15 años. Para la recolección de datos, se diseñaron e implementaron tres instrumentos: un *test* con actividades, una encuesta y una entrevista semiestructurada.

Figura 1

Ubicación de las instituciones educativas involucradas



Conforme a uno de los objetivos, se creó una propuesta didáctica mediante un *test* compuesto por tres actividades (Figuras A1-A3, Anexo). Seguidamente, se explicita en qué consistieron cada una de estas y a qué hacían referencia sus consignas:

- Actividad N° 1: uso de la bicicleta como medio de transporte. El propósito de esta actividad fue iniciar la reflexión sobre el uso sustentable del transporte mediante la temática del uso de la bicicleta. Para ello, se presentó un video del *influencer* ambiental Peña (2023), titulado “Llegada al cole en Estados Unidos y Holanda”. Este material audiovisual sirvió como disparador para analizar distintas formas de movilidad en contextos urbanos. A partir del video, se propusieron tres consignas orientadas a que los estudiantes estimaran y analizaran distancias, tiempos y trayectos posibles que podrían recorrer desde sus hogares hasta la escuela utilizando diferentes medios de transporte. Las consignas apuntaron a vincular el contenido matemático con situaciones reales, promoviendo el análisis crítico y la reflexión sobre el impacto de nuestras decisiones diarias.
- Actividad N° 2: análisis de eficiencia energética en viviendas. En esta actividad, se abordó el concepto de eficiencia energética a partir del análisis de un estudio realizado por Stagnitta *et al.* (2017), referido a un programa de etiquetado de viviendas, basado en una prueba piloto llevada a cabo en la ciudad de Rosario (provincia de Santa Fe, Argentina). Dicho estudio brindó información real sobre el consumo anual de energía eléctrica en diferentes tipos de viviendas. El material presentado incluía imágenes de cada uno de los diseños junto con datos numéricos sobre los consumos anuales asociados a calefacción, refrigeración, producción de agua caliente e iluminación. A partir de esta información, se propusieron consignas que invitaron a realizar comparaciones sobre consumos energéticos, tipos de construcción y diseños.
- Actividad N° 3: espacios verdes en entornos urbanos. Como tercera actividad, se emplearon datos proporcionados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y abordados por Rendón Gutiérrez (2010), en relación con la cantidad mínima de espacios verdes recomendada para garantizar una mejor calidad de vida en contextos urbanos. Complementariamente, se ofreció información específica sobre la disponibilidad de espacios verdes en la localidad de Seguí, ciudad perteneciente al contexto de la investigación. Las consignas hicieron referencia a que el estudiantado

podiera determinar la cantidad de espacios verdes por habitante y comparara esa cantidad con los parámetros establecidos por la OMS. De este modo, se buscó promover una reflexión crítica sobre el entorno local, integrando contenidos matemáticos con criterios de sustentabilidad y bienestar urbano.

En un segundo momento, se diseñó una encuesta con preguntas de selección múltiple a ser completada por el estudiantado una vez finalizadas las actividades del *test* (Figura A4, Anexo). Esta tuvo como propósito explorar aspectos metacognitivos vinculados con las estrategias matemáticas empleadas y, por otro lado, propiciar una reflexión en torno a la inclusión de temáticas ambientales. En última instancia, se elaboró y aplicó una entrevista semiestructurada con docentes de tercer año del CBC (Figura A5, Anexo), con el propósito de indagar las posibilidades, estrategias y vacancias que podrían considerarse para la inclusión de temas ambientales en el currículo. Es importante destacar que, previo al análisis de las producciones del estudiantado, se evaluaron las posibles prácticas que, *a priori*, se pensó que un/a estudiante podría desarrollar. Estas prácticas fueron determinadas en función de las heurísticas y otros factores que el estudiantado pudo haber empleado durante la resolución de cada consigna en particular.

Resultados y discusión

En el marco de este trabajo, se adoptaron como líneas teóricas la educación matemática crítica y la resolución de problemas. Aunque cada uno de estos enfoques posee sus propias perspectivas, ambos comparten similitudes en cuanto a la concepción de la enseñanza de la matemática a través de la resolución de problemas.

Desde la perspectiva de la educación matemática crítica, las actividades se organizaron siguiendo los escenarios de investigación propuestos por Skovsmose (2000). Estos escenarios se desarrollaron en contextos semirreales (ambiente tipo 4), donde, a partir de datos concretos, se invitó al estudiantado a explorar y explicar situaciones de su entorno (Figura A6, Anexo). Con respecto al enfoque de la resolución de problemas, se diseñaron consignas que consistían en preguntas abiertas y generales, las cuales admitían más de un camino de resolución y requerían justificar lo realizado. Teniendo en cuenta estos enfoques, se observó que el estudiantado asumió una mirada diferente respecto de la resolución de problemas en matemática, tal como se aprecia en los siguientes comentarios escogidos de las encuestas aplicadas al estudiantado: “fue algo más nuevo a lo que venimos dando”, “es una manera distinta de aprender matemática, aparte se relaciona con el mundo cotidiano”, “es algo nuevo para aprender”.

La adopción de esta perspectiva no es una tarea sencilla para el personal docente, ya que requiere contar con saberes en otras áreas y del contexto en cuestión. Esto se manifestó en las desventajas que mencionaron respecto a sus limitaciones en los conocimientos y las dificultades para vincular contenidos matemáticos con la educación ambiental. Este hecho coincide con los aportes de Nievas (2023), quien destaca la curiosidad docente por las cuestiones ambientales, pero, a la vez, señala que carecen de conocimientos específicos para abordarlos de manera adecuada. Frente a estos inconvenientes, sería importante promover proyectos de articulación, establecer vínculos con la comunidad, acordar clases compartidas o brindar capacitaciones que doten al personal docente de herramientas, estrategias y conocimientos para abordar la dimensión ambiental en sus prácticas educativas. En concordancia a lo mencionado, Del Moral y Rossi (2012) enfatizan la necesidad de una “gradual incorporación y adaptación de la escuela a un nuevo escenario y a generar capacidades para enfrentar problemas socio-ambientales emergentes” (p. 18).

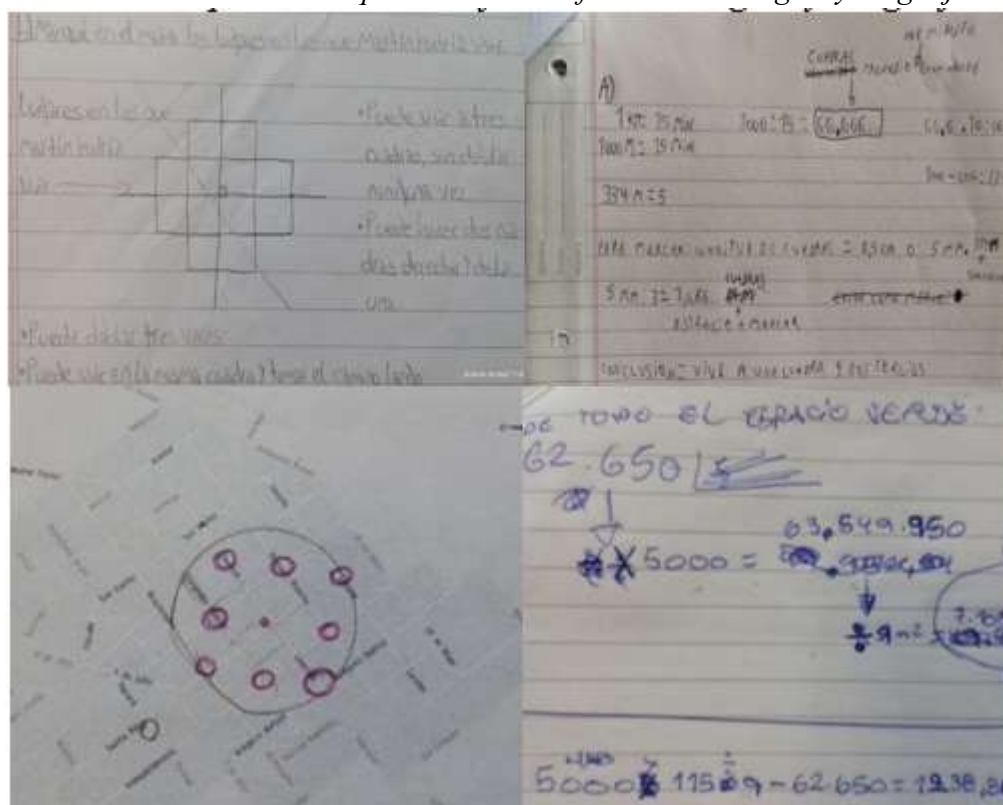
A pesar de las dificultades mencionadas, el personal docente expresó una postura favorable hacia la integración de la educación ambiental en sus planificaciones, resaltando el

tratamiento de situaciones reales, la importancia del trabajo interdisciplinario y el desarrollo de proyectos e investigaciones sencillas. Sin embargo, señalaron la falta de tiempo y espacios para trabajar junto a colegas, lo que condice con los hallazgos de Nievas (2023) sobre la escasez de tiempos áulicos y con Toffoli (2021), quien sostiene que este tipo de propuestas necesita un alto nivel de coordinación.

