

# **Propuesta interdisciplinaria STEM para 4° Básico**

## **La polinización y el plano cartesiano con Bee-bots**

**Omaira Bernales – Paulina Navarrete**

Nombres docentes: Pamela Reyes

Gina Luci

Noviembre - 2024

## AGRADECIMIENTOS

## Índice

Introducción .....	5
Capítulo 1 .....	7
Marco teórico: Pilares para la Propuesta Didáctica .....	7
Enseñanza STEM en Educación Básica .....	7
Pensamiento computacional y robótica. ....	10
Trabajo interdisciplinario .....	11
Capítulo 2 .....	13
Bee-bot al rescate del currículum: Un viaje interdisciplinar por matemáticas, ciencias y tecnología.....	13
Bases Curriculares .....	14
Enfoques en cada asignatura en la propuesta educativa .....	16
Objetivo general de la propuesta educativa .....	19
Tabla 1 .....	20
Evidencia para alcanzar el logro del objetivo de los talleres .....	20
Tabla 2 .....	21
Progresión de las asignaturas en el proyecto interdisciplinario .....	21
Capítulo 3 .....	22
Abejita Nectarina.....	22
Propuesta interdisciplinaria .....	22
Diseño de situaciones didácticas.....	23
Presentación de Bee-bot “Abejita Nectarina” .....	23
Preparación del espacio de aprendizaje y de la actividad .....	25
Condiciones de trabajo .....	34
Tabla 3 .....	36
<i>Actividades STEM para niños de cuarto básico</i> .....	36
Descripción de los Talleres.....	37
• <i>Taller 1: “Descubriendo Bee-Bot”</i> .....	37
• <i>Taller 2: “Exploración del ecosistema”</i> .....	38
• <i>Taller 3: “Describiendo la vida de la abeja”</i> .....	39
• <i>Taller 4: “Vuelo hacia el tesoro”</i> .....	40
Planificación de actividades.....	42

Capítulo 4 .....	67
Metodología y validación .....	67
Investigación Cualitativa .....	67
<i>Metodología de Validación por Expertos</i> .....	69
<i>Optimización Estratégica de la RubeSTEM: Ajustes para una Validación Experta Efectiva</i> .....	71
<i>Adaptación de la RubeSTEM para la validación de la propuesta</i> .....	75
Capítulo 5 .....	79
Resultado y análisis de la validación de la propuesta .....	79
<i>Proceso de validación</i> .....	79
Descripción de los validadores .....	80
<i>Validación 1</i> .....	80
<i>Validación 2</i> .....	93
<i>Validación 3</i> .....	93
<i>Validación 4</i> .....	95
Conclusión .....	97
Carta Gantt .....	101
Referencias bibliográficas .....	102

# Introducción

La educación básica, como etapa fundamental en el desarrollo académico de los estudiantes, enfrenta el desafío constante de mejorar las estrategias de enseñanza para garantizar que los alumnos adquieran una comprensión sólida de conceptos matemáticos básicos como la geometría, que se aplica a una gran variedad de conceptos más avanzados y que tienen aplicaciones en la vida cotidiana. Relacionado con este desafío, se destaca la creciente disponibilidad de tecnología en las escuelas, lo que ha permitido la implementación efectiva de juegos interactivos y aplicaciones educativas de apoyo para la enseñanza de la matemática en educación básica.

El enfoque STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) se presenta como una poderosa herramienta para inspirar la curiosidad, el descubrimiento y el aprendizaje en los estudiantes. Con el objetivo de fomentar el desarrollo integral de habilidades y conocimientos en niños de cuarto básico, hemos diseñado un proyecto interdisciplinario que fusiona los campos de matemáticas, ciencias naturales y tecnología de una manera innovadora y emocionante.

Comenzar con esta propuesta tiene como objetivo abordar una posibilidad de integrar y considerar la importancia de la transversalidad de contenidos. Para ello, se elabora una propuesta STEM que se desarrollará a lo largo de 4 sesiones, en las cuales se utilizarán robots, un espacio de aprendizaje que se compone de: pósteres, láminas y una cuadrícula. Los estudiantes tendrán la oportunidad de explorar el plano cartesiano comenzando de manera intuitiva con los robots, conocer la

importancia de las abejas en el ecosistema, seguir patrones de vuelo de las abejas en el plano cartesiano y resolver problemas de localización absoluta en un laberinto.

Este proyecto de tesis busca contribuir al fortalecimiento de las competencias STEM en estudiantes de cuarto básico, fomentando el aprendizaje integrado y la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos. Asimismo, se espera que los hallazgos de este estudio puedan ser utilizados para informar y mejorar las prácticas educativas en el ámbito de la enseñanza interdisciplinaria. Además, este trabajo pretende ser un aporte en cuanto a estrategias integradoras de enseñanza que aporten a los estudiantes de primaria, integrando la tecnología y desarrollando juegos interactivos que involucren más de una asignatura y complementen el aprendizaje matemático. La propuesta es concreta y se plantea como un juego interactivo, con actividades y problemas que se resuelven por medio de la programación. De esta manera, se busca abordar el concepto de interactividad de una manera más robusta, en la que los estudiantes puedan involucrarse activamente en el proceso de aprendizaje a través de experiencias lúdicas y tecnológicas.

# Capítulo 1

## Marco teórico: Pilares para la Propuesta Didáctica

Dentro del contexto educativo actual, se están integrando nuevas estrategias de enseñanza que resultan fundamentales para mejorar el aprendizaje de los estudiantes. En este capítulo, exploramos los principales enfoques y recursos para un plan de enseñanza con visión de futuro, centrándonos en paradigmas como la educación STEM, el pensamiento computacional y la robótica basado en proyectos interdisciplinarios.

Estas estrategias de enseñanza y aprendizaje, al ser implementadas de manera integral, mejoran significativamente la forma en que ocurre el proceso de enseñanza-aprendizaje. Además, fomentan la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas en los estudiantes, preparándolos de manera efectiva para enfrentar los desafíos del siglo XXI. En este capítulo, se analizará cómo cada uno de estos enfoques se complementa para crear una propuesta sólida y emocionante para la enseñanza, que contribuye al desarrollo integral de los estudiantes.

### Enseñanza STEM en Educación Básica

Según Ferrada et al. (2021), uno de los desafíos de la educación es integrar la tecnología en el proceso de enseñanza y aprendizaje, así como el desarrollo de habilidades dentro del campo STEM. Funcionarios de la National Science Foundation de Estados Unidos acuñaron esta sigla para referirse a un conjunto de disciplinas: ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, como una propuesta de solución para

diversas problemáticas globales, y que, además, privilegia la enseñanza de las ciencias integradas con miras a su aplicación al mundo real (Fajardo, 2023).

El propósito de la educación STEM consiste en fomentar el desarrollo de habilidades y el despertar del interés de los estudiantes en el siglo XXI, en relación con el crecimiento y desarrollo de la ciencia y la tecnología. Su objetivo primordial radica en la provisión de talento creativo en los ámbitos científico y tecnológico (Fajardo, 2023). Hoy, las habilidades del siglo XXI son fundamentales para la educación STEM, ya que, permiten a los estudiantes adaptarse a un entorno cambiante, utilizar la tecnología eficazmente y trabajar en equipo para resolver problemas complejos (Davis & Stephens, 2022). El desarrollo de estas habilidades es necesario para que los jóvenes sean ciudadanos íntegros de la sociedad del conocimiento y se aprenden de forma práctica y sostenida en el tiempo. Estas habilidades son: creatividad, pensamiento crítico, metacognición, alfabetización en tecnologías digitales de información, alfabetización en información, ciudadanía, responsabilidad personal y social, vida y carrera, comunicación y colaboración (Ministerio de Educación, 2023.).

Según Ferrada et al. (2023), la educación con enfoque STEM en el desarrollo de competencias científicas fomenta una ciudadanía activa y responsable. Esto se condice con lo que proponen las Bases Curriculares de la Educación chilena en la asignatura de matemáticas, que indican que “las matemáticas son un elemento vital de la cultura humana y es esencial para formar ciudadanos críticos y versátiles, capaces de analizar y resolver situaciones complejas” (MINEDUC, 2018). Cuando se desarrollan habilidades matemáticas, las personas adquieren la capacidad de comprender el mundo y tomar medidas efectivas, proporcionando las herramientas

necesarias para resolver problemas cotidianos, participar activamente en la sociedad y establecer una base sólida para su educación técnica o profesional.

La educación STEM ofrece una gran cantidad de posibilidades, no obstante, como es relativamente nueva, es necesario planificar clases en las que no hay experiencia previa. Además, cabe destacar que es un trabajo multidisciplinario, lo que requiere la colaboración de diferentes docentes, o bien un profesor de educación básica que tiene en su formación diferentes disciplinas, lo que resulta en un gran desafío, puesto que aún no se sabe bien cómo enseñar. Por una parte, se deben conectar las ciencias y las matemáticas para enseñarlas de manera integrada e incluir prácticas científicas e ingenieriles, lo que genera, sin embargo, una gran motivación para el estudiantado. Otro factor fundamental es el desarrollo del trabajo en equipo, en donde el diseño y la implementación de una secuencia didáctica, es crucial para desarrollar esta habilidad para incentivar la cooperación e innovación en los equipos de estudiantes (Schulz, 2016).

La aplicación de estrategias de resolución de problemas en la educación primaria puede traer importantes beneficios para los estudiantes de cuarto año básico. Tal como señalan Moreno-Guerrero et al. (2018) en su artículo "La Resolución de Problemas como Eje Transversal en la Formación de Ingenieros", el desarrollo de habilidades de resolución de problemas "es fundamental en la formación" de los estudiantes, ya que les permite "enfrentar retos complejos" y "aplicar el pensamiento crítico". Al integrar actividades de resolución de problemas en el aula de cuarto año básico, los niños podrán practicar la identificación de problemas, el planteamiento de hipótesis, el diseño de estrategias y la evaluación de resultados. Estas capacidades no solo les servirán para mejorar su desempeño académico, sino

que también les brindarán herramientas valiosas para afrontar los desafíos que enfrentarán a lo largo de su vida.

### Pensamiento computacional y robótica.

Según el estudio de Zapata-Lamana et al. (2021), los estudiantes pasan más de 6 horas diarias frente a las pantallas, viendo televisión, jugando videojuegos, navegando en internet o realizando tareas. Todo esto se asocia con bajo rendimiento académico, problemas de memoria, dificultades en la resolución de problemas matemáticos, falta de atención en clase y menor capacidad para realizar tareas complejas. Sin embargo, desde la educación, se puede hacer una transformación del uso de las pantallas y beneficiar el aprendizaje de los niños, estableciendo un equilibrio entre las actividades en línea y offline, fomentando la participación en actividades físicas, sociales y creativas fuera del entorno digital.

En la educación primaria actual, se reconoce cada vez más la importancia de desarrollar habilidades como el pensamiento computacional y la robótica (Fajardo, 2023). Estos enfoques pedagógicos innovadores brindan a los estudiantes una oportunidad única para adquirir competencias fundamentales en el siglo XXI. El pensamiento computacional les permite comprender y resolver problemas de manera lógica, mientras que la robótica fomenta la creatividad y el trabajo en equipo a través de la construcción y programación de robots.

Un aspecto clave en la implementación de estos enfoques es el trabajo interdisciplinario. Según Pérez-Cardenosa et al. (2022), la integración de diferentes áreas del conocimiento, como matemáticas, ciencias, tecnología y artes, permite a

los estudiantes aplicar sus habilidades en contextos más amplios y relevantes. Este enfoque interdisciplinario fomenta la comprensión holística de los conceptos, la capacidad de transferir conocimientos a nuevas situaciones y el desarrollo de habilidades como el pensamiento crítico y la creatividad.

Sin embargo, Hernández-Ramos y Pérez-Navarro (2020) señalan que implementar el trabajo interdisciplinario en el aula puede presentar desafíos, como la necesidad de una mayor coordinación y planificación entre docentes de diferentes áreas, la integración efectiva de los contenidos y la evaluación de los aprendizajes de manera integrada. A pesar de estas dificultades, la evidencia sugiere que el trabajo interdisciplinario es fundamental para preparar a los estudiantes para los desafíos del siglo XXI.

### Trabajo interdisciplinario

En el campo de la educación, las estrategias de enseñanza interdisciplinarias ofrecen un enfoque relevante para abordar las necesidades de aprendizaje, fomentar el pensamiento divergente, la creatividad y el trabajo en equipo. Estas estrategias abogan por el uso de metodologías activas, la mejora de la comprensión lectora, la promoción de aulas democráticas y el cultivo de la motivación. Además, enfatizan la importancia de adquirir conocimientos para facilitar actividades a través de las TIC y plataformas digitales, idear estrategias creativas, emplear herramientas de investigación y adoptar un enfoque holístico e interdisciplinario para la resolución de problemas (Alcivar-Alcívar & Zambrano-Montes, 2021).

Según Carranza et al. (2017), en un aula de matemáticas convencional, los estudiantes a menudo luchan por encontrar significado en el aprendizaje de diversos conceptos, por lo que el trabajo interdisciplinar les otorga un sentido a los saberes que están en curso, llevándolos a posibles realidades de abordaje en diferentes contextos.

## Capítulo 2

### Bee-bot al rescate del currículum: Un viaje interdisciplinar por matemáticas, ciencias y tecnología

En la actualidad, la planificación de propuestas didácticas innovadoras y efectivas representa un desafío fundamental para los educadores. En este capítulo, se explorará la planificación de una propuesta didáctica alineada con el currículo chileno y las actividades que se pueden llevar a cabo con el robot Bee-Bot.

El currículo chileno es el marco de referencia para la planificación de las propuestas didácticas en Chile. Está orientado a desarrollar las competencias y habilidades necesarias para que los estudiantes sean ciudadanos críticos, creativos y responsables (Ministerio de Educación de Chile, 2019).

El robot Bee-Bot es una herramienta didáctica que permite a los estudiantes desarrollar habilidades de programación y resolución de problemas, a través de actividades lúdicas y participativas. Bee-Bot es un robot educativo que se puede programar para moverse en diferentes direcciones, y que está diseñado para ser utilizado en contextos educativos formales e informales (Bee-Bot, 2023).

A lo largo de este capítulo, se explorará cómo el currículo chileno y el robot Bee-Bot pueden integrarse para diseñar una propuesta didáctica innovadora y efectiva, que promueva el aprendizaje significativo de los estudiantes y desarrolle las habilidades y competencias necesarias para enfrentar los desafíos del siglo XXI.

## Bases Curriculares

En Chile, el Ministerio de Educación emitió las "Bases Curriculares de Primero a Sexto Básico", un documento que establece los fundamentos educativos para la educación básica en el país. Su propósito principal es proporcionar un marco claro y enriquecedor para el desarrollo de los estudiantes en diversas áreas del conocimiento (MINEDUC, 2018).

En los programas de estudio se ha incluido de manera explícita el desarrollo de las habilidades en el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) como uno de los Objetivos de Aprendizaje Transversales. Esto implica que se busca fomentar la integración y aplicación de estas tecnologías en el trabajo realizado dentro de las asignaturas, en donde uno de sus propósitos es utilizar las TIC'S como herramienta de aprendizaje, utilizando softwares y programas específicos para aprender y para complementar los conceptos aprendidos en las diferentes asignaturas. (MINEDUC, 2013).

Esta propuesta didáctica está diseñada para fomentar el trabajo interdisciplinario basándose en la integración de estrategias educativas entre las asignaturas de Matemáticas, Ciencias Naturales y Tecnología en el curso de cuarto básico.

En el área de matemática se aborda el Objetivo de aprendizaje n° 15: Describir la localización absoluta de un objeto en un mapa simple con coordenadas informales (por ejemplo: con letras y números) y la localización relativa con relación a otros objetos. Eje de geometría (MINEDUC, 2018).