Por otro lado, en el enunciado de las consignas, se evitó formular preguntas que condujeran a una única respuesta correcta. Más bien, se optó por plantear preguntas abiertas que posibilitaran explorar diversos caminos de solución. Esto se evidenció en las producciones del estudiantado, donde se observó el empleo de distintas alternativas, lenguajes, procedimientos y resultados (Figura 2).

Figura 2

Producciones estudiantiles que evidencian diferentes estrategias y lenguajes



Para la formulación de estas preguntas, se consideraron como referencia los criterios propuestos por Pochulu *et al.* (2016). Entre estos criterios, se destacan que las consignas admitan más de un recorrido posible, sean preguntas más bien generales, requieran la justificación de lo realizado e involucren la reflexión. Dichos criterios sentaron las bases para que las consignas admitieran distintas posibilidades de explorar y argumentar. En primer lugar, la exploración implicó que las preguntas no indicaran pasos específicos a seguir, sino que posibilitaran diferentes caminos de resolución. Por otro lado, en lo que respecta a la argumentación, se solicitó al estudiantado la justificación de sus respuestas, utilizándose expresiones como “explicar tu razonamiento”, “justificar por qué estás de acuerdo o por qué no” o “¿por qué?”.

Los conceptos de exploración y argumentación están presentes tanto en el enfoque de la resolución de problemas como en la educación matemática crítica. Sin embargo, el primer enfoque profundiza más en estos conceptos bajo el término de “potencial matemático de una consigna” (Rodríguez, 2017). Si consideramos las consignas de la Actividad N° 1 como

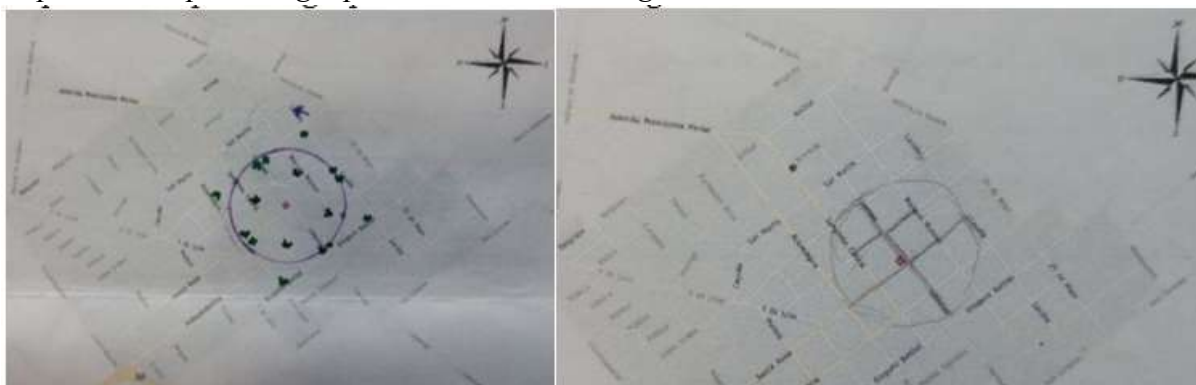
ejemplo para analizar los diversos procedimientos y estrategias que admitieron, podemos concluir:

- Consigna a): pudieron elegir distintos lugares que eran correctos dependiendo de la argumentación empleada, considerando diversos factores como las distancias que suelen realizar, la velocidad promedio al caminar, la realización de cálculos basados en datos conocidos, la consideración del tránsito vehicular, entre otros aspectos.
- Consigna b): tuvieron la posibilidad de utilizar distintos métodos para determinar el número de lugares donde Martín podría vivir, ya sea trazando recorridos sobre el mapa, contabilizando las ubicaciones o realizando un análisis de manera coloquial.
- Consigna c): se les solicitó que tomaran una decisión a favor o en contra sobre una propuesta de resolución que implicaba el concepto de circunferencia, donde también debían justificar su postura.

Asimismo, en el enunciado de esta actividad, la incorporación de una imagen con el mapa de la localidad de Seguí resultó ser un recurso ampliamente utilizado por el estudiantado, quienes incluso realizaron dibujos sobre esta. En el caso de la primera consigna, la imagen se empleó para considerar distintas trayectorias y recorridos; en la segunda, para seleccionar diferentes ubicaciones; y, en la tercera, para trazar circunferencias (Figura 3).

Figura 3

Empleo del mapa de Seguí para abordar las consignas de la Actividad N° 1

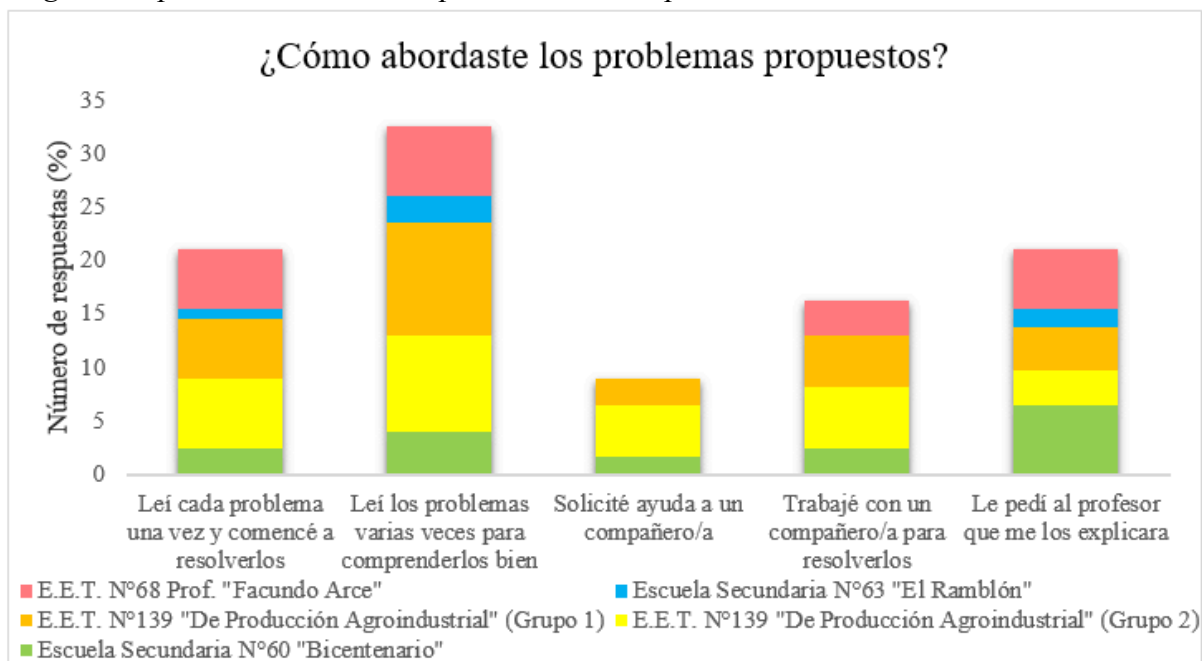


La inclusión de imágenes favoreció el uso de heurísticas como “Realizar una descripción gráfica” y “Traducir en un lenguaje diferente”. Dichas imágenes se convirtieron en un valioso recurso que permitió al estudiantado organizar sus ideas, explorar diferentes procedimientos y plasmar posibles estrategias de solución. En definitiva, las imágenes (registro figural) junto a la información escrita (registro escrito) posibilitaron diversos modos de interpretar las consignas. Como afirma Duval (2006), el trabajo con distintos registros de representación semiótica es importante para mejorar la comprensión del tema que se está trabajando.

La comprensión de las consignas es fundamental en el proceso de resolución de problemas, en el caso de las actividades propuestas implicaban la interpretación conjunta de conocimientos matemáticos y del entorno. Estas consignas se diseñaron de manera que resultaran ser percibidas como problemas por quienes las resolvieron, presentando una meta por alcanzar y un bloqueo inicial que superar (Rodríguez, 2015). Esto se evidenció en que el 32,5 % del estudiantado tuvo que leer varias veces cada problema hasta comprenderlo (Figura 4).