En Ciencias Naturales se plantea el Objetivo de Aprendizaje n° 1: Reconocer, por medio de la exploración, que un ecosistema está compuesto por elementos vivos (animales, plantas, etc.) y no vivos (piedras, aguas, tierra, etc.) que interactúan entre sí (MINEDUC, 2018).

Y finalmente en Tecnología contribuye el Objetivo de Aprendizaje n° 1: Crear diseños de objetos o sistemas tecnológicos simples para resolver problemas: desde diversos ámbitos tecnológicos y tópicos de otras asignaturas representando sus ideas a través de dibujos a mano alzada, dibujo técnico o usando TIC explorando y transformando productos existentes (MINEDUC, 2018).

Este proyecto interdisciplinario busca desarrollar múltiples habilidades en los estudiantes. En primer lugar, los estudiantes deberán identificar las características y funcionalidades de la Bee-bot, un robot programable. Aprenderán a utilizar los comandos de movimiento de la Bee-bot y reconocerán la cuadrícula como el medio de desplazamiento de este. Además, los estudiantes comprenderán la interacción entre los elementos vivos y no vivos en un ecosistema, con énfasis en las trayectorias de las abejas y la Bee-bot. Esto les permitirá entender mejor cómo funcionan los ecosistemas y cómo se organizan los diferentes elementos que los componen.

Para lograr estos objetivos, los estudiantes deberán programar la Bee-bot para describir patrones utilizando coordenadas del plano cartesiano. De esta manera, podrán imitar la trayectoria de las abejas en el ecosistema, aplicando sus conocimientos sobre el uso de coordenadas.

Finalmente, los estudiantes deberán resolver problemas creativos con la Bee-bot, aplicando los conocimientos adquiridos sobre laberintos y el plano cartesiano y sus coordenadas. Esto les permitirá desarrollar habilidades de resolución de problemas y pensamiento crítico.

Este proyecto interdisciplinario busca que los estudiantes adquieran habilidades en áreas como la programación, la comprensión de ecosistemas y el uso de coordenadas, todo ello a través de la interacción con la Bee-bot. Estas habilidades les serán útiles tanto en el ámbito académico como en su vida cotidiana.

### Enfoques en cada asignatura en la propuesta educativa

El enfoque de ciencias naturales en esta propuesta educativa se centra en la exploración del ecosistema, utiliza las abejas como tema principal para ayudar a los alumnos a comprender las complejas conexiones presentes en dichas redes ambientales.

A través de esta actividad, se invita a los jóvenes a sumergirse en el mundo de los seres vivos y los elementos abióticos que conforman un ecosistema. Se les desafía a observar detenidamente las trayectorias y los movimientos de las abejas, convirtiéndose en testigos de su papel fundamental como polinizadoras.

Conforme avanzan en su exploración, los estudiantes irán descubriendo cómo las abejas se integran armónicamente en el flujo de energía y los ciclos de materia del ecosistema. Aprenderán a identificar las complejas redes de interdependencia que sostienen el delicado equilibrio de estos entornos naturales.

Más allá de simplemente aprender sobre conceptos ecológicos, se espera que los estudiantes desarrollen una visión sistémica que les permita comprender la importancia de conservar y proteger estos preciados ecosistemas. Al observar de cerca la danza de las abejas, comprenderán que su bienestar está estrechamente ligado al nuestro, y que cuidar de estos entornos es una responsabilidad compartida.

En el enfoque matemático, el objetivo es programar al Bee-bot para que pueda reproducir patrones e imitar los movimientos de las abejas, utilizando para ello el sistema de coordenadas cartesianas y sus conceptos asociados. Mediante el uso de coordenadas cartesianas, los estudiantes aprenden a trazar las trayectorias de vuelo de estos insectos. Poco a poco, van comprendiendo cómo las abejas se mueven en el espacio, siguiendo patrones geométricos que les permiten explorar su entorno de manera eficiente y llegar a sus colmenas. Con esta actividad, los estudiantes no solo desarrollan habilidades de programación y resolución de problemas, sino que también fortalecen su comprensión de la localización absoluta y relativa en un mapa, aplicando estos conceptos a situaciones concretas y motivadoras. La conexión entre las abejas y las matemáticas proporciona un contexto rico y significativo para el aprendizaje, fomentando la curiosidad y el interés de los estudiantes en el mundo que los rodea. A medida que avanzan en su exploración, los estudiantes se enfrentan al desafío de programar al Bee-bot para que pueda reproducir estos movimientos. Deben aprender a utilizar comandos de dirección y desplazamiento, combinando su conocimiento del sistema de coordenadas con la lógica de la programación.

En este proceso, los estudiantes desarrollan habilidades fundamentales, como el pensamiento lógico, la resolución de problemas y la capacidad de abstracción. Descubren cómo las matemáticas y la tecnología se entrelazan para crear soluciones creativas, al mismo tiempo que aprenden sobre el mundo de las abejas.

A través de esta experiencia, los estudiantes no solo adquieren conocimientos matemáticos, sino que también fortalecen su apreciación por la belleza y la complejidad de la naturaleza. El Bee-bot se convierte en una herramienta que les permite explorar, descubrir y comunicar los patrones que subyacen en el vuelo de las abejas, conectando así la ciencia, la tecnología y las matemáticas de una manera verdaderamente significativa.

En el enfoque tecnológico de esta propuesta educativa, los estudiantes se adentran en el mundo de la robótica y la programación, utilizando al Bee-bot como su compañero de viaje para explorar las trayectorias y movimientos de las abejas.

Esta propuesta busca que los docentes se entusiasmen frente a sus Bee-bots, listos para emprender una aventura tecnológica. Con sus mentes ágiles y sus dedos hábiles, comienzan a familiarizarse con el funcionamiento de estos pequeños robots, descubriendo cómo pueden ser programados para imitar los comportamientos de las abejas.

A medida que se sumergen en este desafío, los estudiantes aprenden a utilizar los comandos de programación, desarrollando habilidades de pensamiento lógico y resolución de problemas. Experimentan con diferentes secuencias de instrucciones, buscando la forma de hacer que el Bee-bot se mueva de manera similar a las abejas que observan en su entorno.

Conforme avanzan en su exploración, los niños se enfrentan a obstáculos y desafíos que los obligan a pensar de manera creativa. Deben ajustar sus programas, probar diferentes estrategias y aprender de sus errores, todo ello con el objetivo de lograr que el Bee-bot se desplace con la misma elegancia y precisión que las abejas.

A través de esta experiencia, los estudiantes no solo se familiarizan con la tecnología, sino que también establecen una conexión profunda entre el mundo digital y el natural. Ven cómo la robótica puede ser utilizada para estudiar y comprender los fenómenos del ecosistema, generando una mayor apreciación por la integración entre la tecnología y la ciencia.

### Objetivo general de la propuesta educativa

A lo largo de estas actividades, el hilo conductor es el uso del Bee-bot como herramienta para involucrar a los estudiantes en un aprendizaje práctico e interdisciplinario que fomenta una comprensión más profunda de conceptos que van desde la robótica y la programación hasta los sistemas ecológicos y los principios matemáticos. El objetivo general es validar una experiencia de aprendizaje cautivadora e inmersiva que integre las disciplinas STEM y fomente el pensamiento crítico y la habilidad de resolución de problemas.

## Tabla 1

### Evidencia para alcanzar el logro del objetivo de los talleres

Esta tabla presenta ejemplos de evidencias que permiten evaluar el logro de los objetivos planteados en los talleres. Cada ítem destaca cómo los estudiantes aplican sus conocimientos sobre programación y la identificación de elementos en un ecosistema, utilizando el Bee-bot como herramienta clave en su aprendizaje.

Objetivo	Ejemplos de Evidencia	
<i>El estudiante programa correctamente los movimientos del Bee-bot para ubicar los elementos vivos y no vivos en el mapa del ecosistema.</i>	Programa el Bee-bot para que se mueva a la posición correcta donde se encuentra un árbol en el mapa del ecosistema.	Utiliza los comandos adecuados para que el Bee-bot llegue a la coordenada correcta que representa una roca en el mapa.
<i>El estudiante describe la ubicación absoluta de los elementos vivos y no vivos utilizando el Bee-bot en el mapa del ecosistema.</i>	Explica que el Bee-bot se encuentra en la posición (2, B) del mapa, que representa la ubicación de un árbol.	Indica que el Bee-bot está en la coordenada (4, D) del mapa, que representa la presencia de una roca en el ecosistema.
<i>El estudiante identifica la ubicación relativa de los elementos vivos y no vivos utilizando el Bee-bot en relación con otros objetos en el mapa del ecosistema.</i>	Señala que el Bee-bot se encuentra al lado de una roca en el mapa.	Describe que el Bee-bot está más cerca del río que de un árbol en el mapa.
<i>El estudiante demuestra habilidad para representar de manera clara y precisa los elementos vivos y no vivos utilizando el Bee-bot en el mapa del ecosistema.</i>	Programa el Bee-bot para que se detenga y marque la ubicación del árbol con precisión en el mapa.	Utiliza el Bee-bot para representar una roca en la ubicación específica del mapa.
<i>El estudiante muestra comprensión de los elementos vivos y no vivos que componen el ecosistema representado en el mapa utilizando el Bee-bot.</i>	Explica que los animales y las plantas son elementos vivos en el ecosistema que el Bee-bot representa en el mapa.	Menciona que las piedras y el agua son elementos no vivos en el ecosistema que el Bee-bot representa en el mapa.

## Tabla 2

### Progresión de las asignaturas en el proyecto interdisciplinario

En esta tabla se detalla la progresión de las asignaturas involucradas en este proyecto interdisciplinario. Se muestran los objetivos de aprendizaje de Matemáticas, Ciencias Naturales, Tecnología e Ingeniería, evidenciando cómo cada taller contribuye al desarrollo de competencias específicas y al enfoque integrado de la educación STEM.

	<b>Matemática</b>	<b>Ciencias naturales</b>	<b>Tecnología</b>	<b>Ingeniería</b>
<b>Taller 1</b>	Plano cartesiano. Reconocimiento de Cuadrículas.	No se involucran contenidos de esta asignatura en esta actividad.	Programación básica Robótica (Bee-bot).	Trabajo en equipo. Desarrollo de la comunicación.
<b>Taller 2</b>	Plano cartesiano. Ubicación relativa, Lateralidad y direccionalidad.	Ecosistema Seres vivos y no vivos. Polinización.	Programación básica Robótica (Bee-bot).	Trabajo en equipo. Desarrollo de la comunicación.
<b>Taller 3</b>	Patrones de movimiento. Geometría básica (formas, ángulos, distancias).	Características y comportamiento de las abejas.	Programación de robots (comandos, secuencias, algoritmos).	Trabajo en equipo. Desarrollo de la comunicación.
<b>Taller 4</b>	Plano cartesiano. Coordenadas. Programación. Resolución de problemas.	Elementos de un ecosistema. Interacción entre los componentes de un ecosistema.	Uso y programación de robots (Bee-bot). Planificación y organización de estrategia.	Resolución de problemas. Trabajo en equipo. Desarrollo de la comunicación.

# Capítulo 3

## Abejita Nectarina

### Propuesta interdisciplinaria

El objetivo principal de esta propuesta didáctica es brindar a los estudiantes una experiencia de aprendizaje enriquecedora y motivadora, que les permita desarrollar habilidades y competencias clave para su futuro. A través de la implementación de proyectos STEM, los estudiantes son desafiados a resolver problemas del mundo real, utilizando un enfoque interdisciplinario que integra los conocimientos de Matemáticas, Ciencias Naturales y Tecnología.

El Pensamiento Computacional se convertirá en una herramienta fundamental dentro de esta propuesta, ya que permitirá a los estudiantes abordar los desafíos de manera estructurada, desarrollando habilidades de resolución de problemas, lógica y creatividad (Wing, 2006). Además, la introducción de la Robótica como recurso pedagógico proporcionará a los estudiantes un entorno práctico para aplicar los conceptos aprendidos, fomentando así su pensamiento crítico y habilidades de diseño (Papert, 1993; Benitti, 2012).

Bajo estos pilares, se utilizará el robot educativo Bee-boot, que se emplea para educación preescolar y primaria. Éste está diseñado para desarrollar las capacidades elementales de la programación, pensamiento computacional, concentración, ubicación espacial y estrategia. Consiste en una “abeja” robot que debe programarse para conseguir que efectúe unos movimientos determinados sobre una cuadrícula conocida como tapete bee bot, ayudando así al alumnado a

trabajar contenidos curriculares de una manera diferente, a través de retos lúdicos y de una secuencia ordenada de pasos, dándoles la oportunidad de trabajar en equipo, reflexionar, anticipar, ensayar y comprobar, mediante un aprendizaje de indagación (Tibot, s.f.).

## Diseño de situaciones didácticas

### Presentación de Bee-bot “Abejita Nectarina”

*Figura 1 Bee-bot*



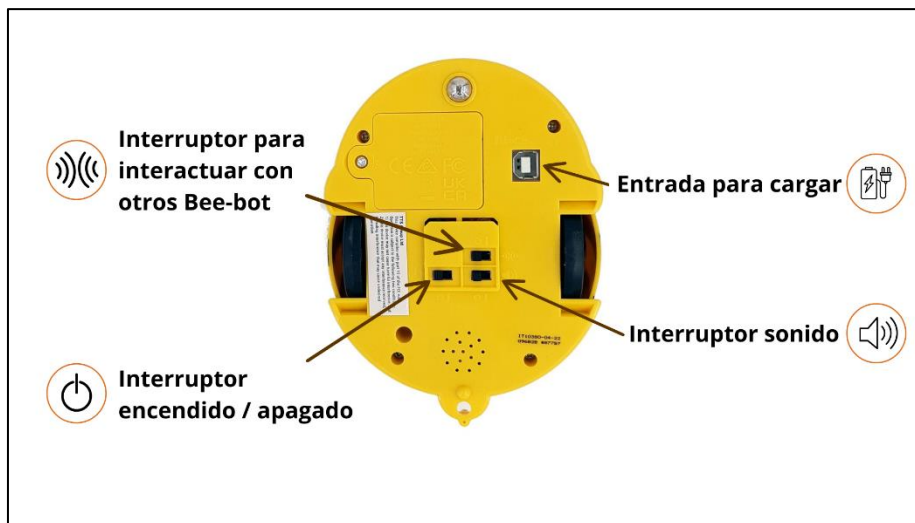
Fuente: Elaboración propia

Figura SEQ Figura 1\* ARABIC 2 Comandos Bee-bot



Fuente: Elaboración propia

Figura SEQ Figura 1\* ARABIC 2 Comandos Bee-bot



Fuente: Elaboración propia

Tiene teclas de flecha para ingresar variados comandos que controlan cómo Bee-Bot se mueve hacia adelante, hacia atrás, hacia la izquierda y hacia la derecha, como

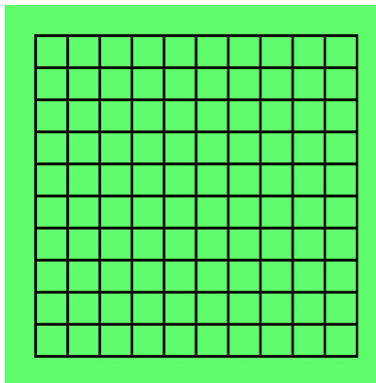
también, los interruptores de encendido, apagado, sonido, interacción con otros Bee-bot y la entrada para cargar.

Cuando ingresan la programación correcta, presionan el botón verde GO, Bee-Bot comienza a moverse.

## Preparación del espacio de aprendizaje y de la actividad

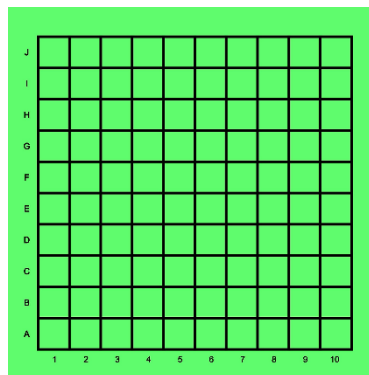
- Para las actividades se requiere un tapete de 10 por 10 cuadrículas, cada cuadro debe medir 15x15 cm.

*Figura 1 / Tapete de actividades 1, 2 y 3.*



Fuente: Elaboración propia

*Figura 2 \ Tapete de actividad 4*



Fuente: Elaboración propia



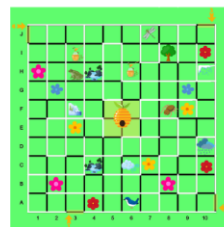
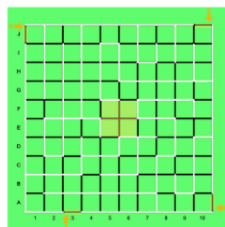
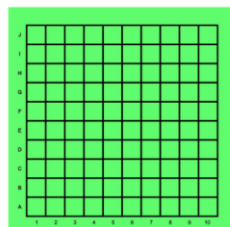
- Láminas termolaminadas:



- Comandos Bee-bot.



- Simulando el tapete para que el estudiante pueda planificar el camino del Bee-bot.



- Diferentes imágenes de ecosistemas (actividad 2).



- Para la organización del aula hay que asegurarse de tener suficiente espacio en la sala, para que los estudiantes trabajen juntos en parejas o en grupos pequeños. Cambie las sillas y cosas innecesarias para crear un área grande y segura.

Coloque mesas y sillas de manera que haya suficiente espacio para que los estudiantes se muevan libremente cuando programen el Bee-Bot y trabajen con el material.

- Preparación de tarjetas para seres vivos y no vivos: se hacen tarjetas que muestran imágenes de diferentes cosas que están vivas y no vivas en el ecosistema, como animales, plantas, rocas, agua, etc. Asegúrese de tener muchas tarjetas para que los estudiantes las recojan y las coloquen en el mapa.



- Asegúrese de que el Bee-Bot esté completamente cargado y funcione correctamente. Revise las instrucciones de programación y conozca sus funciones para poder dirigir al estudiante en su actividad.
- Para preparar cosas adicionales (si los estudiantes harán dibujos técnicos con sus manos o usarán herramientas tecnológicas para mostrar sus diseños), debe asegurarse de que haya lápices de colores, papel, colores u otros instrumentos importantes en el aula.

- Organizar el grupo de trabajo, estipular como trabajarán los estudiantes, en parejas o en grupos pequeños. Puede hacerlo al azar o considerar las preferencias y la dinámica de trabajo del estudiante.
- Antes de comenzar la actividad, asegúrese de explicar claramente qué deben hacer los estudiantes y qué espera de ellos. Deben saber por qué están haciendo esto, los objetivos de aprendizaje y cómo deben comportarse cuando usan Bee-Bot y otros materiales.
- Tenga en cuenta que la preparación del espacio de aprendizaje debe adaptarse a las necesidades de los estudiantes y a los recursos que tiene disponibles en su entorno educativo.

- Creación de diferentes pósteres



Póster 1 "Abejita Nectarina"

Este póster captura las actividades típicas de la abeja Nectarina. Observamos a la diligente abeja revoloteando entre las flores, polinizando eficientemente mientras recolecta el dulce néctar. La abeja también se acerca al riachuelo para hidratarse y refrescarse, y descansa sobre las rocas, preparándose para continuar con sus labores. Se aprecia cómo las abejas se comunican y coordinan sus movimientos, compartiendo información valiosa. Además, se les ve repeliendo posibles peligros que amenacen su vida. Como también, se puede ver el panal, el hogar de esta comunidad, donde crearán la deliciosa miel. Todo esto se desarrolla en un entorno verde y saludable, donde las abejas pueden prosperar y cumplir con su papel esencial en el ecosistema.

Este póster brinda a los estudiantes la oportunidad de sumergirse en el fascinante mundo de la abeja Nectarina, despertando su curiosidad y entendimiento sobre esta especie.



Póster 2 "Abejas"

Este segundo póster tiene como objetivo proporcionar información educativa y destacar la importancia de las abejas para la polinización y la producción de alimentos.

Mediante esta información ilustrada de manera clara y amena, se busca concientizar sobre la vital función de las abejas en la naturaleza y la necesidad de protegerlas. Esto permite a los lectores, especialmente a los estudiantes, aprender de manera interactiva sobre este importante polinizador.



Póster 3 "Ciclo de vida de la abeja"

En este tercer póster se muestra de forma visual y narrativa el ciclo de vida de la abeja, explicando cada etapa de su desarrollo de manera clara y secuencial. Esta representación permite a los estudiantes entender y visualizar las diferentes fases por las que pasa una abeja, desde que se deposita el huevo hasta que emerge como adulta y abandona la colmena.

Al presentar esta información de manera ilustrada y con textos cortos, la imagen facilita la comprensión del ciclo de vida de la abeja de una forma sencilla y accesible. El mural sirve como una herramienta didáctica que apoya el aprendizaje sobre la metamorfosis y el desarrollo de las abejas.

## Condiciones de trabajo

Para trabajar de manera efectiva con el robot Bee-Bot, se deben considerar las siguientes condiciones:

- Asegurar un área grande y limpia, los estudiantes necesitan mucho espacio para programar su Bee-Bot y usar mapas también. Quita las cosas que puedan estorbar o los muebles que no necesites.
- Bee-Bot necesita superficies adecuadas; funciona bien en lugares lisos y planos como suelos o mesas. Asegúrese de que el área de trabajo sea estable y permita que el robot se mueva sin problemas.
- Asegúrese de que el espacio de aprendizaje tenga buena iluminación para que los estudiantes puedan ver claramente las tarjetas de mapas y el Bee-Bot. Necesitan luz natural o suficiente luz artificial para una mejor sensación de aprendizaje.
- Se debe tener suficientes recursos, como mapas con coordenadas casuales, tarjetas para cosas que están vivas y no, junto con lápices de colores, papel y otras cosas que los niños necesitan para hacer sus bocetos o diseños técnicos.
- Asegúrese de cargar completamente el Bee-Bot antes de comenzar la actividad para que no existan interrupciones mientras los estudiantes trabajan. Cargue con anticipación si es necesario para las sesiones de aprendizaje.

- Instrucciones claras y sencillas: asegúrese de dar instrucciones claras y lo que espera de los estudiantes antes de comenzar la actividad. Asegúrese de que sepan cómo operar Bee-Bot, interactuar con mapas y tarjetas y qué se espera de ellos mismos en cuanto a comportamiento y participación.
- Se debe proporcionar una supervisión activa durante la actividad para asegurarse de que los estudiantes trabajen de manera apropiada y segura. Bríndales ayuda adicional cuando lo necesiten y responde cualquier pregunta o inquietud que pueda surgir.
- Asignar el tiempo suficiente para cada parte de la actividad, que incluye presentar conceptos, programar Bee-Bots, explorar ecosistemas y diseñar tecnología. Asegúrese de que haya un equilibrio adecuado entre las diferentes actividades y que los estudiantes tengan tiempo suficiente para terminar cada una.

### Tabla 3

#### *Actividades STEM para niños de cuarto básico*

La Tabla 3 se centra en las actividades STEM diseñadas para estudiantes de cuarto básico. Aquí se presentan criterios y métodos de evaluación que garantizan la efectividad de las actividades en el desarrollo de habilidades y conocimientos, asegurando que los estudiantes logren una comprensión integral de los conceptos abordados.

<i>Foco</i>	<i>Nombre del taller</i>	<i>Objetivo</i>
<i>Tecnología</i> <i>45-60min</i>	Descubriendo la Bee- bot.	Identificar características y funcionalidades de la Bee- bot, mediante el uso de comandos de movimiento y reconocer la cuadrícula como medio de desplazamiento del robot.
<i>Ciencia</i> <i>45-60min</i>	Exploración del ecosistema.	Comprender la interacción entre los elementos vivos y no vivos en un ecosistema, con énfasis en las trayectorias de las abejas y la Bee-bot.
<i>Matemática</i> <i>45-60min</i>	Describiendo la vida de la abeja	Programar la Bee-bot para describir patrones utilizando coordenadas del plano cartesiano e imitar la trayectoria de las abejas.
<i>Ingeniería (habilidades)</i> <i>45-60min</i>	Vuelo hacia el tesoro.	Resolver problemas creativos con Bee-bot aplicando los conocimientos sobre laberintos y el plano cartesiano y sus coordenadas.

## Descripción de los Talleres

- *Taller 1: "Descubriendo Bee-Bot"*

### **Descripción de la actividad:**

#### **Inicio:**

Los estudiantes comparten sus ideas previas sobre los robots, comentando que los ven como máquinas avanzadas que pueden hacer casi cualquier cosa. Luego, el docente les presenta las pequeñas criaturas robóticas llamadas Bee-bots, que serán el centro de la actividad.

#### **Desarrollo:**

El docente detalla el funcionamiento de las Bee-bots, explicando la función de cada botón. Posteriormente, programa una Bee-bot mientras los estudiantes observan con atención. Finalmente, los alumnos tienen la oportunidad de experimentar por sí mismos, introduciendo comandos para dirigir el desplazamiento de la Bee-bot.

Posteriormente, cada estudiante toma una Bee-bot y trabaja en una cuadrícula, programando recorridos y dibujando figuras o letras. Luego, se organizan en parejas, donde diseñan recorridos y se los intercambian para que el compañero los programe en la Bee-bot.

#### **Cierre:**

Los estudiantes comparten cómo sus ideas iniciales sobre los robots se han enriquecido a partir de la experiencia con las Bee-bots. Finalmente, se les permite manipular libremente las Bee-bots, demostrando lo aprendido.

- *Taller 2: “Exploración del ecosistema”*

**Descripción de la actividad:**

**Inicio:**

Los estudiantes observan diferentes ecosistemas y deben identificar los elementos comunes, como la vegetación, los animales y elementos no vivos como piedras o agua. Luego, deben elegir cuál de esos ecosistemas sería el más adecuado para la subsistencia de la abeja, justificando su elección.

El profesor explicita el objetivo del taller, que es comprender la interacción entre los elementos vivos y no vivos en un ecosistema, con énfasis en la abeja y la polinización

**Desarrollo:**

Los estudiantes aprenden sobre los elementos que componen un ecosistema y cómo se relacionan entre sí, a través de la explicación de los afiches del docente.

Luego, siguen una serie de instrucciones con diferentes desafíos y obstáculos que deberán superar, recreando el ciclo de la polinización en el plano cartesiano que representa el ecosistema.

Posteriormente, los estudiantes identifican posibles obstáculos que las abejas podrían enfrentar, como lluvias, vientos, depredadores, falta de flores o agua. En parejas, diseñan una estrategia para que la Bee-bot supere esos obstáculos y llegue al panal.

**Cierre:**

Cada pareja comparte con el grupo la estrategia que utilizaron para superar los obstáculos en la polinización.

Los estudiantes comparten sus aprendizajes, como la comprensión del proceso de polinización, datos curiosos sobre las abejas, la importancia del trabajo en equipo y los elementos de un ecosistema.

Finalmente, los estudiantes manipulan libremente las Bee-bots.

- *Taller 3: “Describiendo la vida de la abeja”*

**Descripción de la actividad:****Inicio:**

Los estudiantes recuerdan y explicitan qué es una secuencia, un patrón y la lateralidad. El docente hace preguntas como: ¿Qué es un patrón? ¿Qué es una secuencia? ¿Qué es la lateralidad?

Luego, el docente expone el objetivo del taller: Programar la Bee-bot para describir patrones en el plano cartesiano, imitando el vuelo de las abejas en la polinización. Explica que utilizarán los conocimientos que han obtenido de las abejas hasta el momento para lograr este objetivo.}

**Desarrollo:**

Los estudiantes se organizan en parejas alrededor del plano cartesiano. Reciben 3 tarjetas con patrones de movimiento que simulan el vuelo de la abeja. Siguiendo las indicaciones del docente, programan sus Bee-bots para seguir uno de los patrones en el plano, simulando el vuelo de la abeja.

Luego, los estudiantes continúan trabajando en parejas con las otras dos tarjetas. Uno da las indicaciones para programar la Bee-bot y el otro inserta los comandos, utilizando conceptos como arriba, abajo, giro a la izquierda o la derecha, adelante o atrás, según corresponda. Luego intercambian los roles.

**Cierre:**

En la misma posición en la que trabajaron, los estudiantes responden preguntas que les hace el docente, relacionadas con estrategias para programar la Bee-bot de manera más eficiente, dificultades que enfrentaron y aplicaciones futuras de lo aprendido.

Finalmente, los estudiantes comparten sus aprendizajes en este taller, como la lateralidad, el trabajo en equipo, seguir patrones de movimiento y crear patrones. Se les otorga un tiempo libre, con supervisión, para manipular de manera libre el robot.

- *Taller 4: “Vuelo hacia el tesoro”*

**Descripción de la actividad:****Inicio:**

En esta clase, los estudiantes responden preguntas del docente sobre el uso y la importancia de un plano. Mencionan que el plano sirve para ubicarnos, diseñar construcciones, conocer la distribución de un espacio y calcular tiempos de traslado, entre otros. Luego, observan el plano cartesiano y sus coordenadas, conociendo el objetivo del taller.

### **Desarrollo:**

Primero, los estudiantes aprenden sobre el plano cartesiano, sus ejes y cómo ubicar coordenadas en él. Luego, realizan una práctica guiada donde programan a la Bee-bot para que se ubique en coordenadas específicas indicadas por el docente.

Posteriormente, se organizan en parejas y se ubican en una de las 4 entradas de un laberinto. Deben identificar las coordenadas de los elementos del ecosistema y, en 5 minutos, idear una estrategia para recoger la mayor cantidad de objetos. Ponen en práctica su plan, borrando los comandos ingresados cada vez que llegan a la coordenada de un elemento para poder continuar. La pareja que recoge más elementos es la vencedora.

### **Cierre:**

Los estudiantes reflexionan sobre cómo resolvieron el desafío de recoger la mayor cantidad de elementos en el laberinto. Luego, comparten sus aprendizajes, como resolver problemas, planificar y organizarse, trabajar en equipo, e identificar y seguir coordenadas. Finalmente, tienen un tiempo libre para manipular de manera libre el robot Bee-bot.

## Planificación de actividades

DATOS GENERALES		
<b>Docentes:</b> Omaira Bernales y Paulina Navarrete		
<b>Asignatura:</b> Matemáticas, ciencias naturales y tecnología	<b>Nivel:</b> 4° básico	<b>Semestre:</b>
<b>Unidad didáctica:</b>	<b>Clase N°:</b> 1	<b>Tiempo:</b> 60 min
ASPECTOS CURRICULARES		
<b>Habilidad(es):</b>		
<b>Matemáticas</b>		
<b>OAH H</b> Argumentar y comunicar: Escuchar el razonamiento de otros para enriquecerse y para corregir errores.		
<b>Ciencias Naturales</b>		
<b>OAH A</b> Plantear preguntas y formular predicciones, en forma guiada, sobre objetos y eventos del entorno.		
<b>Tecnología</b>		
Trabajar con otros.		
<b>Actitudes:</b>		
<b>Matemáticas</b>		
<b>OAA D</b> Manifestar una actitud positiva frente a sí mismo y sus capacidades.		
<b>Ciencias Naturales</b>		
<b>OAA A</b> Demostrar curiosidad e interés por conocer seres vivos, objetos y/o eventos que conforman el entorno natural.		

**Tecnología**

**OAA A** Demostrar curiosidad por el entorno tecnológico, y disposición a informarse y explorar sus diversos usos, funcionamiento y materiales.

**Contenido(s):**

Plano cartesiano, programación.