Figura 4

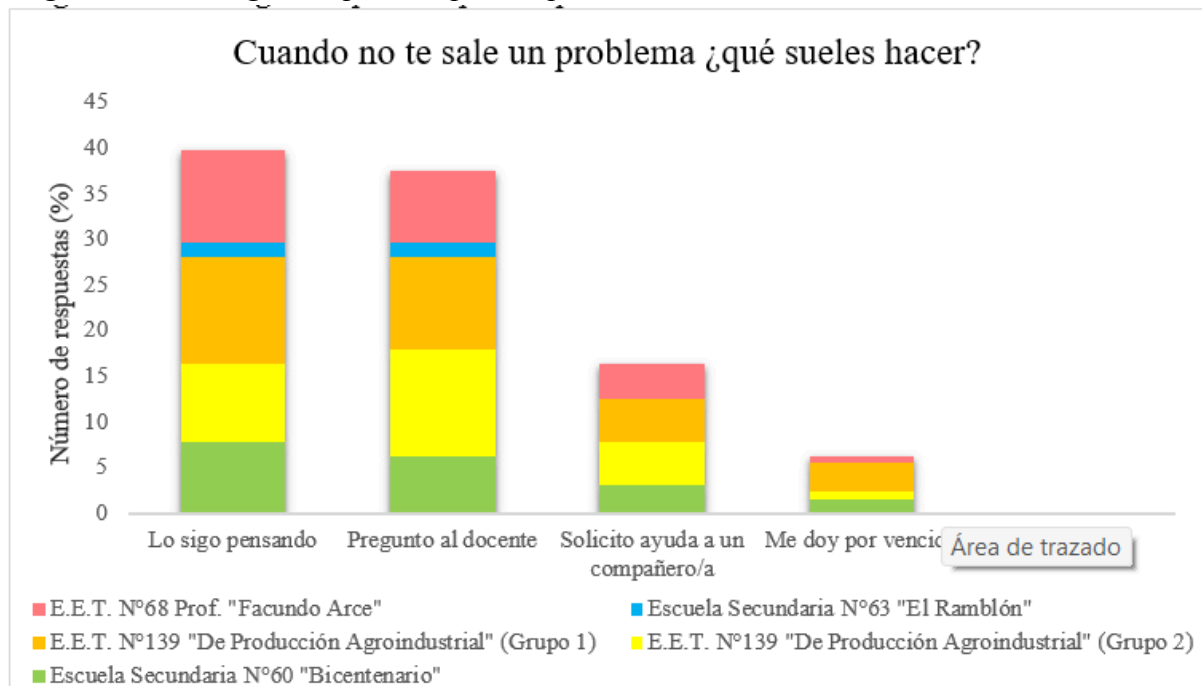
Pregunta 2: procedimiento inicial para abordar los problemas



Este escenario generó cierta incertidumbre en el estudiantado, lo que se tradujo en la aparición de diversos obstáculos durante la resolución de las actividades. Frente a esta situación, el 39,8 % mencionó que, ante la presencia de un obstáculo, continuaron pensando hasta superarlo, mientras que el 37,5 % optó por consultar al docente cuando el problema le resultaba difícil (Figura 5).

Figura 5

Pregunta 4: estrategias empleadas para superar obstáculos



En términos generales, el estudiantado señaló que las actividades implicaron pensar, organizar la información extrayendo datos y, ante algún inconveniente, consultaban al

docente o a un/a compañero/a, lo cual concuerda con el objetivo de que haya resultado ser problema para la mayoría del estudiantado.

El análisis del rol docente en las interacciones con el estudiantado es esencial para brindarles asistencia, motivarlos y para que asuman la responsabilidad de dar solución a los problemas. En este sentido, Rodríguez (2017) propone que el personal docente ha de guiar al estudiantado para que descubra por sí mismo la respuesta de aquello que nos preguntan y, por otro lado, procurar comprender su proceso de razonamiento antes de intervenir. Estas pautas fueron consideradas durante el desarrollo de las clases en mi rol como docente investigador, interpelando al estudiantado para que encuentre una posible solución por cuenta propia.

La comprensión lectora fue un área a revisar, aunque los lenguajes del enunciado favorecieron una interpretación general, se identificaron algunas dificultades de comprensión. Los principales inconvenientes se concentraron en la segunda actividad, donde se incorporó información adicional con el fin de mejorar y ampliar la comprensión sobre la temática de eficiencia energética. No obstante, esta decisión conllevó que el estudiantado no supo diferenciar la información relevante de aquella secundaria. Basto Lozano (2022), en una investigación sobre comprensión lectora y resolución de problemas matemáticos, afirma que una buena comprensión lectora es fundamental para desenvolverse en cualquier ámbito.

La solicitud de argumentos en todas las consignas demandó que el estudiantado, luego de resolver un problema, explicara o justificara lo realizado, otorgando mayor sustento a sus producciones. Si bien los participantes emplearon diversas heurísticas, se observaron ausencias de argumentaciones que justificaran los procedimientos empleados o los resultados obtenidos, aproximadamente solo la mitad (53,6 %) proporcionó algún tipo de justificación. Un ejemplo claro se encuentra en la tercera consigna de la segunda actividad, en la cual una proporción significativa de estudiantes logró resolver correctamente la consigna, pero en muchos casos no brindaron argumentaciones (Tabla 1).

Tabla 1
Heurísticas y objetos matemáticos para la consigna 2) c)

Heurística	N (%)	Procedimiento	N (%)	Lenguaje	%	Argumento	N (%)
Ninguna heurística	16,9	Ningún procedimiento	15,7	Ningún lenguaje	15,7	Ningún argumento	16,9
		Describir por escrito la cantidad de energía que requiere cada vivienda	1,2	Coloquial	1,2		
Trabajar hacia adelante	7,2	Operar entre los datos presentes en el cuadro	7,2	Aritmético	7,2	Basado en cálculos aritméticos	7,2
Traducir en un lenguaje diferente	65,1	Operar entre los datos presentes en el cuadro	62,6	Coloquial	37,3	Ningún argumento	55,4
		Describir por escrito la cantidad de energía que requiere cada vivienda	1,2	Aritmético	26,5	Basado en cálculos aritméticos	8,4
		Confeccionar los datos en otro cuadro, tabla o esquema	1,2	Gráfico	1,2	Dado coloquial y aritméticamente	1,2
Reducir a un problema más sencillo	10,8	Confeccionar los datos en otro cuadro, tabla o esquema	10,8	Gráfico	10,8	Ningún argumento	10,8

La metodología basada en la resolución de problemas permitió que el estudiantado manifestara diversas estrategias, demostrando sus capacidades y competencias para resolver problemas matemáticos contextualizados, a pesar de que, en muchos casos, expresaron no estar familiarizados con este tipo de propuestas. Las estrategias empleadas fueron analizadas en profundidad mediante el estudio de las heurísticas, las cuales se identificaron a partir de sus producciones escritas. Al comparar las heurísticas consideradas en el análisis *a priori* con aquellas que efectivamente se usaron, se observó una notable coincidencia. El análisis *a*

priori proporcionó un marco anticipatorio, mientras que el análisis *a posteriori* permitió examinar las heurísticas efectivamente empleadas.

Las heurísticas más recurrentes correspondieron a los descriptores “Planificar”, “Activar experiencia previa” y “Seleccionar una representación adecuada”, relacionadas con la organización e implementación de estrategias. En contraste, fue escasa la presencia de heurísticas vinculadas con “Examinar casos particulares” y “Examinar la solución obtenida”, consideradas por Operuk (2023) como estrategias más complejas, debido a que están asociadas con el análisis de casos particulares y la verificación (Tabla 2).

Tabla 2

Descriptores y heurísticas en el total del test con actividades

Descriptores generales	N (%)	Heurísticas	$\tilde{x} \pm SD$
Ningún descriptor	19,2	Ninguna heurística	17 \pm 3,8
Planificar	15,5	Trabajar hacia adelante	15,1 \pm 21,6
		Trabajar empezando por el final	-
Activar experiencia previa	21,7	Recurrir a teoría relacionada	7,1 \pm 20,1
		Razonar por analogía	11,25 \pm 18
Seleccionar una representación adecuada	33,8	Realizar una descripción gráfica	10,5 \pm 17,3
		Traducir en un lenguaje diferente	19,7 \pm 26,3
Modificar el problema	7,5	Reducir a problemas ya resueltos	-
		Reducir a un problema más sencillo	3,1 \pm 4,3
		Dividir el problema en subproblemas	2,2 \pm 6,4
		Introducir un elemento auxiliar	1,4 \pm 3,9
Examinar casos particulares	1,7	Análisis sistemático de casos (Inducción)	1,6 \pm 3,1
		Analizar casos límites o especiales	-
		Analizar ejemplos	-
Examinar la solución obtenida	0,4	Verificar utilizando distintos registros de representación	0,4 \pm 0,7
		Verificar usando casos particulares	-

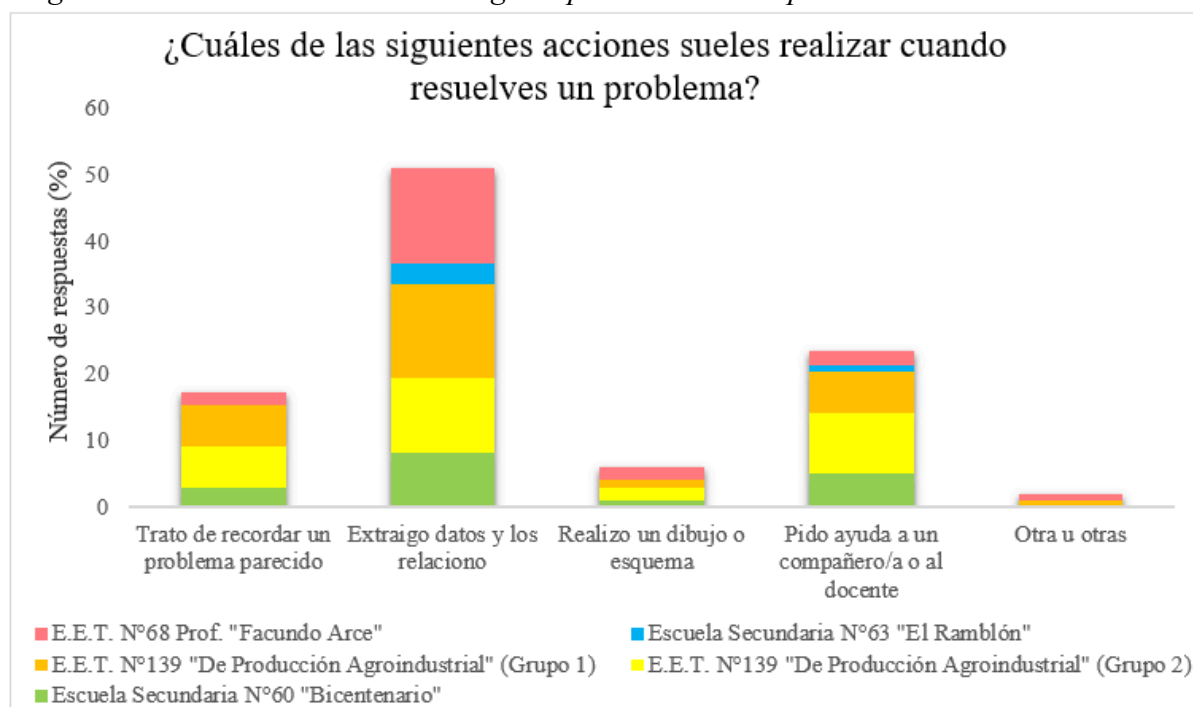
Con el fin de profundizar en el estudio de las heurísticas, se consideraron cuatro objetos matemáticos: situaciones problema, lenguajes, procedimientos y argumentos. Dichos objetos, junto con las heurísticas identificadas, permitieron analizar en detalle las producciones escritas del estudiantado.

El estudiantado se comunicó principalmente utilizando un lenguaje coloquial, dejando plasmado por escrito los pasos realizados para resolver una situación, explicar un razonamiento o argumentar. Este uso del lenguaje coloquial permitió el desarrollo de heurísticas asociadas con “razonar por analogía”, relacionando un problema con otras situaciones conocidas; “traducir en un lenguaje diferente”, para explicar la información proporcionada en otro lenguaje; y “trabajar hacia adelante”, al organizar la información disponible y llevar adelante un procedimiento de resolución. En relación con esta última

heurística asociada al descriptor “Planificar”, un porcentaje significativo de participantes manifestó haber extraído y relacionado los datos (Figura 6).

Figura 6

Pregunta 3: acciones comúnmente elegidas para resolver un problema



En la Actividad N° 1, se identificó la utilización tanto del lenguaje coloquial como del geométrico. Incluso, en algunas producciones, el estudiantado empleó ambos lenguajes simultáneamente para abordar la misma consigna. Por lo tanto, las consignas que admitieron el uso de distintos lenguajes también propiciaron la utilización de diversas heurísticas. Esto evidenció que el lenguaje empleado influyó en el procedimiento seguido y en las heurísticas que emergieron, tal como señala Pochulu (2018): “El lenguaje, en tanto, sirve de instrumento para accionar en la actividad matemática que acontece” (p. 85). Tal coincidencia invita a reflexionar sobre la relación entre los lenguajes y las heurísticas. Al analizar las producciones en la Actividad N° 1, se observó una correspondencia entre el lenguaje utilizado y las heurísticas desplegadas. En el caso del lenguaje coloquial, la heurística predominante fue “razonar por analogía”, mientras que, cuando se utilizaba el lenguaje geométrico, la heurística emergente consistió en “realizar una descripción gráfica” (Tabla 3).

Tabla 3

Heurísticas y objetos matemáticos para la consigna 1) c)

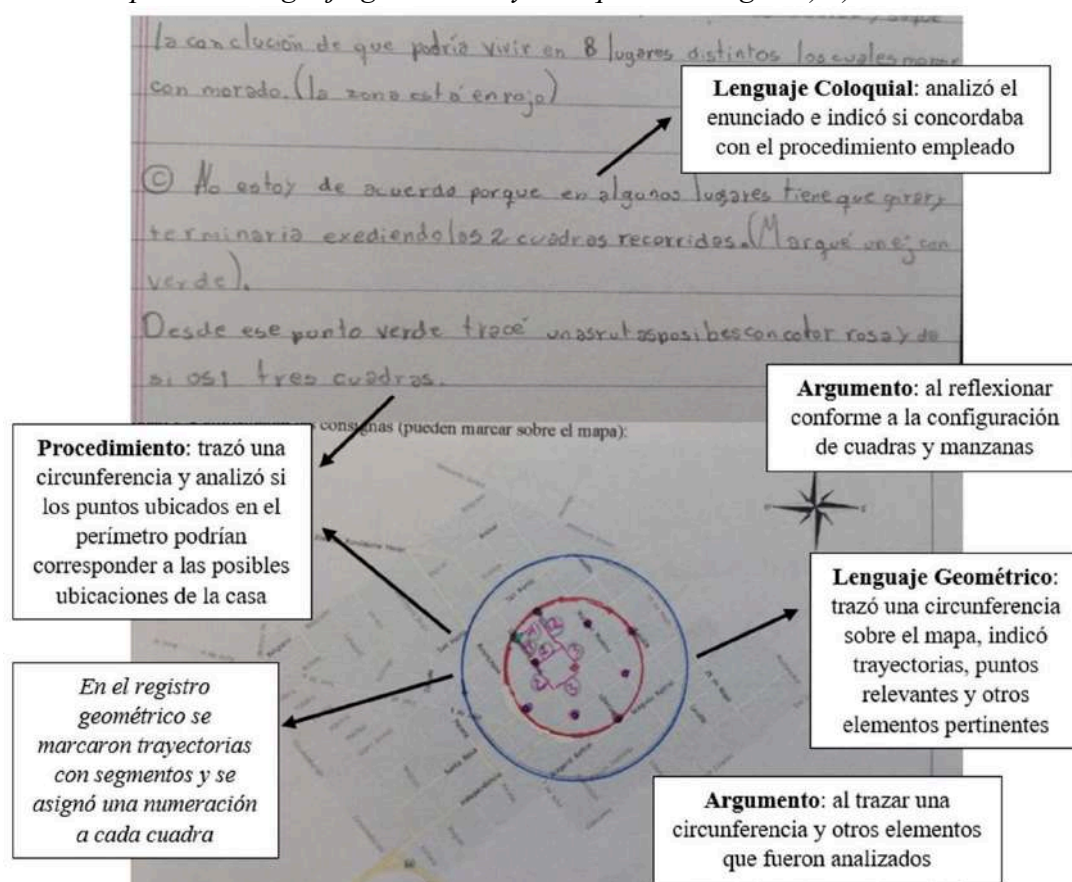
Heurística	N (%)	Procedimiento	N (%)	Lenguaje	N (%)	Argumento	N (%)
Ninguna heurística	15,1	Ningún procedimiento	10,5	Ningún lenguaje	10,5	Ningún argumento	15,1
		Aplicar razonamiento analógico	4,6	Coloquial	4,6		
Realizar una descripción gráfica	34,9	Trazar una circunferencia y analizar	25,6	Geométrico	34,9	Ningún argumento	9,3
		Representar una circunferencia y comparar	9,3			Al trazar la circunferencia y otros elementos	25,6
Análisis sistémico de casos	9,3	Trazar una circunferencia y analizar	2,3	Geométrico	9,3	Al trazar la circunferencia y otros elementos	9,3

Razonar por analogía	40,7	Representar una circunferencia y comparar	7	Coloquial	40,7	Ningún argumento	30,2
		Representar una circunferencia y comparar	2,3				
		Aplicar razonamiento analógico	38,4				
						Reflexionando conforme a la configuración de cuadras y manzanas	10,5

A modo de ejemplo de lo expuesto en la tabla anterior, se presenta una de las resoluciones (Figura 7). En ella, se aprecia cómo el/la estudiante, mediante el uso del lenguaje geométrico, realiza una descripción gráfica que luego analiza por escrito en términos de situaciones cotidianas, estableciendo una analogía con el desplazamiento por las calles de la ciudad.