**Objetivo de aprendizaje:**

**Matemáticas**

**OA 15** Describir la localización absoluta de un objeto en un mapa simple con coordenadas informales (por ejemplo: con letras y números) y la localización relativa con relación a otros objetos.

**Ciencias Naturales**

**OA 1** Reconocer, por medio de la exploración que un ecosistema está compuesto por elementos vivos (animales, plantas, etc.) y no vivos (piedras, aguas, tierra, etc.) que interactúan entre sí.

**Tecnología**

**OA 1** Crear diseños de objetos o sistemas tecnológicos simples para resolver problemas: desde diversos ámbitos tecnológicos y tópicos de otras asignaturas representando sus ideas a través de dibujos a mano alzada, dibujo técnico o usando TIC explorando y transformando productos existentes.

**SECUENCIA DIDÁCTICA**

**Acciones del docente**

**Objetivo Taller 1:** Identificar características y funcionalidades de la Bee-bot, mediante el uso de comandos de movimiento, reconociendo el plano cartesiano como medio de desplazamiento del robot.

**Conceptos involucrados en esta clase:** Programación, robótica.

**Inicio (10 min)**

**Situación 1 (Enmarcar)**

Los estudiantes realizan el primer acercamiento a la robótica, respondiendo a las preguntas que les hará el docente.

**Respuestas esperadas:**

- *Son máquinas que pueden hacer muchas cosas, son una tecnología avanzada, tienen muchas partes.*
- *No hemos interactuado con robots, los hemos visto en la tele, en las películas, como los transformers.*
- *Los robots pueden hacer cualquier cosa que se les diga.*

Los estudiantes dibujan como se imaginan que puede ser un robot.

**Situación 2 (Explicitar el propósito de la clase)**

Los estudiantes conocen las Bee-bots, se enteran de que son robots y que aprenderán a utilizarlas en esta clase.

**Desarrollo 40 min**

**Situación 1:** Comience su taller preguntando a los estudiantes: ¿Qué saben de los robots? ¿Han interactuado con un robot antes? ¿Cuál? ¿Qué creen que pueden hacer los robots? Luego de la ronda de preguntas, entréguales una hoja y solicite que los estudiantes dibujen un robot.

**Situación 2:** Muestre a los estudiantes las Bee-bots, dígalas que son los robots con los que trabajarán en este taller.

**Situación 3:** Indique a los estudiantes la función de cada botón de la Bee-bot. Introduzca algunos comandos para que la abeja se mueva, no olvide decir en voz alta cuál es el movimiento que usted quiere que la Bee-bot haga y que botones debe presionar para aquello. Enfatice que para ingresar nuevos comandos se debe **borrar** el anterior con el botón que corresponde.

**Situación 3 (Ampliar el conocimiento y práctica guiada)**

Los estudiantes reciben las instrucciones sobre el funcionamiento de las abejitas, aprenden para qué es cada botón, observan como la programa el docente y, finalmente son ellos los que introducen algunos comandos para hacerla funcionar.

**Situación 4 (Práctica independiente)**

Cada estudiante toma una Bee-bot y se ubica en una esquina de la cuadrícula para programar algunos comandos que les indicará su profesor. Posteriormente, reciben la cuadrícula impresa y termolaminada más un plumón de pizarra e inventan un recorrido y programan la Bee-bot para seguir ese camino en la cuadrícula que está en el piso, teniendo la posibilidad de poder crear figuras o letras del abecedario en caso de éxito o poder introducir los comandos de uno en uno para poder completar el recorrido que idearon.

**Situación 5 (Práctica independiente)**

Los estudiantes trabajan en parejas creando ambos un recorrido en la cuadrícula termolaminada y luego uno de ellos le entrega las instrucciones al otro para poder programar los comandos en la Bee-bot para seguir el recorrido inventado. Posteriormente, crean otro camino e invierten los roles.

**Situación 4:** Solicite a los estudiantes que se ubiquen uno en cada esquina de la cuadrícula. Posteriormente indique a los estudiantes que programen la Bee-bot para que avancen un cuadrado hacia adelante y uno hacia el lado, luego pídale que borren ese comando y que se posicionen nuevamente en el inicio para que programen la abeja para que se mueva tres espacios hacia la izquierda, suba dos cuadrados y baje uno. Finalmente, entregue a los estudiantes las imágenes termolaminadas de la cuadrícula y un plumón de pizarra y solicite que creen un camino y luego que programen la Bee-bot para que pueda seguir ese camino. En caso de que algún estudiante no logre poder programar la abeja correctamente para que realice todos los movimientos, de la posibilidad de introducir los comandos de a uno, recordando que deben borrar lo que programaron cada vez que vayan

Ayudándose si es que presentan alguna dificultad en la programación de comandos.

### **Cierre 10 min**

#### **Situación 6 (Integrar para cerrar la clase)**

Los estudiantes relacionan sus respuestas del inicio con la experiencia de trabajar con las Bee-bots.

#### **Situación 7 (Evidenciar los aprendizajes esperados)**

Los estudiantes indican que aprendieron el funcionamiento de las Bee-bots, como se pueden mover en el plano cartesiano y a trabajar en equipo. Finalmente, pueden manipular libremente las abejitas.

a introducir la nueva instrucción. Para los que logran de manera efectiva introducir todos los comandos, solicite que puedan hacer alguna figura o letra del abecedario a continuación del camino que crearon.

**Situación 5:** El docente invita a los estudiantes a trabajar en parejas, e inventar un recorrido entre ambos. Posteriormente les indica que uno de ellos dará las instrucciones para programar la Bee-bot, mientras el otro introduce los comandos y la hace funcionar. Luego crean otro recorrido e invierten los roles. Si en cualquiera de las dos situaciones el estudiante que da las indicaciones no logra poder dar correctamente las indicaciones, indique que puede recibir ayuda del otro compañero para que le ayude a ver en qué están fallando.

**Situación 6:** Oriente una discusión grupal sobre la experiencia de este primer acercamiento de los estudiantes con las Bee-bot. Pregunte ¿Qué les ha

parecido? y si ¿Cumplen con las ideas que tenían en un inicio con respecto a los robot?

**Situación 7:** Pregunte a los estudiantes que fue lo que aprendieron en este taller. Finalmente destine los últimos minutos para que los estudiantes manipulen libremente las Bee-bots.

### DATOS GENERALES

**Docentes:** Omaira Bernales y Paulina Navarrete

**Asignatura:** Matemáticas, ciencias naturales y tecnología

**Nivel:** 4° básico

**Semestre:**

**Unidad didáctica:**

**Clase N°:** 2

**Tiempo:** 60 min

### ASPECTOS CURRICULARES

**Habilidad(es):**

**Matemáticas**

**OAH H** Argumentar y comunicar: Escuchar el razonamiento de otros para enriquecerse y para corregir errores.

**Ciencias Naturales**

**OAH A** Plantear preguntas y formular predicciones, en forma guiada, sobre objetos y eventos del entorno.

**Tecnología**

Trabajar con otros.

**Actitudes:**

**Matemáticas**

**OAA D** Manifestar una actitud positiva frente a sí mismo y sus capacidades.

**Ciencias Naturales**

**OAA A** Demostrar curiosidad e interés por conocer seres vivos, objetos y/o eventos que conforman el entorno natural.

**Tecnología**

<b>OAA A</b> Demostrar curiosidad por el entorno tecnológico, y disposición a informarse y explorar sus diversos usos, funcionamiento y materiales.	
<b>Contenido(s):</b> Seres vivos, no vivos, ecosistema de la abeja, polinización.	
<b>Objetivo de aprendizaje:</b>	
<b>Matemáticas</b>	
<b>OA 15</b> Describir la localización absoluta de un objeto en un mapa simple con coordenadas informales (por ejemplo: con letras y números) y la localización relativa con relación a otros objetos.	
<b>Ciencias Naturales</b>	
<b>OA 1</b> Reconocer, por medio de la exploración que un ecosistema está compuesto por elementos vivos (animales, plantas, etc.) y no vivos (piedras, aguas, tierra, etc.) que interactúan entre sí.	
<b>Tecnología</b>	
<b>OA 1</b> Crear diseños de objetos o sistemas tecnológicos simples para resolver problemas: desde diversos ámbitos tecnológicos y tópicos de otras asignaturas representando sus ideas a través de dibujos a mano alzada, dibujo técnico o usando TIC explorando y transformando productos existentes.	
<b>SECUENCIA DIDÁCTICA</b>	<b>Acciones del docente</b>
<b>Objetivo Taller 2:</b> Comprender la interacción entre los elementos vivos y no vivos en un ecosistema, con énfasis en la abeja y la polinización.	<b>Situación 1:</b> Comience su taller mostrando a los estudiantes diferentes ecosistemas (al menos 4),

**Conceptos involucrados en esta clase:** Ecosistema, seres vivos y no vivos, polinización.

**Inicio (10 min)**

**Situación 1 (Enmarcar)**

Los estudiantes observan diferentes ecosistemas, debiendo indicar qué elementos en común podemos encontrar en ellos.

**Respuestas esperadas:**

- *Vegetación, animales, cosas sin vida como las piedras o el agua.*

Luego, los estudiantes proceden a identificar cuál de estos ecosistemas es el más adecuado para la subsistencia de la abeja, indicando las razones de por qué eligen ese y no otro.

**Respuestas esperadas:**

- *Si las abejas vivieran en un ecosistema marino, se ahogarían.*
- *Elas vuelan, así que deben tener espacio para volar.*
- *Tienen que vivir en un ecosistema donde haya flores, porque se alimentan de ellas.*

**Situación 2 (Explicitar el propósito de la clase)**

Los estudiantes conocen el objetivo de este taller, reconociendo el plano cartesiano como el equivalente para representar el ecosistema de las abejas.

estos pueden ser imágenes plastificadas o puede proyectarlas. Pregunte a los estudiantes que tienen en común estos ecosistemas, cuál de ellos es el más idóneo para que viva la abeja y por qué creen que es ese y no otro.

**Situación 2:** Presente el plano cartesiano como el ecosistema donde se desenvolverá la Bee-bot, y presente el objetivo del taller.

**Situación 3:** Indique a los estudiantes que un ecosistema está formado por seres vivos, el medio que los rodea como el agua, el aire o el suelo, que son elementos no vivos, y todos ellos interactúan y se relacionan entre ellos.

Muestre los 3 posters a los estudiantes, revise con ellos el de los datos curiosos sobre las abejas, el del ciclo de vida de la abeja y el de la polinización,

## **Desarrollo 40 min**

### **Situación 3 (Ampliar el conocimiento)**

Los estudiantes conocen los elementos que componen un ecosistema y cómo se relacionan entre sí, mediante la explicación de los posters de su profesor.

### **Situación 4 (Práctica guiada)**

Los estudiantes seguirán una serie de instrucciones dadas por el docente con diferentes desafíos y obstáculos que deberán superar, recreando el ciclo de la polinización en el ecosistema representado por el plano cartesiano.

### **Situación 5 (Práctica independiente)**

Los estudiantes identifican posibles obstáculos o desafíos que las abejas podrían tener en su recorrido para polinizar.

#### ***Respuestas esperadas:***

- *Lluvias, vientos fuertes, depredadores, no hay flores, no hay agua, no tienen donde descansar, altas temperaturas.*

Los estudiantes, junto a sus parejas diseñan una estrategia para que la Bee-bot supere los obstáculos propuestos y logre llegar de vuelta a su panal para hacer miel.

explique brevemente de qué se trata cada uno de ellos.

**Situación 4:** Explica a los estudiantes que van a recrear el ciclo de la polinización en su ecosistema.

Indica que deben colocar la "abeja" en una posición inicial del mapa.

Menciona que la abeja deberá realizar las siguientes acciones:

- Volar de flor en flor para recolectar néctar.
- Transportar el polen de una flor a otra.
- Detenerse a descansar y beber agua cuando sea necesario.

De esta manera, los estudiantes tendrán que seguir una serie de instrucciones específicas para completar cada tarea de la guía. Este ejercicio les permitirá practicar habilidades como seguir instrucciones, resolver problemas y trabajar de manera autónoma.

### Cierre 10 min

#### Situación 6 (Integrar para cerrar la clase)

Cada pareja comparte con el resto del grupo la estrategia que utilizaron para superar los obstáculos en la polinización.

#### Situación 7 (Evidenciar los aprendizajes esperados)

Los estudiantes comparten sus aprendizajes en este taller.

#### **Respuestas esperadas:**

- *Polinización.*
- *Datos curiosos sobre la abeja y su ciclo de vida.*
- *Trabajar en equipo.*
- *Ecosistemas.*

Los últimos minutos, los estudiantes manipulan las Bee-bots libremente.

**Situación 5:** Pide a los estudiantes que identifiquen los posibles obstáculos o desafíos que la abeja podría encontrar en su recorrido, como:

- *Clima adverso (tormenta, viento fuerte, etc.).*
- *Presencia de depredadores.*
- *Escasez de flores o recursos.*

Solicita que los grupos escojan uno de estos y que diseñen una estrategia para que la abeja supere este obstáculo y complete con éxito el ciclo de polinización.

**Situación 6:** Oriente a los estudiantes a compartir las estrategias utilizadas para superar los obstáculos presentes en la polinización.

**Situación 7:** Pregunte a los estudiantes que fue lo que aprendieron en este taller. Finalmente destine los últimos minutos para que los estudiantes manipulen libremente las Bee-bots.

### DATOS GENERALES

**Docentes:** Omaira Bernales y Paulina Navarrete

**Asignatura:** Matemáticas, ciencias naturales y tecnología

**Nivel:** 4° básico

**Semestre:**

**Unidad didáctica:**

**Clase N°:** 3

**Tiempo:** 60 min

### ASPECTOS CURRICULARES

**Habilidad(es):**

**Matemáticas**

**OAH H** Argumentar y comunicar: Escuchar el razonamiento de otros para enriquecerse y para corregir errores.

**Ciencias Naturales**

**OAH A** Plantear preguntas y formular predicciones, en forma guiada, sobre objetos y eventos del entorno.

**Tecnología**

Trabajar con otros.

**Actitudes:**

**Matemáticas**

**OAA D** Manifestar una actitud positiva frente a sí mismo y sus capacidades.

**Ciencias Naturales**

**OAA A** Demostrar curiosidad e interés por conocer seres vivos, objetos y/o eventos que conforman el entorno natural.

**Tecnología**

**OAA A** Demostrar curiosidad por el entorno tecnológico, y disposición a informarse y explorar sus diversos usos, funcionamiento y materiales.

**Contenido(s):**

Patrones, lateralidad, programación.

**Objetivo de aprendizaje:**

**Matemáticas**

**OA 15** Describir la localización absoluta de un objeto en un mapa simple con coordenadas informales (por ejemplo: con letras y números) y la localización relativa con relación a otros objetos.

**Ciencias Naturales**

**OA 1** Reconocer, por medio de la exploración que un ecosistema está compuesto por elementos vivos (animales, plantas, etc.) y no vivos (piedras, aguas, tierra, etc.) que interactúan entre sí.

**Tecnología**

**OA 1** Crear diseños de objetos o sistemas tecnológicos simples para resolver problemas: desde diversos ámbitos tecnológicos y tópicos de otras asignaturas representando sus ideas a través de dibujos a mano alzada, dibujo técnico o usando TIC explorando y transformando productos existentes.

**SECUENCIA DIDÁCTICA**

**Acciones del docente**

**Objetivo Taller 3:** Programar la Bee-bot para describir patrones utilizando coordenadas del plano cartesiano e imitar la trayectoria de las abejas.

**Situación 1:** Comience el taller preguntando a los estudiantes que recuerdan sobre las secuencias, patrones y lateralidad.

**Situación 2:** Dar a conocer a los estudiantes el objetivo de este taller, en donde imitarán el vuelo de las abejas en la polinización, para seguir y crear patrones de movimiento con la Bee-bot.