Figura 7

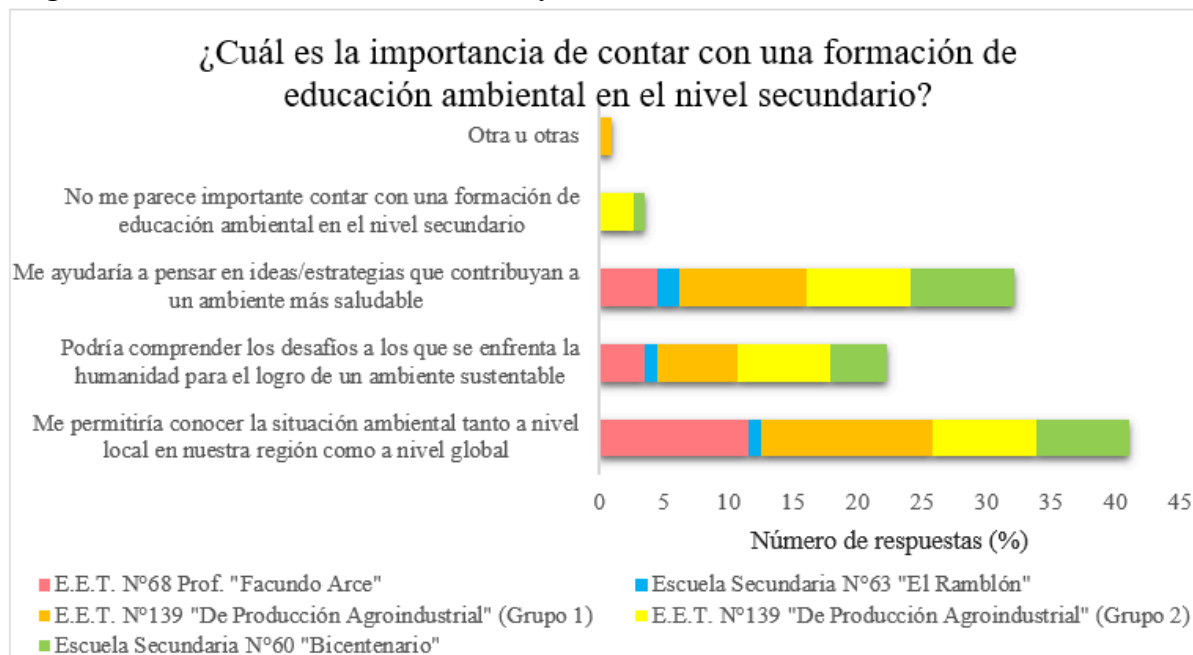
Resolución empleando lenguaje geométrico y coloquial, consigna 1) c)



El estudiantado mostró una postura favorable hacia la inclusión de la educación ambiental en la enseñanza de la matemática, manifestando interés y una actitud reflexiva y optimista. De acuerdo con los resultados obtenidos, el 34,6 % expresó interés en abordar situaciones vinculadas a su realidad, el 41,1 % destacó que les brindaría la oportunidad de conocer la situación ambiental tanto a nivel local como global, y el 32,1 % manifestó que les ayudaría a generar ideas y estrategias que contribuyan a un ambiente más saludable (Figura 8). En contraste, solo el 3,6 % consideró que no era importante contar con este tipo de formación.

Figura 8

Pregunta 9: relevancia de contar con una formación en educación ambiental



La conexión entre la matemática y el entorno circundante fomentó en el estudiantado la concientización sobre su propia realidad. Durante una de las clases, mientras se realizaba la puesta en común, surgieron diversas preguntas que propiciaron el debate y la reflexión: “¿En Viale se cumple con lo que indica la Organización Mundial de la Salud?”, “¿Qué pasa si no se cumple?”, “¿Se puede o es solo una recomendación?”, “¿En Buenos Aires hay tantos espacios verdes?”. Estas preguntas resultan afines con el enfoque de la educación matemática crítica, que concibe a la matemática como una ciencia que requiere ser reflexionada (Skovsmose, 2012). Este posicionamiento nos invita a reflexionar sobre cómo, a partir de una situación problemática abordada desde la matemática, emergieron otros temas de interés. En consonancia con estos resultados, la educación matemática crítica cuestiona la organización tradicional del aula de matemática y enfatiza la incorporación de escenarios de investigación en la enseñanza (Skovsmose y Valero, 2012).

Entre las principales reflexiones obtenidas en la encuesta, el estudiantado manifestó haber tomado conciencia de la importancia del cuidado y la valoración del ambiente a partir de las actividades realizadas. Sin embargo, en las producciones escritas, se evidenció una escasa articulación explícita entre matemática y ambiente. Por su parte, el personal docente señaló que la incorporación de la educación ambiental en el currículo ofrece oportunidades para interpretar la realidad, visibilizar situaciones del contexto y abordar problemáticas que afectan a la sociedad. A quienes se entrevistó, valoraron positivamente las actividades propuestas, destacando la presentación de problemáticas ambientales actuales, además, resaltaron la relevancia de la información y el tipo de preguntas contextualizadas.

Las diversas contribuciones de estudiantes y docentes pusieron de manifiesto un marcado interés por visibilizar, interpretar, analizar y reflexionar sobre situaciones reales. Esta postura sigue los lineamientos de la educación ambiental, los cuales fomentan el compromiso para contribuir al cambio social, cultural y económico (Brailovsky, 2014; Ley 10.402, 2015; Ley N.º 27.621, 2021). Asimismo, este posicionamiento está estrechamente vinculado con el paradigma del pensamiento ambiental latinoamericano (Leff, 2009; Galano *et al.*, 2002; Gudynas, 2009). Desde esta perspectiva, se proponen nuevas formas de mirar, conocer y comprender nuestra realidad, con la finalidad de promover una necesaria

reconexión con nuestro territorio de una manera más respetuosa, amena y sustentable con el ambiente.

Conclusiones

La implementación de enfoques alternativos para la enseñanza y el aprendizaje de la matemática, junto con la vinculación de conocimientos contextualizados, propició, en estudiantes de tercer año del nivel secundario de cuatro instituciones (situadas en el departamento Paraná, Entre Ríos, Argentina), el desarrollo de diversas estrategias para la resolución de problemas matemáticos, el pensamiento crítico y el fortalecimiento de competencias en formación ciudadana. Considerar otras posibilidades para abordar y hacer matemática en las aulas del nivel secundario no solo tiene que ver con lo metodológico, en cuanto a pensar nuevas formas de enseñar, conocer y acceder al conocimiento, sino que también implica considerar el papel de la matemática en el mundo actual.

Integrar perspectivas epistemológicas provenientes de la matemática crítica y la resolución de problemas posibilitó el desarrollo de estrategias pedagógicas innovadoras y relevantes, orientadas a resignificar el sentido de la matemática. En este marco, la propuesta didáctica diseñada e implementada propició un enfoque educativo flexible, dinámico, problematizador y diverso, acorde para fomentar una formación integral del estudiantado.

Tanto estudiantes como docentes coincidieron en la importancia de recibir una formación en educación ambiental durante el nivel secundario, pero pusieron especial énfasis en la metodología basada en la resolución de problemas, desde la cual se pudo vincular la matemática a situaciones reales del entorno. Así, se hace evidente cómo la presente investigación se enmarcó en el paradigma de la matemática crítica, para fomentar en el estudiantado un pensamiento matemático sociocrítico que les posibilitó analizar y comprender su propia realidad desde una perspectiva crítica y reflexiva.

La incorporación de la educación ambiental en el nivel secundario de Argentina se presenta como un imperativo que demanda transformaciones en las políticas educativas actuales. Para lograr una efectiva integración transversal de esta temática, es fundamental fomentar el trabajo colaborativo e integral entre diferentes asignaturas. Si bien los lineamientos curriculares y las normativas vigentes establecen las bases para este cambio, es necesario que la estructura del sistema educativo genere espacios y tiempos adecuados para que el personal docente pueda involucrarse de manera significativa. En este sentido, sería pertinente que las políticas educativas brinden las condiciones necesarias para impulsar la integración de la educación ambiental en los proyectos curriculares de las instituciones educativas.

A modo de recomendación, sería enriquecedor abordar actividades y temáticas similares a las propuestas, pero en un escenario de investigación en contextos reales (Figura A6, Anexo), sustentado en el enfoque de la educación matemática crítica, el paradigma sociocrítico o el método investigación-acción. Desde estos posicionamientos teóricos, se podrían presentar al estudiantado potenciales problemas con la particularidad de no incluirse datos, lo cual posibilitaría un amplio abanico de posibilidades para investigar, realizar búsquedas en diversas fuentes, tomar decisiones de manera responsable, trabajar de manera colaborativa, modelar fenómenos y hacer uso de las nuevas tecnologías.



La Nave, técnica mixta. Adriana Chavarri

Referencias bibliográficas

- Barreiro, P. y Rodríguez, M. (2018). Modelización y resolución de problemas. En M. Pochulu (Ed.), *La modelización matemática: marco de referencia y aplicaciones* (pp. 17-26). Universidad Nacional de Villa María-GIDED.
- Basto Lozano, J. A. (2022). *Diseño de estrategias didácticas para mejorar la comprensión lectora y resolución de problemas matemáticos en estudiantes de ciclo IV (grado octavo) del Colegio Centro Colombo Venezolano del municipio de Piedecuesta, Santander* [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional de Colombia. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/48810>
- Brailovsky, A. (2014). *Proyectos de educación ambiental: La utopía en la escuela*. Novedades Educativas.
- Bressan, A. y Gallego, M. F. (2010). El proceso de matematización progresiva en el tratamiento de patrones. *Correo del Maestro*, 168, 5-15. https://new.gpdmaticas.ar/wp-content/uploads/2021/03/corre_maestro_matematizacion_progresiva.pdf
- Chacón, M., Colombano, V., Formica, A., Isla, D., Marino, T. y Rodríguez, M. (2012). Identificación y enseñanza de heurísticas. *Memorias del 10º Simposio de Educación Matemática*. Universidad Nacional de General Sarmiento, Buenos Aires. <https://profemrodri.wixsite.com/mabel/resoluci%C3%B3n-de-problemas>
- Charlot, B. (1986). *La epistemología implícita en las prácticas de enseñanza de las matemáticas* [Traducción mimeografiada]. <https://isfd112-bue.infed.edu.ar/sitio/wp-content/uploads/2020/03/01-Articulo-de-Charlot-traducido.pdf>
- Consejo General de Educación. (2010). *Diseño Curricular de Educación Secundaria - Tomo I*. Dirección de Educación Secundaria. <https://isptconcordia-ers.infed.edu.ar/sitio/upload/Dise%C3%B1o-Curricular-de-Educacion-Secundaria-Tomo-I.pdf>
- Del Moral, A. y Rossi, E. (2012). *Ambientalizar el currículo escolar: La educación ambiental como una posibilidad para repensar nuestras prácticas educativas*. La Crujía Ediciones.

- Duval, R. (2006). Un tema crucial en la educación matemática: La habilidad para cambiar el registro de representación. *La Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española*, 9(1), 143-168. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1984436>
- Estrada, S. M. (2024). Desarrollo de competencias matemáticas en diversos contextos educativos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 897-918. <https://www.ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/9463>
- Francisco, P. (2015). Sobre el cuidado de la casa común. *Carta Encíclica del Sumo Pontífice Francisco*. <http://relats.org/documentos/VCT.Vaticano.LaudatioSi.pdf>
- Galano, C., Curi, M., Motomura, O., Porto, W., Silva, M., y Ángel, A. L. (2002). Manifiesto por la vida: por una ética para la sustentabilidad. *Ambiente & Sociedade*, 10, 149-162.
- Gudynas, E. (2009). La dimensión ecológica del buen vivir: entre el fantasma de la modernidad y el desafío biocéntrico. *OBETS: Revista de Ciencias Sociales*, (4), 49-54.
- Leff, E. (2009). Pensamiento ambiental latinoamericano: patrimonio de un saber para la sustentabilidad. *ISEE Publicación ocasional*, 6, 1-15.
- Ley N° 10.402 (2015). *Ley Provincial de Educación Ambiental*. Legislatura de la Provincia de Entre Ríos, Argentina. <https://www.entrerios.gov.ar/ambiente/userfiles/files/archivos/Normativas/Provinciales/Ley%20Educacion%20Ambiental.pdf>
- Ley N° 27.621 (2021). *Ley para la implementación de la Educación Ambiental Integral en la República Argentina*. Honorable Congreso de la Nación Argentina. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-27621-350594/texto>
- Maggio, M. (2012). *Enriquecer la enseñanza. Los ambientes con alta disposición tecnológica como oportunidad*. Paidós.
- Marino, T. (2009). *Heurísticas disponibles en estudiantes de un curso de Matemática de nivel pre-universitario* [Tesis de Licenciatura]. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Avellaneda. <https://profemrodri.wixsite.com/mabel/tesis-dirigidas>
- Marino, T. y Rodríguez, M. (2009). Un estudio exploratorio sobre heurísticas en estudiantes de un curso de matemática de nivel pre-universitario. *Paradigma*, 30(2), 159-178. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1011-22512009000200011
- Nievas, R. P. (2023). *Estrategias de enseñanza para la educación ambiental en las escuelas públicas del nivel secundario de la ciudad de San Luis: caracterización y propuestas* [Tesis de maestría]. Universidad Nacional de Quilmes. <https://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/4232>
- Operuk, R. V. (2023). *Estrategias heurísticas desplegadas durante la resolución de problemas en la clase de Seminario II del Profesorado en Matemática de la Universidad Nacional de Misiones* [Tesis de maestría]. Universidad Nacional de Comahue. <http://rdi.uncoma.edu.ar/handle/uncomaid/17193>
- Organización Mundial de la Salud. (1998). *Promoción de la Salud: Glosario*. Ginebra. <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/a87e59a6-d77e-4460-adc5-eb3eb2a31b/content>
- Peña, J. (@hope_en_pie). (2023, 01 de marzo). Ingreso a clases en Estados Unidos y Holanda [Video]. Twitter/X. https://twitter.com/hope_enpie/status/1630898706827337730
- Pochulu, M. D. (2018). *Relatos de investigación y experiencias docentes en educación matemática*. GIDED. https://www.researchgate.net/publication/323994712_Relatos_de_investigacion_y_experiencias_docentes_en_Educacion_Matematica
- Pochulu, M., Font, V. y Rodríguez, M. (2016). Desarrollo de la competencia en análisis didáctico de formadores de futuros profesores de matemática a través del diseño de tareas. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 19(1), 71-98. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-24362016000100071&script=sci_arttext
- Polya, G. (1965). *Cómo plantear y resolver problemas*. Trillas.
- Rendón Gutiérrez, R. E. (2010). Espacios verdes públicos y calidad de vida. *6to Congreso Internacional Ciudad y Territorio Virtual*. Universidad de Guadalajara, México. <https://upcommons.upc.edu/handle/2099/12860>
- Rodríguez, M. (2015). Resolución de problemas. En M. Pochulu y M. Rodríguez (Comps.), *Educación matemática. Aportes a la formación docente desde distintos enfoques teóricos* (pp. 155-177). Universidad Nacional de General Sarmiento.

- Rodríguez, M. (Coord.). (2017). *Perspectivas metodológicas en la enseñanza y en la investigación en educación matemática*. Universidad Nacional de General Sarmiento. <https://repositorio.ungs.edu.ar/handle/UNGS/1079>
- Skovsmose, O. (1999). *Hacia una filosofía de la educación matemática crítica*. Universidad de los Andes. <http://funes.uniandes.edu.co/673/>
- Skovsmose, O. (2000). Escenarios de investigación. *Revista Ema*, 6(1), 3-26. https://core.ac.uk/display/12341595?utm_source=pdf&utm_medium=banner&utm_campaign=pdf-decoration-v1
- Skovsmose, O. (2012). Escenarios de investigación. En O. Skovsmose y P. Valero (Comps.), *Educación matemática crítica. Una visión sociopolítica del aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas* (pp. 109-130). Universidad de los Andes.
- Skovsmose, O. y Valero, P. (Comps). (2012). *Educación matemática crítica. Una Visión Sociopolítica del Aprendizaje y la Enseñanza de las Matemáticas*. Universidad de los Andes. https://www.researchgate.net/publication/281438280_Educacion_matematica_critica_Una_vision_sociopolitica_del_aprendizaje_y_la_ensenanza_de_las_matematicas
- Stagnitta, R., Donnet, F., Montapponi, S. y Codromaz, C. (2017). Programa de Etiquetado de Viviendas en Santa Fe. Prueba Piloto en Rosario. Aprendizajes, Resultados y Próximos Pasos. *Jornada Nacional de Etiquetado de Eficiencia Energética en Viviendas*. Secretaría de Estado de la Energía de la Provincia de Santa Fe. <https://es.slideshare.net/Soportecordoba1/etiquetacion-prueba-piloto-santa-ferosario>
- Thunberg, G. (2019). *Cambiamos el mundo: #huelgaporelclima*. Lumen.
- Toffoli, F. A. (2021). *La educación ambiental en las escuelas secundarias de Santa Fe: análisis del caso de la Escuela 8013 de Rosario en el período 2010-2020* [Tesis de licenciatura]. Facultad de Ciencia Política y Relaciones Internacionales, Rosario, Santa Fe. <https://rephip.unr.edu.ar/items/ed19ca99-4ef1-4443-8f00-c0e69cd752d1>
- Trigo, L. M. S. (2014). *La resolución de problemas matemáticos: fundamentos cognitivos*. Trillas.

Anexo

Actividades para Tesis de Licenciatura

A continuación, te propongo tres actividades para resolver. Por favor, además de la hoja pasada en limpio que entregues, te pido que me des todos los borradores. Anotá todo lo que pienses de dichas actividades, sin borrar ni tachar nada. Necesito ver todo lo que realizas para hacer un trabajo de investigación. Si pensaste en algo que finalmente decidiste no escribir o no entregar, por favor escribilo en la hoja borrador.
¡Muchas gracias por tu colaboración!

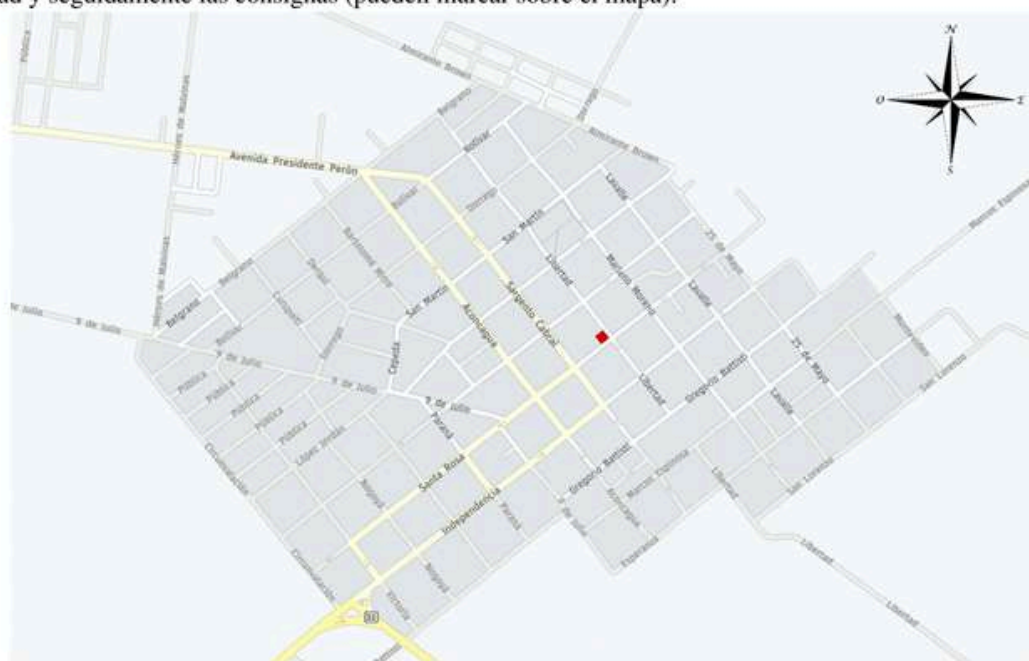
Actividad N°1

Previo a la actividad vamos a ver el video: “Llegada al cole en Estados Unidos y Holanda” (se puede escanear el Código QR).