**Situación 3:** Organiza a los estudiantes en parejas alrededor del plano cartesiano y entrega a los estudiantes 3 tarjetas con patrones de movimiento (flor de 4 pétalos, zigzag y espiral cuadrada). Elige una de las 3 y entrega los comandos de programación a los estudiantes para que puedan seguir y programar las Bee-bot con el patrón de movimiento del vuelo de la abeja. Recuerda utilizar los conceptos adelante, atrás, giro a la derecha o giro a la izquierda, arriba o abajo según

**Conceptos involucrados en esta clase:** Patrones de movimiento, lateralidad, programación.

**Inicio (10 min)**

**Situación 1 (Enmarcar)**

Los estudiantes recuerdan y explicitan que es una secuencia, un patrón y la lateralidad.

**Respuestas esperadas:**

- *Un patrón es algo que se repite de forma ordenada, como un dibujo o una secuencia de números. Por ejemplo, rojo, azul, rojo, azul es un patrón.*
- *Una secuencia es una serie de cosas que siguen un orden, como números, letras o dibujos.*
- *La lateralidad se refiere a qué mano o pie usamos más, si el derecho o el izquierdo. Algunos niños son diestros, que usan más la mano derecha, y otros son zurdos, que usan más la mano izquierda.*

**Situación 2 (Explicitar el propósito de la clase)**

corresponda, al igual que no deben olvidar borrar los comandos de la Bee-bot si se equivocan o si quieren ingresar un nuevo comando.

**Situación 4:** Indica a los estudiantes que ahora es su turno de dar y seguir instrucciones, como en los talleres anteriores, uno debe dar las indicaciones de programación, utilizando los conceptos: adelante, atrás, giro a la izquierda o giro a la derecha; para que su Bee-bot emule el patrón de vuelo que siguen las abejas en su tarea de polinizar. Cuando completen las figuras restantes, indique que deben invertir los roles. Monitorea y asiste a los estudiantes que requieran ayuda.

**Situación 6:** Invita a los estudiantes a compartir sus tácticas y pensar sobre el vínculo entre los

Los estudiantes conocen el objetivo de este taller, en donde utilizarán los conocimientos que han obtenido de las abejas hasta el momento para seguir y crear patrones.

### **Desarrollo 40 min**

#### **Situación 3 (Práctica guiada)**

Los estudiantes se organizan en las parejas que les indica el docente alrededor del plano. Reciben 3 tarjetas con patrones de movimiento que simulan el vuelo de la abeja.

Posteriormente, siguen las indicaciones que les entrega el docente para seguir uno de los patrones con sus Bee-bots en el plano cartesiano, simulando el vuelo de la abeja.

#### **Situación 4 (Práctica independiente)**

Los estudiantes continúan en parejas con las otras dos tarjetas. Uno da las indicaciones para programar la Bee-bot y el otro inserta los comandos. Los estudiantes utilizan conceptos como arriba, abajo, giro a la izquierda o la derecha, adelante o atrás, según corresponda, para poder dar las indicaciones a su compañero. Luego intercambian los roles.

movimientos de Bee-Bot y los patrones matemáticos. Para ello realiza las siguientes preguntas:

- ¿Qué estrategias utilizaron para programar los recorridos de Bee-Bot de manera más eficiente? ¿Qué técnicas les resultaron más efectivas?
- ¿Qué retos enfrentaron al intentar programar a Bee-Bot? ¿Cómo los resolvieron?
- ¿Pueden pensar en ejemplos de la vida cotidiana donde usar Bee-Bot les habría ayudado a resolver problemas prácticos que involucran conceptos matemáticos?

**Situación 7:** Pregunte a los estudiantes que fue lo que aprendieron en este taller. Finalmente destine

## Cierre 10 min

### Situación 5 (Integrar para cerrar la clase)

Los estudiantes en la misma posición en la cual trabajaron en la actividad anterior responden las preguntas que les hace su profesor.

#### **Respuestas esperadas:**

##### *P1*

- *Intentar programar rutas más cortas y directas para llegar al destino deseado. Eso significa menos pasos y menos posibilidades de equivocarse.*
- *Probar diferentes secuencias de comandos y ver cuál funciona mejor. A veces hay más de una forma de llegar al mismo lugar.*
- *Observar cuidadosamente cómo se mueve Bee-Bot y entender hacia dónde va cada comando (adelante, atrás, izquierda, derecha).*

##### *P2*

- *A veces es difícil recordar la secuencia exacta de comandos que programamos. Escribir la secuencia en un papel o dibujarla ayuda a no olvidarse.*
- *Si Bee-Bot se sale del camino o choca con algo, hay que volver a empezar la programación desde el principio. Tener paciencia y no desanimarse es*

los últimos minutos para que los estudiantes manipulen libremente las Bee-bots.

*importante.*

- *Algunas veces los comandos no hacen que Bee-Bot se mueva exactamente como esperábamos. Probar y ajustar los comandos hasta que funcionen bien.*

**P3**

- *Planear la ruta más corta para ir de la casa a la escuela o al parque.*
- *Programar a Bee-Bot para que recorra un laberinto o siga un camino marcado en el piso.*
- *Usar Bee-Bot para aprender conceptos de geometría, como dirección, distancia, ángulos y formas.*
- *Programar a Bee-Bot para que recorra un circuito con instrucciones matemáticas, como "da 3 pasos adelante, luego 2 a la izquierda".*

### **Situación 7 (Evidenciar los aprendizajes esperados)**

Los estudiantes comparten sus aprendizajes en este taller.

#### **Respuestas esperadas:**

- *Lateralidad.*
- *Trabajar en equipo.*

➤ *Seguir patrones de movimiento.*

➤ *Crear patrones.*

Se otorgará un tiempo libre, con supervisión, para que los niños puedan manipular de manera libre el robot.

### DATOS GENERALES

**Docentes:** Omaira Bernales y Paulina Navarrete

**Asignatura:** Matemáticas, ciencias naturales y tecnología

**Nivel:** 4°  
básico

**Semestre:**

**Unidad didáctica:**

**Clase N°:** 4

**Tiempo:** 60 min

### ASPECTOS CURRICULARES

**Habilidad(es):**

**Matemáticas**

**OAH H** Argumentar y comunicar: Escuchar el razonamiento de otros para enriquecerse y para corregir errores.

**Ciencias Naturales**

**OAH A** Plantear preguntas y formular predicciones, en forma guiada, sobre objetos y eventos del entorno.

**Tecnología**

Trabajar con otros.

**Actitudes:**

**Matemáticas**

**OAA D** Manifestar una actitud positiva frente a sí mismo y sus capacidades.

**Ciencias Naturales**

**OAA A** Demostrar curiosidad e interés por conocer seres vivos, objetos y/o eventos que conforman el entorno natural.

**Tecnología**

**OAA A** Demostrar curiosidad por el entorno tecnológico, y disposición a informarse y explorar sus diversos usos, funcionamiento y materiales.

**Contenido(s):**

Coordenadas, plano cartesiano, ubicación.

**Objetivo de aprendizaje:**

**Matemáticas**

**OA 15** Describir la localización absoluta de un objeto en un mapa simple con coordenadas informales (por ejemplo: con letras y números) y la localización relativa con relación a otros objetos.

**Ciencias Naturales**

**OA 1** Reconocer, por medio de la exploración que un ecosistema está compuesto por elementos vivos (animales, plantas, etc.) y no vivos (piedras, aguas, tierra, etc.) que interactúan entre sí.

**Tecnología**

**OA 1** Crear diseños de objetos o sistemas tecnológicos simples para resolver problemas: desde diversos ámbitos tecnológicos y tópicos de otras asignaturas representando sus ideas a través de dibujos a mano alzada, dibujo técnico o usando TIC explorando y transformando productos existentes.

**SECUENCIA DIDÁCTICA**

**Acciones del docente**

**Objetivo Taller 4:** Resolver problemas creativos con Bee-bot, en el plano cartesiano, utilizando coordenadas.

**Antes de comenzar la clase, verifica que en el eje X cada cuadrícula esté numerada (1 al 10) y que cada**

<p><b>Conceptos involucrados en esta clase:</b> Coordenadas, programación, plano cartesiano.</p> <p><b>Inicio (10 min)</b></p> <p><b>Situación 1 (Enmarcar)</b></p> <p>Los estudiantes responden las preguntas realizadas por el docente.</p> <p><b>Respuestas esperadas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <i>Un plano nos sirve para ubicarnos en un lugar, para diseñar construcciones, para saber cuánto nos vamos a demorar en llegar de un lugar a otro, o para conocer la distribución de un espacio.</i></li> <li>➤ <i>Podemos encontrar los nombres de las calles, simbología, los puntos cardinales, entre otros.</i></li> </ul> <p><b>Situación 2 (Explicitar el propósito de la clase)</b></p> <p>Los estudiantes conocen el objetivo de este taller, y observan el plano cartesiano y sus coordenadas.</p>	<p><b>cuadrícula del eje Y tenga asociada una letra del abecedario (A a la J). Además, marca el siguiente laberinto (puede ser con masking tape, diferente al color de fondo y de las líneas de la cuadrícula para que se note):</b></p> <p><b>Situación 1:</b> El docente realiza las siguientes preguntas a los estudiantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ¿Para qué nos sirve un plano?</li> <li>➤ ¿Qué otra información podemos encontrar en un plano?</li> </ul> <p><b>Situación 2:</b> Explicite el objetivo de este taller y presente a los estudiantes el plano cartesiano con sus coordenadas.</p> <p><b>Situación 3:</b> Explica a los estudiantes que el plano cartesiano es una herramienta que utilizamos para ubicar puntos en un espacio. Este tiene dos ejes que se</p>
<p><b>Desarrollo 40 min</b></p> <p><b>Situación 3 (Ampliar el conocimiento)</b></p> <p>Los estudiantes conocen lo que es un plano cartesiano, sus ejes y cómo ubicar coordenadas en él. Observan la demostración realizada por el docente.</p> <p><b>Situación 4 (Práctica guiada)</b></p>	

Los estudiantes programan la abeja para posicionarla en diferentes coordenadas dadas por el docente.

#### **Situación 5 (Práctica independiente)**

Los estudiantes en parejas se ubican en una de las 4 entradas del laberinto, identifican en qué coordenadas se encuentran los elementos del ecosistema y en 5 minutos idean una estrategia para recoger la mayor cantidad de objetos del laberinto. Luego ponen en práctica su estrategia, borrando los comandos ingresados cada vez que lleguen a la coordenada de un elemento para poder pasar al siguiente.

La pareja que recoge más elementos es la vencedora.

cruzan en medio, la línea vertical se llama eje Y, y la línea horizontal se llama eje X. En este caso nuestro eje Y está dividido en 10 cuadrículas y cada una de ellas representa una letra del abecedario, igual que el eje X pero este en vez de letras tiene números, y para ubicar una coordenada, deben tener claro que siempre se comienza con el eje X y luego el Y. Realiza una demostración, utilizando el siguiente ejemplo: si queremos ubicar nuestra Bee-bot en la cuadrícula (3,E), debemos ubicar la cuadrícula número (1,A) que

### **Cierre 10 min**

#### **Situación 6 (Integrar para cerrar la clase)**

Los estudiantes reflexionan sobre cómo resolvieron juntar la mayor cantidad posible de elementos en el laberinto.

#### **Situación 7(Evidenciar los aprendizajes esperados)**

Los estudiantes comparten sus aprendizajes en este taller

#### **Respuestas esperadas:**

- A resolver problemas como evitar chocar con las Bee-bots de los compañeros, encontrar la mejor ruta y ajustar el plan si era necesario.
- A planificar y organizarnos.
- A trabajar en equipo.
- Identificar y seguir coordenadas.

Se otorgará un tiempo libre, con supervisión, para que los niños puedan manipular de manera libre el robot.

sería nuestro inicio y posteriormente avanzar hasta la cuadrícula número 3 del eje X y luego avanzar hacia arriba hasta llegar a la altura de la cuadrícula de la letra E en el eje Y.

**Situación 4:** Pida a los estudiantes que entre todos puedan enviar a la abeja a las siguientes coordenadas:

- 4,A
- 7,H
- 10,J

**Situación 5:** Visibiliza el laberinto que está presente en el plano y ubica 8 elementos del ecosistema de la abeja. Solicita a los estudiantes, que en parejas se ubiquen en una de las 4 entradas del laberinto y creen un plan para recoger la mayor cantidad de estos elementos en el menor tiempo posible, dales 5 minutos para que planeen su estrategia y que la escriban en una hoja. Recuérdales que deben identificar en qué coordenada se encuentra cada

objeto, que indiquen el orden de las coordenadas que seguirán, y cada vez que recojan un objeto, deben borrar los comandos para poder pasar al siguiente.

El equipo que haya juntado más elementos será el vencedor

**Situación 6:** Invita a los estudiantes a compartir las estrategias que utilizaron, y reflexionen sobre por qué creen que funcionó bien lo que planearon o por qué no les resultó.

**Situación 7:** Pregunte a los estudiantes que fue lo que aprendieron en este taller. Finalmente destine los últimos minutos para que los estudiantes manipulen libremente las Bee-bots.

# Capítulo 4

## Metodología y validación

En este capítulo se presenta la metodología cualitativa y la validación de la propuesta educativa llevada a cabo. La investigación cualitativa permite comprender de manera integral las experiencias de estudiantes y docentes en un enfoque interdisciplinario STEM, ajustando la propuesta según sus necesidades. Además, se presenta la validación por expertos, un proceso clave para mejorar y asegurar la relevancia y calidad de la propuesta, alineándola con los estándares educativos. Finalmente, se aborda la optimización de la rúbrica RubeSTEM para facilitar una evaluación integral y ajustada al contexto educativo, promoviendo un aprendizaje significativo.

### Investigación Cualitativa

Este trabajo se adhiere al paradigma de investigación cualitativa, que según Hernández y Sampieri (2014), se centra en la comprensión de los fenómenos sociales mediante la recopilación y el análisis de datos no numéricos. Se caracteriza por su metodología que busca comprender los acontecimientos sociales y culturales en su entorno natural. Este tipo de investigación tiene como objetivo explorar los puntos de vista y personal de los individuos, proporcionando una visión integral que permita comprender la realidad observada. Al interactuar directamente con los participantes, los investigadores pueden captar experiencias significativas y procesos intrincados que no son fácilmente cuantificables.

El mismo trabajo anteriormente mencionado también muestra que la flexibilidad es un rasgo clave en el diseño de la investigación cualitativa, permitiendo hacer cambios durante el proceso según las necesidades del estudio y hallazgos preliminares. A diferencia de los enfoques cuantitativos, donde se busca la generalización de resultados, en la investigación cualitativa vale más el entendimiento profundo de casos específicos; esto no quita validez a sus conclusiones, sino que las coloca dentro de un marco interpretativo con contexto. Así, el rigor de este tipo de investigación se basa en la coherencia entre datos y análisis, así como en la credibilidad y autenticidad en interpretaciones que surgen del estudio.

Este enfoque es pertinente en el ámbito educativo, donde las vivencias y ópticas de estudiantes y docentes son cruciales para el éxito de cualquier iniciativa. Una de las posibles aplicaciones es precisamente en esta propuesta interdisciplinaria con enfoque STEM para estudiantes de cuarto año básico. El objeto de esta propuesta es la integración de diferentes áreas de conocimiento, con el objetivo de fomentar habilidades de pensamiento crítico y creativo, y resolución de problemas, a través de experiencias de aprendizaje significativas y contextualizadas. Al ser un enfoque cualitativo, también es posible conocer cómo se desenvuelven los estudiantes, lo que les interesa y los motiva, lo que sirve de base para poder generar más actividades que fomenten la interacción directa con el contenido y la colaboración entre pares, similares a este trabajo en específico.

La contribución de la investigación cualitativa, según Hernández y Sampieri (2014), consiste en la posibilidad de identificar las barreras y oportunidades que se presentan para la implementación de propuestas de este tipo, puesto que permite

abordar las percepciones de los estudiantes y docentes involucrados. Por lo tanto, la propuesta pedagógica es ajustada de manera más concienzuda, garantizando que sea coherente con las realidades y necesidades propias del entorno educativo, lo cual podría contribuir a una educación más equitativa e innovadora.

La implementación que se plantea en este trabajo responde a un enfoque STEM adaptado para estudiantes de educación básica exige una planificación curricular que pueda articular la conjunción de distintas disciplinas de forma coherente, respetando los objetivos de aprendizaje de cada área, pero fomentando la integración de conocimientos.

### *Metodología de Validación por Expertos*

En complementación con lo anterior, la validación por expertos es un enfoque metodológico que implica la revisión y evaluación de una propuesta por profesionales con experiencia en el área específica (Hernández & Sampieri, 2014). Este tipo de validación es muy importante para obtener un buen juicio sobre la calidad y uso de las ideas educativas. Además, ayuda a encontrar fallas, confusiones o faltas en el diseño de los instrumentos, lo que permite su mejora antes de ser usado en una investigación real. Este método es muy útil en estudios cualitativos donde el juicio de los expertos da fuerza y confianza a los resultados.

La metodología de validación por expertos incluye los siguientes pasos:

- Selección de Expertos: Identificar a profesionales con experiencia en educación STEM, que puedan ofrecer opiniones sobre la propuesta.

- Desarrollo de Instrumentos: Crear cuestionarios o guías de entrevista que permitan recoger las opiniones de los expertos de manera estructurada.
- Aplicación de la Validación: Realizar entrevistas o enviar cuestionarios a los expertos seleccionados, recopilando sus comentarios y sugerencias
- Análisis de Resultados: Evaluar las respuestas obtenidas, identificando patrones y áreas de mejora en la propuesta.
- Ajustes a la propuesta: Implementar modificaciones basadas en las recomendaciones de los expertos para optimizar la propuesta educativa.

La validación con expertos es un procedimiento primordial en el desarrollo de propuestas interdisciplinaria con enfoque STEM, ya que permite asegurar la relevancia y calidad del contenido. Colaborar con especialistas en varias áreas del saber asegura que se incluyen diferentes puntos de vista y se traten bien los desafíos que trae la educación en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas. Según la investigación de Hall et al. (2018), que plantea respecto del abordaje STEM que "la inclusión de expertos en el proceso de diseño curricular puede enriquecer significativamente la calidad del programa, facilitando la identificación de áreas clave de conocimiento y habilidades que deben ser abordadas". Esto es muy importante para promover aprendizajes que sean más relevantes y efectivos.

Además, la validación por parte de expertos favorece a que la propuesta se alinee con los estándares educativos que rigen al sistema escolar, lo que aumenta su posibilidad de aplicación en contextos educativos. Al tener el respaldo de profesionales con experiencia, se minimizan riesgos y se promueve un ambiente de trabajo colaborativo que potencia la innovación. Como indica Borko (2004), cuando

plantea que "la colaboración entre expertos y educadores no solo mejora el diseño curricular, sino que también fortalece la capacidad de los educadores para implementar prácticas pedagógicas efectivas". De esta manera, la validación por expertos se convierte en una fase crucial para mejorar la confiabilidad y aplicabilidad de los instrumentos de investigación, asegurando que se ajusten a los objetivos planteados y sean adecuados para el contexto escolar en que serán utilizados.

### *Optimización Estratégica de la RubeSTEM: Ajustes para una Validación Experta Efectiva*

La rúbrica RubeSTEM es una herramienta clave para el examen de proyectos que mezclan distintas materias para aplicar en la educación, al ofrecer un marco claro que ayuda a medir la calidad de las propuestas educativas que combinan varias disciplinas. Su diseño se basa en un enfoque que promueve la complementación e interacción entre ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas, facilitando la identificación de las competencias necesarias para abordar problemas complejos (Aguilera et al., 2022). Además, RubeSTEM no solo evalúa los resultados finales, sino que también considera el proceso de aprendizaje, lo que es crucial para fomentar una comprensión más profunda y la aplicación práctica de los conocimientos en contextos reales (Pérez-Torres et al., 2021). RubeSTEM se hace un recurso útil para los maestros que buscan implementar enfoques interdisciplinarios en sus aulas.

Uno de los puntos más destacables de la RubeSTEM es que permite la posibilidad de abordar la evaluación del aprendizaje activo y en grupo, que son claves en la

educación STEM. La rúbrica considera no solo el contenido escolar, sino también las destrezas sociales y de solución de problemas. Esto es indispensable en un enfoque mixto, donde los alumnos deben trabajar juntos para unir saberes de varias áreas y enfrentar retos difíciles. La RubeSTEM, al ser un instrumento que incluye criterios que valoran estas interacciones, se convierte en una herramienta eficaz para medir el progreso en un entorno de aprendizaje dinámico (González et al., 2021).

Además, la RubeSTEM también impulsa la autoevaluación y el pensar crítico en los estudiantes, ayudándoles a ver sus puntos fuertes y cosas que pueden mejorar en trabajos de varias materias. Esto fomenta una mentalidad de crecimiento, donde los estudiantes no solo se enfocan en el resultado final, sino también en el proceso de aprendizaje (Martínez, 2023)

La capacidad de este instrumento de ser adaptado a diferentes contextos permite ajustar la rúbrica según la propuesta didáctica a tratar, lo que es importante en situaciones interdisciplinarias. Al recibir ajustes en los criterios y niveles de logro, la RubeSTEM facilita la creación de evaluaciones personalizadas que reflejan las particularidades de cada proyecto y del grupo de estudiantes (Ruiz & Torres, 2020). Por otro lado, la RubeSTEM fomenta la evaluación formativa, valorando el camino de aprender igualmente que el resultado final. Esto es clave en la educación STEM, donde la innovación y la creatividad son importantes. Al proporcionar una estructura clara para la evaluación, la herramienta ayuda a los educadores a ofrecer retroalimentación constructiva, lo que, a su vez, fortalece el aprendizaje interdisciplinario (López, 2022).

En el proyecto interdisciplinario desarrollado en este trabajo, para la validación de expertos se decidió eliminar algunos criterios, para la mejora de su uso y exactitud en ciertos contextos. Esta decisión se realizó antes de la presentación a los validadores expertos, fundamentada en la necesidad de ajustar la rúbrica para mejorar la aplicabilidad y precisión en contextos específicos.

La simplificación de instrumentos de evaluación es una práctica común en el proceso de validación, ya que permite centrarse en los indicadores más relevantes y evitar la sobrecarga cognitiva en los evaluadores (Muñoz & García, 2021). En este caso, al reducir algunos elementos se intentó hacer más claro y fácil el instrumento garantizando la concentración de la atención de los expertos en lo esencial del diseño entre disciplinas y del enfoque STEM.

Otro motivo para la exclusión de algunos componentes de la RubeSTEM es la intención de evitar repeticiones o elementos que no aportan mucho a validar el enfoque en varias áreas. Al mirar el instrumento, se encontraron partes que ya se habían evaluado en otros criterios. Este proceso, conocido como depuración de ítems, es clave para asegurar que la rúbrica sea precisa y efectiva sin duplicar indicadores de desempeño, lo que podría generar confusión en los validadores (Torres & Pérez, 2020).

Los criterios excluidos para la validación de expertos son: Finalidades de aprendizaje, Finalidades de la educación STEM, ámbito de realización e impacto social, Relevancia, Autenticidad, Evaluación del proceso, Regulación del trabajo cooperativo (alumnado), Colaboración docente, Agentes externos.

El proceso de exclusión de algunos elementos permitió adaptar la RubeSTEM a las cualidades del grupo de expertos validadores considerados. Al hacer esto, se tomó en cuenta su especialización en áreas concretas del enfoque STEM, así como su experiencia en validación de herramientas educativas en varias disciplinas. Ajustar la rúbrica a las competencias de los validadores garantiza una evaluación más efectiva y precisa, ya que se centra en los aspectos que los expertos pueden valorar con mayor criterio y profundidad (Gómez & Vázquez, 2019).

Es importante destacar que la comprobación de herramientas de evaluación no es un proceso fijo, sino repetitivo. Según lo expuesto por Rubio et al. (2022), la modificación y simplificación de rúbricas antes de la validación permite afinar los criterios evaluativos y aumentar la fiabilidad del instrumento. Lo anteriormente expuesto, asegura que el resultado final sea un reflejo más cercano a las necesidades educativas y habilidades que se quiere medir, algo muy importante en enfoques difíciles como el STEM.

Finalmente, la omisión de algunos de los criterios no quiere decir que estos no sean importantes, sino que pueden ser tratados en fases posteriores a la implementación o ser revisados por otros métodos adicionales. Esta estrategia permite que la RubeSTEM mantenga su funcionalidad y relevancia sin sobrecargar a los expertos validadores con información innecesaria, asegurando así una evaluación más focalizada y efectiva (Martínez, 2021).

### *Adaptación de la RubeSTEM para la validación de la propuesta*

El uso de la RubeSTEM se presenta como una estrategia clave para evaluar el éxito del plan educativo en este proyecto. A través de esta adaptación, su objetivo no es solo validar las actividades diseñadas, si no que también recopilar evidencias y observaciones que respalden el impacto de la metodología en el desarrollo de las habilidades fundamentales. En esta sección, se presenta la adaptación de la herramienta RubeSTEM para la validación, describiendo los criterios para garantizar retroalimentación efectiva y constructiva sobre el proceso de aprendizaje.

Criterios	Se evidencia	No se evidencia	Comentarios
<p><b>Problema/reto de la propuesta</b></p> <p>Se propone una situación problemática compleja apropiada en dificultad para un 4° básico y cuya resolución implica la movilización de conocimientos de los cuatro dominios STEM.</p>			
<p>La resolución se plantea a medio-largo plazo a fin de favorecer la profundización en la comprensión de la situación (relaciones disciplinares), la adopción de una postura crítica y la toma de decisiones (acción) entre el estudiantado.</p>			
<p><b>Selección y profundidad de contenidos (conceptuales, procedimentales y/o actitudinales)</b></p> <p>Se seleccionan contenidos de los cuatro dominios STEM.</p>			
<p>Se organizan en contenidos clave (elementos integradores).</p>			
<p>Se abordan progresivamente conectando los diferentes núcleos de contenidos y se procura</p>			

equilibrio en el nivel de participación de cada dominio.			
<p><b>Integración disciplinar</b></p> <p>Los dominios STEM se identifican a partir de núcleos temáticos amplios que subyacen a la situación problemática y engloban varios dominios STEM.</p>			
El trabajo se focaliza en la resolución del problema, favoreciendo una integración transdisciplinar.			
<p><b>Despliegue de la acción</b></p> <p>Se proponen una serie de tareas que cumplen con las especificaciones bien estructuradas, justificándose cada acción y la relación entre ellas.</p>			
Se percibe un hilo conductor que genera cohesión entre las acciones propuestas (ver ejemplos de video).			
Se demuestra que el despliegue de la acción se ha puesto en práctica, se ha evaluado y se proponen mejoras.			
<p><b>Argumentación</b></p> <p>Se planifican varias actividades de argumentación, prestando atención al desarrollo de las habilidades comunicativas, la creatividad y el pensamiento crítico.</p>			
La argumentación se entiende como un canal de diálogo entre el fenómeno o conflicto que se indaga, las decisiones tomadas y los resultados alcanzados.			
<b>Indagación</b>			

<p>Se plantean preguntas a fin de desarrollar un proceso de investigación.</p> <p>La parte experimental o de campo se planifica concienzudamente y predomina en la propuesta.</p>			
<p>Algunas de las preguntas que están dentro de la planificación de las sesiones son:</p> <p><b>Sesión 1</b></p> <p>Situación 1: ¿Qué saben de los robots? ¿Han interactuado con un robot antes? ¿Cuál? ¿Qué creen que pueden hacer los robots?</p> <p>Situación 6: ¿Qué les ha parecido? ¿Cumplen con las ideas que tenían en un inicio con respecto a los robots?</p> <p>Situación 7: ¿Qué fue lo que aprendieron en este taller?</p> <p><b>Sesión 2:</b></p> <p>Situación 1: ¿Que tienen en común estos ecosistemas? ¿cuál de ellos es el más idóneo para que viva la abeja? ¿por qué creen que es ese y no otro?</p> <p>Situación 7: ¿Qué fue lo que aprendieron en este taller?</p> <p><b>Sesión 3:</b></p> <p>Situación 1: ¿Que recuerdan sobre las secuencias, patrones y lateralidad?</p> <p>Situación 6: ¿Qué estrategias utilizaron para programar los recorridos de Bee-Bot de manera más eficiente? ¿Qué técnicas les resultaron más efectivas?</p> <p>¿Qué retos enfrentaron al intentar programar a Bee-Bot? ¿Cómo los resolvieron?</p> <p>¿Pueden pensar en ejemplos de la vida cotidiana donde usar Bee-Bot les habría ayudado a resolver problemas prácticos que involucran conceptos matemáticos?</p> <p><b>Sesión 4:</b></p> <p>Situación 1: ¿Para qué nos sirve un plano?</p> <p>¿Qué otra información podemos encontrar en un plano?</p>			
<p><b>Modelización</b></p> <p>Se incluyen actividades dirigidas a utilizar los modelos generados para describir, explicar o predecir los fenómenos.</p>			
<p><b>Diseño</b></p> <p>El alumnado participa en el proceso desde la propia definición del problema.</p>			
<p><b>Evaluación del impacto</b></p> <p>Aparece alguna actividad en la que se realiza evaluación del impacto de la solución alcanzada en los ámbitos social, económico y ambiental; y se solicitan propuestas de mejora.</p>			
<p><b>Evaluación del resultado</b></p> <p>Se identifican las competencias (conocimientos, habilidades y actitudes) asociadas a cada tarea, consensuando los criterios de evaluación de estas con el alumnado.</p>			

Se propicia la co-evaluación y auto-evaluación. Evaluación por competencias, formadora, compartida, flexible y abierta.			
--	--	--	--

## Capítulo 5

### Resultado y análisis de la validación de la propuesta

En esta sección se presenta el resultado y el análisis de las validaciones de la propuesta educativa desarrollada en esta investigación. La validación es un proceso importante que permite evaluar la pertinencia y efectividad de la metodología propuesta, asegurando que se cumplan los estándares académicos y pedagógicos necesarios para ofrecer una experiencia de aprendizaje significativa. Este capítulo contextualiza la importancia de la validación y detalla las observaciones de los expertos, así como las acciones a implementar en respuesta a sus recomendaciones.

#### *Proceso de validación*

Para los efectos de este trabajo, se contactó por correo electrónico a cinco académicos, invitándolos a participar como validadores expertos de este proyecto, con la finalidad de aportar su valiosa visión. A estas personas se les solicitó completar la adaptación de la rúbrica RubeSTEM y se les proporcionaron enlaces a videos y fotografías de la implementación piloto de la propuesta. De las 5 invitaciones, se recibieron tres respuestas de validación, lo que se considera suficiente para validar este trabajo.

## Descripción de los validadores

### *Validación 1*

La Dra. Rita Borromeo Ferri, profesora con una vasta experiencia de 25 años en el ámbito educativo, es una destacada investigadora en el área de la modelación, ella es una de las validadoras del taller STEM propuesto en esta tesis. Su trayectoria en la Universidad de Kassel, Alemania, especialmente en el campo de la didáctica de las matemáticas, la posiciona como una figura clave en la evaluación de proyectos educativos.