Holanda es todo un paraíso para los ciclistas. Se estima que en los últimos años hay más bicicletas que habitantes. De hecho, la **cultura de la bicicleta** es tan importante en este país que tiene preferencia por sobre los vehículos a motor.

Las calles del país no sólo están preparadas para disfrutar de un paseo en bici, sino que han sido diseñadas alrededor de esta experiencia. Los carriles bici son anchos, están bien pavimentados, disponen de sus propias señales y semáforos, e incluso ofrecen el espacio suficiente tanto para circular en paralelo como para poder llevar a cabo adelantamientos de forma segura. No hay bocinazos ni molestias por parte de los que van en coche: todo el mundo tiene asumido que los ciclistas dominan la ciudad.

Analizaremos a continuación una situación en la localidad de Seguí, por lo que te mostramos un mapa de la ciudad y seguidamente las consignas (pueden marcar sobre el mapa):



- A Martín le lleva 5 minutos ir caminando de su casa a la escuela (la escuela corresponde al cuadrado rojo). Decidí dónde podría vivir y explicá por qué elegiste esa ubicación.
- En el caso de que Martín viva exactamente a dos cuadras de la Escuela, ¿en cuántos lugares podría vivir? Explicar tu razonamiento.
- Una estudiante propone para la consigna anterior trazar una circunferencia con centro en la Escuela y radio equivalente a dos cuadras, una vez trazada la misma responde que todos los puntos pertenecientes a dicha circunferencia son todos los lugares donde podría vivir Martín. ¿Estás de acuerdo con dicha resolución? Justificar por qué estás de acuerdo o por qué no.

Figura A1. Actividad N°1 “Cultura de la Bicicleta”

Actividad N°2

La **eficiencia energética** es un factor de estudio que cada vez toma mayor importancia y representa un desafío para el logro de un mundo sostenible. Como sus palabras lo indican, se trata del uso eficiente de la energía que corresponde a permitarnos tener el mismo o más confort con menor consumo energético. Algunas medidas de eficiencia energética están ya en los hábitos cotidianos (por ejemplo, apagar la luz cada vez que salimos de una habitación), en tanto otras, son el resultado de desarrollos tecnológicos (por ejemplo, las lámparas de bajo consumo).

La eficiencia energética existe en todos los ámbitos (industria, espacio público, etc.). En nuestro caso abordaremos la eficiencia energética en viviendas, que se mide en kWh/m² al año. Seguramente, al pensar en la casa dónde vivís, podrás dar algún ejemplo que represente un aumento o disminución en el consumo energético, por eso te proponemos observar las siguientes imágenes¹ y responder unas preguntas.

Para tener en cuenta...

kW significa kilovatio, un kilovatio es simplemente 1.000 vatios (la k es el prefijo del Sistema Internacional múltiplo de 1000). Por otra parte, un kilovatio hora (kWh) es una medida de cuánta energía se está usando en el tiempo determinado de una hora. Un ejemplo concreto sería que una lámpara o foco tradicional de 100 vatios tardaría 10 horas en acumular 1 kWh de energía.

Requerimiento específico de energía (kWh/(m² año))

Prueba Piloto en Rosario (Santa Fe)

PRIMER MODELO	SEGUNDO MODELO	TERCER MODELO
		
<p><i>Calefacción: 299 kWh/(m²año)</i> <i>Refrigeración: 109 kWh/(m²año)</i> <i>Producción ACS (Agua Caliente Sanitaria): 26 kWh/(m²año)</i> <i>Iluminación: 5 kWh/(m²año)</i></p>	<p><i>Calefacción: 66 kWh/(m²año)</i> <i>Refrigeración: 15 kWh/(m²año)</i> <i>Producción ACS: 26 kWh/(m²año)</i> <i>Iluminación: 6 kWh/(m²año)</i></p>	<p><i>Calefacción: 54 kWh/(m²año)</i> <i>Refrigeración: 12 kWh/(m²año)</i> <i>Producción ACS: 19 kWh/(m²año)</i> <i>Iluminación: 6 kWh/(m²año)</i> <i>Contribución de Energías Renovables: -70 kWh/(m²año)</i></p>

a) Al observar las imágenes podemos ver que el Primer Modelo es una vivienda estándar mientras que el Segundo Modelo corresponde a una vivienda con un diseño que incluye una galería en su frente, las paredes se construyen de una manera que protejan a la casa de las temperaturas exteriores y la ubicación tiene en cuenta tanto los puntos cardinales como también el movimiento aparente del sol. Así como se compararon los diseños, ahora ustedes analicen los consumos de energía en cada una de ellas ¿qué similitudes o cambios existen entre el Primer y el Segundo Modelo? Explicar.

b) Y en el caso del Tercer Modelo, ¿qué sucede con el consumo de energía en comparación al Segundo Modelo? ¿A qué se deben los cambios o similitudes que detectan?

c) ¿Cuál es la cantidad de energía eléctrica que requiere cada una de las viviendas? (energía eléctrica medida en kilovatio hora por metro cuadrado al año).

Dato curioso...

LA ARQUITECTURA DEL HORNERO, EL PÁJARO ALBAÑIL

El pájaro hornero nos da una lección de arquitectura sustentable, al observarlo en el proceso de construcción de su nido nos deja muchas lecciones. Este pequeño pájaro construye un nido utilizando barro, ramas, hierbas secas y raíces, que es muy resistente a lluvias, vientos fuertes y calor, una maravilla de la arquitectura sustentable en la naturaleza.



¹ Extraída de Stagnitta R., Donnet, F., Montapponi, S. & Codromaz, C. (2017). *Programa de Etiquetado de Viviendas en Santa Fe. Prueba Piloto en Rosario*. Jornada Nacional de Etiquetado de Eficiencia Energética en Viviendas, Presidencia de la Nación: Ministerio de Energía y Minería.

Figura A2. Actividad N°2 “Eficiencia Energética”

Actividad N°3

Entre los 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible fijados por Naciones Unidas, el onceavo trata de Ciudades y Comunidades Sostenibles. Esto hace necesario garantizar la presencia y accesibilidad de **espacios verdes** para evitar la degradación ambiental ya que éstos previenen la formación de islas de calor al interrumpir la masa construida, absorben precipitaciones evitando inundaciones y mejoran la calidad del aire. Estudios recientes también han vinculado la presencia de espacios verdes con un efecto beneficioso sobre diversas dimensiones de la salud pública, tales como el desarrollo cognitivo en la primera infancia, la salud mental e incluso una reducción general de la mortalidad.

Según la Organización Mundial de la Salud, el mínimo de espacio verde que es necesario para una buena calidad de vida es de 9 (nueve) metros cuadrados por persona y los mismos deben cumplir ciertas normas de calidad, accesibilidad y distribución.

La comunidad de Seguí tiene una historia de 115 años y creció en torno a las actividades rurales y agroindustriales, hasta alcanzar actualmente los 5.000 habitantes. En cuanto a los espacios verdes, se puede decir que a medida que se iban organizando barrios, calles, etc. se fueron destinando lugares para plazas y parques, como se observa en la siguiente imagen:



En esta imagen satelital obtenida de Google Earth, se indica la cantidad de superficie que cubre cada uno de los espacios verdes en Seguí. A partir de la información, responder:

- ¿Cuánto es el espacio verde que hay para cada persona en la localidad de Seguí?
- Los espacios verdes en Seguí, ¿cumplen con lo indicado por la Organización Mundial de la Salud? ¿Por qué?