En su proceso de validación, la Dra. Borromeo ha analizado detalladamente la propuesta, aplicando la rúbrica “RubeSTEM” de Aguilera et al. (2022) como herramienta para medir la calidad y pertinencia del taller. Su valoración fue altamente positiva en todos los criterios de la adaptación de la RubeSTEM destacando para este taller la viabilidad del contenido, como también la capacidad para fomentar el pensamiento crítico y la resolución de problemas en los estudiantes. Su evaluación de este trabajo busca contribuir a la mejora continua de la propuesta, asegurando que cumpla con los estándares académicos y pedagógicos necesarios para brindar una experiencia de aprendizaje significativa.

Dentro de las observaciones que nos invitan a reflexionar y mejorar esta propuesta didáctica están:

- **Claridad en la Interrelación de Contenidos:** No siempre queda claro cómo están conectados los diferentes núcleos de contenido.  
**Solución:** tabla de contenidos y la relación/conexiones que hay entre ellos.

- **Focalización en la Resolución de Problemas:** La propuesta es adecuada y pertinente, pero podría enfatizar más el enfoque crítico y la toma de decisiones por parte de los estudiantes.

**Solución: Realizar un cierre con enfoque crítico  
Agregar instrucciones para la toma de decisiones por parte de los estudiantes o que incluir un taller 5 donde los estudiantes tomen decisiones en la actividad**

- **Argumentación y Reflexión:** Se debe prestar más atención a la capacidad de los estudiantes para reflexionar sobre las disciplinas involucradas.

**Solución: Preguntas al cierre o al final del desarrollo de la actividad**

- **Desarrollo de Habilidades Comunicativas:** Es importante fomentar el diálogo y la argumentación en el aula para que los estudiantes expresen sus aprendizajes de manera efectiva.

**Solución: resaltar preguntas para un diálogo productivo y el fomento de la argumentación por parte de los estudiantes**

La validación realizada por la Dra. Rita Borromeo Ferri brinda valiosas reflexiones sobre cómo mejorar el taller STEM propuesto.

En primer lugar, destaca la necesidad de fortalecer la integración de contenidos entre las distintas áreas. Aunque la propuesta incluye campos como números, ciencia y tecnología, es muy importante que los estudiantes comprendan de manera clara las conexiones entre los conceptos lo que enriquecerá su enseñanza y les permitirá aplicar el conocimiento de manera más efectiva en contextos reales.

Para abordar esta necesidad, se implementará una tabla de contenidos que estructurará de manera visual los temas a tratar, facilitando así la identificación de

las relaciones y conexiones entre ellos. Esta herramienta no solo servirá como guía, sino que también fomentará un aprendizaje más integrado y contextualizado.

Taller	Disciplinas involucradas	Descripción de la integración
<b>Taller 1:</b> <i>Descubriendo la Bee- bot.</i>	Matemáticas, Tecnología, Biología.	Los estudiantes utilizan el Bee-Bot para explorar el plano cartesiano, aplicando coordenadas y resolviendo problemas relacionados con la ubicación de elementos en un ecosistema. Se introduce la importancia de las abejas.
<b>Taller 2:</b> <i>Exploración del ecosistema.</i>	Matemáticas, Tecnología, Biología	Se analizan las trayectorias de las abejas y su relación con el plano cartesiano. Los estudiantes programan el Bee-Bot para simular la polinización, integrando conceptos matemáticos y biológicos.
<b>Taller 3:</b> <i>Describiendo la vida de la abeja</i>	Matemáticas, Tecnología, Biología	Los estudiantes estudian patrones de vuelo de las abejas, programando el Bee-Bot para replicar estas trayectorias. Se enfatiza la relación entre geometría y el comportamiento de las abejas.
<b>Taller 4:</b> <i>Vuelo hacia el tesoro.</i>	Matemáticas, Tecnología, Biología	En la creación de laberintos, los estudiantes aplican conceptos geométricos y resuelven problemas de localización. Utilizan el Bee-Bot para navegar por el laberinto, conectando la teoría matemática con la práctica biológica.

Además, la Dra. Borrromeo observa que se requiere un mayor énfasis en la toma de decisiones y la resolución de problemas. Fomentar actividades que hagan a los estudiantes reflexionar y formular sus propias respuestas, esto no solo potenciara su autonomía, sino que también les ayudara a formar habilidades del siglo XXI (*Un Recorrido Por las Habilidades Para el Siglo XXI*, s. f.). Con este objetivo, se realizará un cierre con enfoque crítico e incluirá instrucciones claras para la toma de decisiones. También se sugiere implementar un taller 5 donde los estudiantes puedan practicar la toma de decisiones en el contexto de la actividad.

Para facilitar el diálogo y el debate, se sugiere plantear las siguientes preguntas en los cierres de cada actividad:

1. ¿Crees que usar robots como el Bee-bot hace que aprender sea más divertido o más fácil? ¿Por qué?
2. ¿Es más importante cuidar a las abejas o a otros animales? ¿Por qué piensas eso?
3. ¿Es más útil aprender matemáticas para resolver problemas en la escuela o en la vida diaria? ¿Por qué?
4. ¿Prefieres trabajar en equipo o solo? ¿Qué ventajas y desventajas ves en cada forma de trabajar?
5. ¿Es mejor aprender haciendo cosas prácticas, como usar el Bee-bot, o aprender leyendo libros y escuchando solo al profesor? ¿Por qué?
6. ¿Qué crees que deberíamos hacer para proteger a las abejas y su hábitat? ¿Es responsabilidad de todos cuidar del medio ambiente?
7. ¿Deberíamos tener más proyectos creativos en la escuela, como este, o es mejor seguir un plan de estudio tradicional? ¿Por qué?
8. ¿Es bueno cometer errores mientras aprendemos, o deberíamos tratar de hacerlo siempre bien? ¿Qué aprendemos de nuestros errores?
9. ¿Por qué crees que es importante conectar diferentes asignaturas, como matemáticas, ciencias y tecnología? ¿Cómo eso nos ayuda a aprender mejor?
10. ¿Cómo te imaginas que serán las clases en el futuro? ¿Deberíamos usar más tecnología, o hay cosas que nunca deberían cambiar?

La importancia de la reflexión crítica también tiene un lugar clave en sus observaciones. La validadora señala que se deben crear espacios necesarios donde los estudiantes puedan discutir y argumentar sobre lo que han aprendido. Este diálogo no solo mejorará su comprensión, sino que también ayudará a un aprendizaje activo y colaborativo. Para facilitar esto, se propone incluir preguntas al cierre o al final del desarrollo de la actividad

Por último, la Dra. Borromeo enfatizó la necesidad de crear habilidades comunicativas en el aula. Proporcionar dinámicas que ayuden al intercambio de ideas y al expresar estos pensamientos permitirá a los estudiantes compartir sus aprendizajes de un modo más eficaz, mejorando así su confianza y la habilidad para argumentar. Para potenciar este proceso, se sugiere resaltar las preguntas en la planificación que fomenten un diálogo productivo y estimulen la argumentación por parte de los estudiantes.

La observación realizada por la Dra. Borromeo orienta esta propuesta hacia una mejora del taller propuesto y también invita a una reflexión más profunda de cómo se enseña y aprende en el aula. Al implementar las sugerencias realizadas se puede crear un entorno educativo más dinámico y participativo donde cada estudiante tiene la oportunidad crecer y desarrollarse por completo. Promover un aprendizaje activo y en conjunto no solo ayudará a los estudiantes en su entendimiento de lo que aprenden, sino que también les dará herramientas importantes para su futuro, como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la comunicación efectiva. Finalmente, estas mejoras tendrán un gran efecto en la calidad de la educación, asegurando que esta propuesta interdisciplinaria, no solo cumpla con las normas

escolares, sino que también despierte el interés y curiosidad de los niños, preparándolos para enfrentar retos del mundo hoy.

## PLANIFICACIÓN DE CLASES

### DATOS GENERALES

Docentes: Omaira Bernales y Paulina Navarrete

Asignatura: Matemáticas, ciencias naturales y tecnología

Nivel: 4° básico

Semestre:

Unidad didáctica:

Clase N.º: 5

Tiempo: 60 min

### ASPECTOS CURRICULARES

#### Habilidad(es):

##### Matemáticas

**OAH H** Argumentar y comunicar: Escuchar el razonamiento de otros para enriquecerse y para corregir errores.

##### Ciencias Naturales

**OAH A** Plantear preguntas y formular predicciones, en forma guiada, sobre objetos y eventos del entorno.

##### Tecnología

Trabajar con otros.

#### Actitudes:

##### Matemáticas

**OAA D** Manifestar una actitud positiva frente a sí mismo y sus capacidades.

##### Ciencias Naturales

**OAA A** Demostrar curiosidad e interés por conocer seres vivos, objetos y/o eventos que conforman el entorno natural.

**Tecnología**

**OAA A** Demostrar curiosidad por el entorno tecnológico, y disposición a informarse y explorar sus diversos usos, funcionamiento y materiales.

**Contenido(s):****Objetivo de aprendizaje:****Matemáticas**

**OA 15** Describir la localización absoluta de un objeto en un mapa simple con coordenadas informales (por ejemplo: con letras y números) y la localización relativa con relación a otros objetos.

**Ciencias Naturales**

**OA 1** Reconocer, por medio de la exploración que un ecosistema está compuesto por elementos vivos (animales, plantas, etc.) y no vivos (piedras, aguas, tierra, etc.) que interactúan entre sí.

**Tecnología**

**OA 1** Crear diseños de objetos o sistemas tecnológicos simples para resolver problemas: desde diversos ámbitos tecnológicos y tópicos de otras asignaturas representando sus ideas a través de dibujos a mano alzada, dibujo técnico o usando TIC explorando y transformando productos existentes.

**SECUENCIA DIDÁCTICA****Acciones del docente**

**Objetivo Taller 5:** Desarrollar habilidades de toma de decisiones y resolución de problemas mediante la programación de secuencias con la Bee-bot en un entorno

de conservación de abejas, fomentando el cuidado del ecosistema y la polinización de flores.

### **Inicio (10 min)**

#### **Situación 1 (Enmarcar)**

Los estudiantes escuchan el contexto de la clase, reflexionan sobre la situación, y comparten sus ideas sobre la importancia de las abejas y el cuidado de su ecosistema, respondiendo las preguntas que les realiza el docente.

#### ***Posibles respuestas:***

- Las abejas nos dan miel, ayudan a las plantas a crecer porque polinizan las flores, sin abejas las plantas no podrían reproducirse.
- No habría más miel, las flores podrían desaparecer, los cultivos que nos dan alimentos no crecerían bien.
- Los pesticidas las matan, la contaminación les hace daño, a veces no tienen agua o comida suficientes.
- Podemos plantar más flores, no usar pesticidas en los jardines, podríamos darles agua o crear más espacios verdes.
- Podemos programar la Bee-bot para que polinice flores, ayudarlas a evitar los peligros, la Bee-bot podría llevar agua a las flores.

#### **Situación 2 (Explicitar el objetivo de la clase)**

**Situación 1:** El docente indica a los estudiantes que las abejas se encuentran en un gran peligro, por lo que necesitan de su ayuda para poder polinizar y mantener su hábitat saludable. Explique que en esta oportunidad el tapete representa el ecosistema de las abejas, pero este cuenta con distintas zonas: flores, un estanque, colmenas y una zona de peligro que contiene pesticidas y construcciones. Realiza las siguientes preguntas: De acuerdo con lo que hemos visto en los talleres ¿Qué sabemos de las abejas y por qué son importantes para el medio ambiente? ¿Qué creen que podría pasar si las abejas desaparecen o si no tienen suficiente comida? ¿Qué amenazas enfrentan las abejas en su entorno? ¿Cómo creen que podríamos ayudar a las abejas a sobrevivir y cuidar su entorno? ¿Cómo creen que podemos utilizar la tecnología, como la Bee-bot, para aprender a cuidar el ecosistema de las abejas?

<p>Los estudiantes escuchan el objetivo del taller y comprenden el propósito de la actividad</p>	<p><b>Situación 2</b></p>
<p><b>Desarrollo (45 min)</b></p> <p><b>Situación 3 (Ampliar el conocimiento)</b></p> <p>Los estudiantes se dividen en 4 parejas y reciben sus misiones de polinizadores, rescatadores, recolectores y guardianes del estanque para posteriormente. Cada equipo planifica sus rutas considerando sus objetivos y cómo coordinarse con el resto de los equipos.</p> <p><b>Situación 4 (Práctica independiente)</b></p> <p>Los estudiantes configuran el tapete con las diferentes estaciones, con flores de diferentes tipos, las colmenas, el estanque y las zonas de peligro. Cada equipo debe completar sus estaciones colaborando y ajustando sus estrategias en caso de imprevistos.</p> <p><b>Situación 5 (Integrar para cerrar la clase)</b></p> <p>Posterior a que los estudiantes resuelvan sus estaciones, se coordinan para guiar a la Bee-bot a través de un recorrido completo que incluya todas las estaciones (flores, colmenas, estanque y zonas de peligro), cuidando los recursos y la eficiencia de la misión.</p>	<p>El docente explicita el objetivo del taller, conectándolo con la situación planteada.</p> <p><b>Situación 3</b></p> <p>El docente divide a los estudiantes en parejas y le asigna una misión a cada equipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Polinizadores:</b> <i>Llevan a la Bee-bot a flores específicas para polinizarlas, eligiendo el orden y la ruta más eficiente para maximizar la polinización.</i></li> <li>• <b>Rescatadores:</b> <i>Guían a la Bee-bot para evitar que las abejas se acerquen a la zona de peligro (pesticidas, áreas de construcción, etc.)</i></li> <li>• <b>Recolectores:</b> <i>Dirigen a la Bee-bot para recolectar néctar y llevarlo a la colmena,</i></li> </ul>
<p><b>Cierre (5 min)</b></p>	

### Situación 6 (Integrar para cerrar la clase)

Los estudiantes reflexionan sobre la actividad y su relación con la protección del ecosistema. Para ello responden las preguntas del docente.

- Decidimos evitar las zonas de peligro porque no queríamos que las abejas se lastimaran; llevamos agua a las flores antes de ir a la colmena para que las abejas tuvieran más polen; hicimos rutas más largas, pero seguras, para que las abejas no pasaran por áreas contaminadas.
- Que las zonas de peligro pueden hacer que las abejas pierdan polen o se enfermen; las flores se mueren si hay contaminación cerca, y entonces las abejas no tienen qué polinizar; las abejas tienen que evitar lugares con pesticidas para poder llevar polen a la colmena.
- Nos pusimos de acuerdo en cuáles rutas íbamos a seguir para no chocar las Bee-bots; planeamos en qué momentos íbamos a recolectar agua y cuándo íbamos a llevar polen; Nos fijamos de que todas las flores fueran polinizadas antes de ir a la colmena.
- Lo más difícil fue decidir qué camino era más seguro sin perder tiempo; pensar bien cuándo recolectar agua y cuándo llevar el polen; no pasar por las zonas de peligro, pero a veces era la ruta más corta.

*optimizando los viajes para no perder recursos.*

- **Guardianes del estanque:** *Recolectan agua del estanque para llevarla a las flores y optimizar la polinización. Deben tomar decisiones sobre cuándo y cuánto tiempo dedicar a recolectar agua sin retrasar la polinización.*

Puedes entregar estas misiones en tarjetas para que los estudiantes puedan acudir a ellas cuando tengan dudas sobre lo que deben hacer.

### Situación 4

Orienta a los estudiantes si es necesario con respecto a las acciones que realiza cada equipo para completar las estaciones asignadas.

### Situación 5

- Planear mejor las rutas para ser más rápidos y evitar peligros; Tratar de recolectar más polen antes de ir a la colmena; buscar más formas de ayudar a las abejas para evitar las zonas de peligro.

Facilita la coordinación entre los equipos para que puedan ajustar sus estrategias y resuelvan sus problemas colaborativamente para que puedan completar la misión final de manera integrada.