Figura A3. Actividad N°3 “Espacios verdes”

ENCUESTA PARA ESTUDIANTES	
<p>¡Hola! Mi nombre es Gustavo Uhrich y soy estudiante de la Licenciatura en Enseñanza de la Matemática, dictada por la Universidad Tecnológica Nacional (UTN). Estoy realizando esta encuesta, <u>totalmente anónima</u>, para conocer tus opiniones personales sobre las actividades que trabajamos en clase. Toda la información es estrictamente confidencial y será utilizada únicamente con fines educativos para un Proyecto de Investigación. En todos los casos se puede marcar más de una opción.</p> <p>¡Muchas gracias por tu tiempo y colaboración!</p>	
<p>¿Cuál es tu género? <input type="checkbox"/> Femenino <input type="checkbox"/> Masculino</p>	
<p>1) ¿Qué problema te resultó más interesante?</p> <p><input type="checkbox"/> Cultura de la bicicleta <input type="checkbox"/> Eficiencia energética <input type="checkbox"/> Espacios verdes</p>	
<p>2) ¿Cómo abordaste los problemas propuestos?</p> <p><input type="checkbox"/> Leí cada problema una vez y comencé a resolverlos</p> <p><input type="checkbox"/> Leí los problemas varias veces para comprenderlos bien</p> <p><input type="checkbox"/> Solicité ayuda a un compañero/a</p> <p><input type="checkbox"/> Trabajé con un compañero/a para resolverlos</p> <p><input type="checkbox"/> Le pedí al profesor que me los explicara</p>	
<p>3) ¿Cuáles de las siguientes acciones sueles realizar cuándo resuelves un problema?</p> <p><input type="checkbox"/> Trato de recordar un problema parecido</p> <p><input type="checkbox"/> Extraigo datos y los relaciono</p> <p><input type="checkbox"/> Realizo un dibujo o esquema</p> <p><input type="checkbox"/> Pido ayuda a un compañero/a o al docente</p> <p><input type="checkbox"/> Otra u otras (por favor, especifique):</p>	
<p>4) Cuando no te sale un problema ¿qué sueles hacer?</p> <p><input type="checkbox"/> Lo sigo pensando</p> <p><input type="checkbox"/> Pregunto al docente</p> <p><input type="checkbox"/> Solicito ayuda a un compañero/a</p> <p><input type="checkbox"/> Me doy por vencido</p> <p><input type="checkbox"/> Otra u otras (por favor, especifique):</p>	
<p>5) ¿Cómo haces para averiguar si la respuesta o resultado que obtuviste es el correcto?</p> <p><input type="checkbox"/> Verifico por mis propios medios</p> <p><input type="checkbox"/> Consulto al docente</p> <p><input type="checkbox"/> Comparo con lo realizado por un compañero/a</p> <p><input type="checkbox"/> Espero hasta que se corrija en el pizarrón</p> <p><input type="checkbox"/> Otra u otras (por favor, especifique):</p>	
<p>6) ¿Qué opinas sobre las actividades propuestas?</p> <p><input type="checkbox"/> Siento interés al resolver problemas sobre situaciones de la realidad</p> <p><input type="checkbox"/> Considero importante la vinculación matemática y ambiente</p> <p><input type="checkbox"/> Las actividades me ayudan a entender la aplicación de la matemática</p> <p><input type="checkbox"/> Esta forma de trabajar me confunde y hacen que la matemática sea más difícil</p> <p><input type="checkbox"/> Otra u otras (por favor, especifique):</p>	
<p>7) ¿Cuáles crees que son las ventajas de usar matemática u otra materia para abordar la educación ambiental?</p> <p><input type="checkbox"/> Me ayudaría a conocer conflictos ambientales y reflexionar en torno a ellos</p> <p><input type="checkbox"/> Tomaría conciencia de lo que las personas podemos hacer para cuidar el ambiente</p> <p><input type="checkbox"/> Me permitiría saber qué puedo hacer cada día en mi casa, barrio, escuela, etc.</p> <p><input type="checkbox"/> Podría justificar lo que sucede en el ambiente por medio de materias como matemática, biología, etc.</p> <p><input type="checkbox"/> Otra u otras (por favor, especifique):</p>	
<p>8) En particular, los problemas propuestos ¿a qué te invitan a pensar principalmente?</p> <p><input type="checkbox"/> Me animan a usar la bicicleta</p> <p><input type="checkbox"/> Comprender como podemos modificar el consumo energético en viviendas</p> <p><input type="checkbox"/> Valorar los espacios verdes que tenemos en nuestras ciudades</p> <p><input type="checkbox"/> Reflexionar sobre otros temas ambientales como contaminación, cambio climático, arbolado, residuos, etc.</p> <p><input type="checkbox"/> Otra u otras (por favor, especifique):</p>	
<p>9) ¿Cuál es la importancia de contar con una formación de educación ambiental en el nivel secundario?</p> <p><input type="checkbox"/> Me permitiría conocer la situación ambiental tanto a nivel local en nuestra región como a nivel global</p> <p><input type="checkbox"/> Podría comprender los desafíos a los que se enfrenta la humanidad para el logro de un ambiente sustentable</p> <p><input type="checkbox"/> Me ayudaría a pensar en ideas/estrategias que contribuyan a un ambiente más saludable</p> <p><input type="checkbox"/> No me parece importante contar con una formación de educación ambiental en el nivel secundario</p> <p><input type="checkbox"/> Otra u otras (por favor, especifique):</p>	
<p>10) A modo de cierre, ¿qué aprendiste de los problemas propuestos?</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	

Figura A4. Encuesta para estudiantes

ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA PARA DOCENTES

¡Hola! Mi nombre es Gustavo Uhrich y soy estudiante de la Licenciatura en Enseñanza de la Matemática, dictada por la Universidad Tecnológica Nacional (UTN). Estoy realizando una entrevista semiestructurada a docentes de Tercer Año, totalmente anónima, para conocer posibles áreas de vacancia sobre esta modalidad de trabajo y sus opiniones acerca de la propuesta implementada. Toda la información es estrictamente confidencial y será utilizada únicamente con fines educativos para un Proyecto de Investigación.

¡Muchas gracias por su tiempo y colaboración!

- 1) ¿Usted considera que las actividades propuestas contribuyen a una formación crítica en educación ambiental? ¿Por qué?
- 2) ¿De qué otro modo abordaría temas vinculados con la educación ambiental?
- 3) ¿Las actividades ayudan a desarrollar habilidades en la resolución de problemas matemáticos? ¿Por qué?
- 4) ¿Qué ventajas y desventajas se pueden identificar en la incorporación de temas ambientales a la enseñanza de matemática, biología u otra asignatura?
- 5) Además de las actividades sobre bicicletas, viviendas y espacios verdes ¿qué otras temáticas ambientales se pueden plantear?
- 6) Me dejas alguna sugerencia o recomendación:

.....

.....

.....

Figura A5. Entrevista para docentes de Tercer Año del CBC

		Formas de organización de las actividades del estudiantado	
		Paradigma del ejercicio	Escenarios de investigación
Tipos de referencia	Matemáticas puras	(1)	(2)
	Semirrealidad	(3)	(4)
	Situaciones de la vida real	(5)	(6)

Figura A6. Ambientes de aprendizaje (Skovsmose, 2000, p. 10)



Figura A7. Dinámicas de trabajo del estudiantado durante las clases

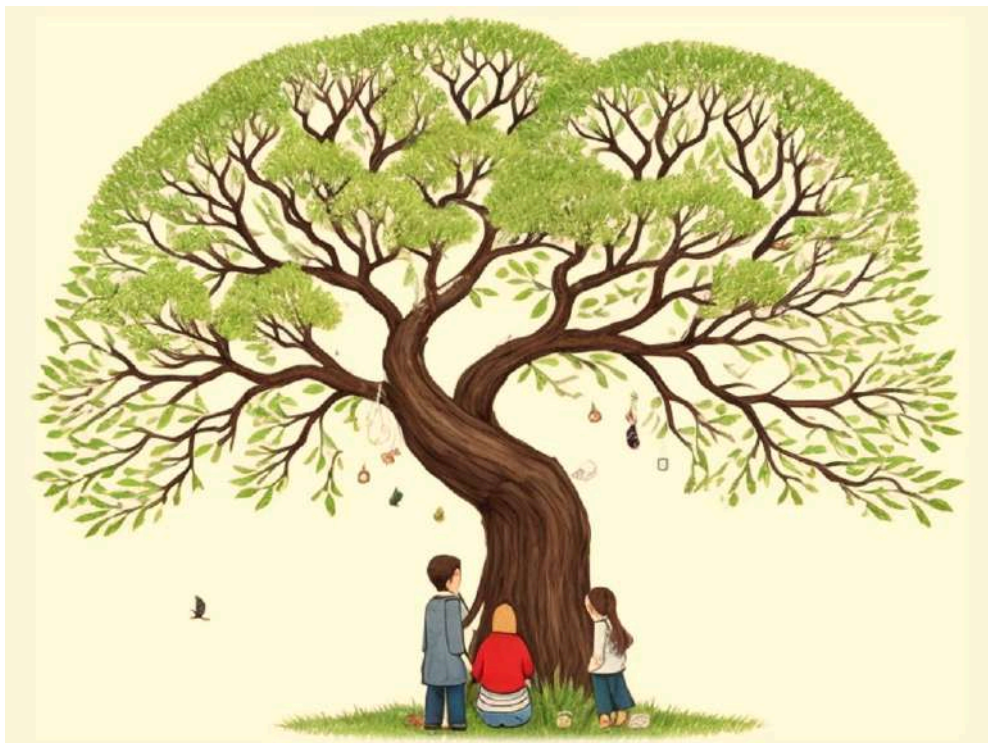


Figura A8. Ilustración que vincula ambiente y matemática mediante un árbol de estructura fractal, con una mirada crítica del estudiantado