### **Situación 6**

Conduce la reflexión final, realizando las siguientes preguntas para evidenciar los aprendizajes de los estudiantes:

- ***¿Qué decisiones tomaron para proteger a las abejas durante la actividad?***
- ***¿Qué aprendieron sobre el impacto de las amenazas en la polinización?***
- ***¿Cómo se coordinaron con los otros equipos para cumplir la misión?***
- ***¿Qué fue lo más difícil al tomar decisiones para completar la misión?***

- *¿Qué harían diferente si pudieran volver a hacer esta actividad?*

## *Validación 2*

La validadora de la propuesta interdisciplinaria STEM, la Dra. María D. Aravena Díaz, es una destacada experta en el campo de la educación matemática, física y estadística, con más de 40 años de experiencia en el ámbito educativo. Actualmente, se desempeña en el Centro de Investigación en Educación Matemática y Estadística de la Universidad Católica del Maule. Su trayectoria la convierte en una figura clave para evaluar la calidad y pertinencia de propuestas educativas, especialmente aquellas que integran múltiples disciplinas.

En su revisión de la propuesta, la Dra. Aravena llevó a cabo un análisis detallado utilizando la adaptación de la rúbrica RubeSTEM (Aguilera et al., 2022). A lo largo de su evaluación, la validadora destacó los aspectos positivos, como la calidad de las actividades diseñadas y su potencial para fomentar un aprendizaje profundo entre los estudiantes. Sin embargo, también identificó áreas que requieren atención y mejora, lo que proporciona una valiosa oportunidad para fortalecer la propuesta.

Su enfoque crítico y constructivo no solo refleja su compromiso con la educación de calidad, sino que también ofrece una guía clara para el desarrollo y perfeccionamiento del proyecto, asegurando que cumpla con los estándares académicos y las expectativas pedagógicas.

## *Validación 3*

El Dr. Jaime Mena Lorca, un destacado académico con más de 40 años de experiencia en el ámbito de la educación, ha sido designado como validador de esta propuesta interdisciplinaria STEM. Actualmente se desempeña en la IMA PUCV,

donde su vasta trayectoria y conocimiento en el área educativa son reconocidos y valorados.

Durante el proceso de evaluación, el Dr. Mena se centró en analizar la validez y aplicabilidad de la metodología presentada en la propuesta. Utilizando una rúbrica adaptada de "RubeSTEM", realizando una revisión exhaustiva de los criterios establecidos, los cuales incluyen la complejidad del problema, la integración disciplinar y la claridad de los objetivos planteados. Su enfoque meticuloso y reflexivo permite aportar observaciones valiosas que enriquecen el desarrollo del taller propuesto.

La validación de la propuesta interdisciplinaria STEM fue un éxito, ya que todos los criterios establecidos para su evaluación se evidenciaron de manera clara y contundente. El Dr. Jaime Mena, al revisar la metodología y los materiales presentados, constató que la propuesta no solo cumplía con los requisitos académicos, sino que también ofrecía una experiencia de aprendizaje enriquecedora y contextualizada para los estudiantes de 4° básico.

Desde la claridad del problema planteado hasta la integración de los diferentes dominios STEM, cada aspecto fue cuidadosamente analizado y validado. El Dr. Mena señaló que la complejidad del desafío propuesto era adecuada para los alumnos, lo que permitiría una movilización efectiva de conocimientos y habilidades. Asimismo, destacó cómo la organización de los contenidos facilitaba la comprensión y el aprendizaje, conectando de manera efectiva los conceptos de polinización con el plano cartesiano.

La estructura del taller, con sus actividades bien definidas, permitió que se evidenciara un hilo conductor que daba cohesión a todo el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esto no solo favoreció la resolución del problema, sino que también promovió un ambiente colaborativo donde los estudiantes podían interactuar y aprender juntos.

#### *Validación 4*

La validación realizada por la Dra. Martha Mosquera destaca elementos clave del proyecto interdisciplinario STEM sobre polinización y el plano cartesiano con Beebots, indicando que está bien estructurado y cumple con los criterios evaluados en la rúbrica adaptada. Entre los puntos fuertes, subraya que la propuesta incluye los cuatro dominios STEM de forma explícita y permite progresar gradualmente en la comprensión de los conceptos, promoviendo una integración transdisciplinar en torno al problema planteado. Además, resalta que las tareas están cohesionadas, justificadas y enfocadas en desarrollar habilidades comunicativas, creatividad y pensamiento crítico.

Sin embargo, señala áreas de mejora, como la claridad en el desarrollo del pensamiento crítico, ya que no se aborda específicamente la opción de que los estudiantes elijan participar o realizar tareas alternativas. También menciona que, aunque se incluye un componente argumentativo interesante, sería valioso reforzar la conexión entre los resultados alcanzados y las decisiones tomadas durante el proceso.

En respuesta a estas observaciones, se creó un taller número 5 que aborda de manera directa las áreas de mejora sugeridas. Este nuevo taller se centra en

fomentar el pensamiento crítico mediante actividades donde los estudiantes puedan elegir entre diferentes retos y proponer soluciones alternativas. Además, refuerza el componente argumentativo al profundizar en el análisis y justificación de las decisiones tomadas durante las tareas, consolidando la conexión entre los resultados y las acciones realizadas. Esta adición enriquece el proyecto, garantizando que aborde integralmente las sugerencias de mejora planteadas.

## Conclusión

En este trabajo se validó una experiencia de aprendizaje cautivadora e inmersiva que integró las disciplinas STEM, y la validación por expertos indicó que fomenta el pensamiento crítico y la habilidad de resolución de problemas. Algunos comentarios de los validadores con respecto a la propuesta indican que la propuesta es sólida y está bien planteada, que las actividades se presentan de manera atractiva para los niños y la secuencia de los talleres se ve completa en el sentido interdisciplinario. Además, los expertos destacan la coherencia de la actividad y la innovación que significaría la implementación de las actividades en la educación básica.

La propuesta fue validada con una adaptación de la rúbrica RubeSTEM por 3 especialistas en didáctica de las matemáticas de nivel nacional e internacional. Esto permitió medir la eficacia de las actividades sugeridas y que tan bien coincidían con los objetivos de aprendizajes planteados del currículo chileno. Los resultados de dicha evaluación indicaron que la propuesta educativa fue aceptada y validada por los expertos, quienes ofrecieron sugerencias que ya cuentan con soluciones implementadas para mejorar la metodología. Esto refuerza que, con el proyecto propuesto los estudiantes integran las diferentes disciplinas del concepto STEM, así como también las habilidades para el siglo XXI, evidenciando el impacto positivo de la metodología aplicada.

La propuesta tiene una organización de 4 talleres, aumentando de complejidad progresivamente. Comienza con la descripción general del robot Bee-bot y el mapa en donde ella se desplazará. Luego, profundiza en nociones más avanzadas como

las interacciones dentro del ecosistema de las abejas y el uso de comandos de programación. Cada taller tiene como objetivo ampliar el anterior, asegurando que los estudiantes desarrollen una comprensión integral del tema.

Durante el proyecto, se evidencia la importancia de vincular la teoría con ejemplos prácticos, en este caso, en el entorno natural de la abeja. Al utilizar herramientas tecnológicas en un contexto educativo los estudiantes no solo adquieren conocimientos académicos, sino que también desarrollan mayor interés y aprecio por su entorno.

Los resultados de esta investigación enfatizan en la importancia de incorporar enfoques interdisciplinarios en educación básica de manera que se prepare a los estudiantes para los desafíos del siglo XXI. El uso de métodos atractivos e interactivos como los recomendados en esta propuesta fomentan un ambiente colaborativo que estimula la creatividad y el pensamiento crítico, mejorando así el aprendizaje significativo de los estudiantes.

Es posible que esta propuesta interdisciplinaria se abra a una variedad de proyectos futuros que puedan mejorar la experiencia de aprendizaje. Algunas ideas incluyen:

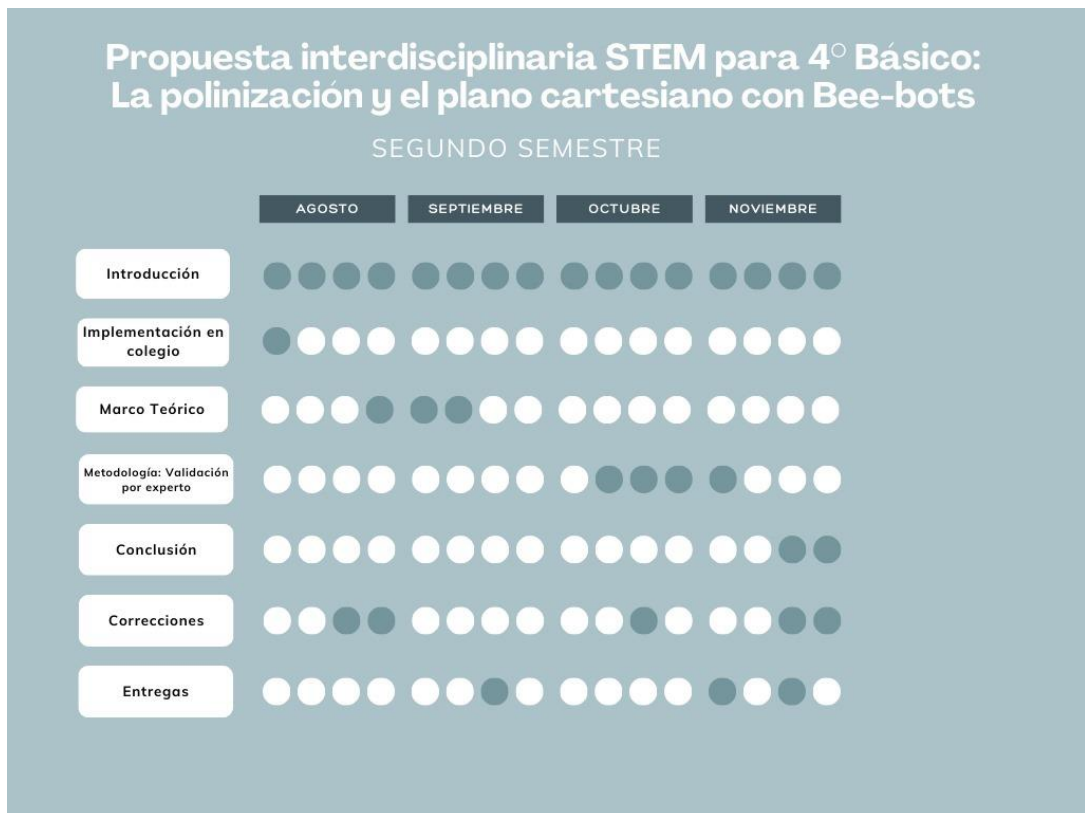
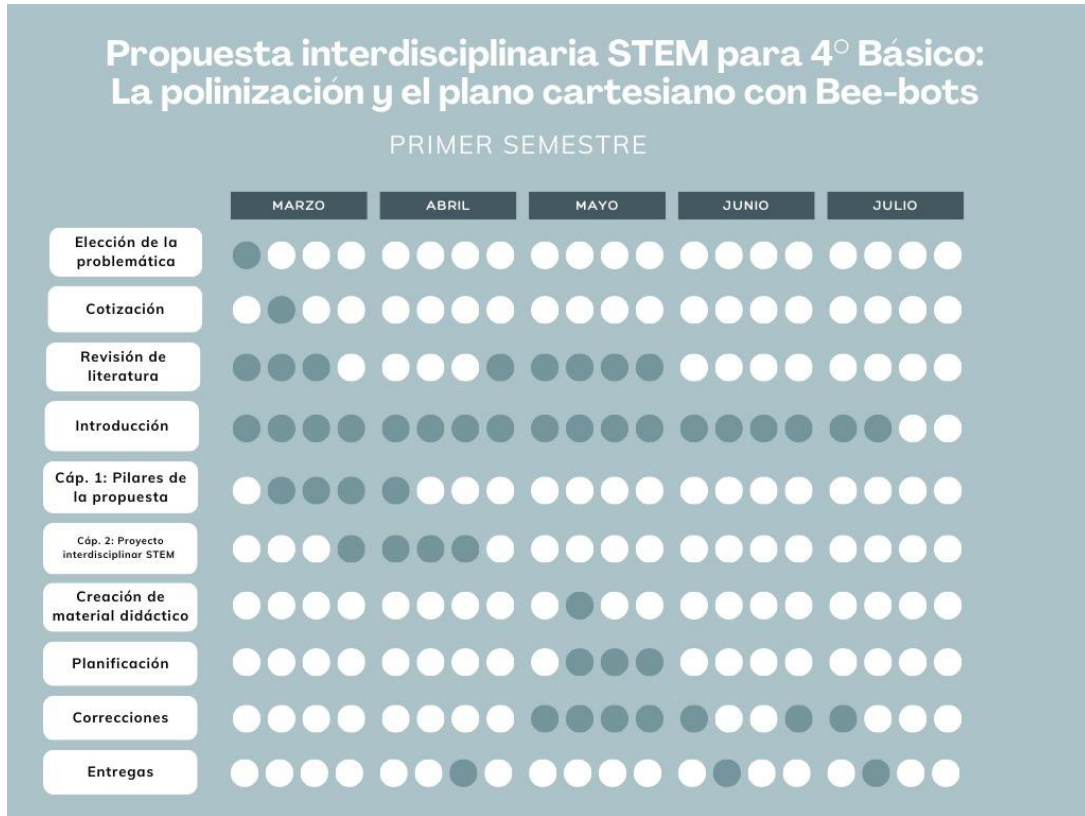
- El desarrollo de juegos interactivos que incorporen otros aprendizajes de las matemáticas y las ciencias para promover el aprendizaje a través del juego y la participación.
- Creación de historias interactivas donde se podría incorporar el área de lenguaje donde los estudiantes creen historias que puedan incluir desafíos para que el Bee-bot los pueda superar, fomentando la narrativa junto con la programación.

No obstante, es importante reconocer las limitaciones de este proyecto. En primer lugar, la validación de esta propuesta fue respondida por 3 de los 5 expertos a los que se les solicitó su participación, lo que puede condicionar la diversidad de la perspectiva y sugerencias. Por otra parte, el elevado costo del robot restringe su utilización a un limitado número de estudiantes, impidiendo que se realice una clase para un curso completo, en casos de escuelas con altos índices de vulnerabilidad y poco presupuesto. Estas limitaciones sugieren la necesidad de investigar opciones más asequibles y ampliar el grupo de validadores en futuras investigaciones para mejorar los procedimientos de validación y asegurar una implementación más integral en el aula.

Cabe destacar que esta propuesta interdisciplinar responde a lo que indica la UNESCO para el logro de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) («Educación para el desarrollo sostenible: Hoja de ruta», 2020). Esta iniciativa busca dotar a los educandos de los conocimientos, habilidades, valores y actitudes esenciales para que puedan tomar decisiones informadas y realizar acciones responsables que favorezcan la sostenibilidad ambiental, la equidad económica y la justicia social. La EDS se presenta como un proceso de aprendizaje continuo e integral que potencia las dimensiones cognitivas, sociales, emocionales y conductuales, contribuyendo así a la transformación social y al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Además, se fomenta la innovación a través de pedagogías interactivas y centradas en el alumno, transformando el entorno de aprendizaje para que este refleje los principios de la EDS, permitiendo que los educandos vivan lo que aprenden y aprendan de sus experiencias diarias.

Es así como este proyecto sirve como modelo para futuras iniciativas que busquen integrar la innovación y la tecnología en el aula, ya que demuestra su eficacia en el contexto educativo actual y sienta las bases para futuros proyectos que continúen desarrollando habilidades cruciales en los estudiantes. Esto les permite afrontar desafíos futuros a través de la creatividad y el pensamiento crítico, formando así ciudadanos más preparados y comprometidos con su entorno.

## Carta Gantt



## Referencias bibliográficas

- Aguilera, D., García-Yeguas, A., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. (2022). Diseño y validación de una rúbrica para la evaluación de propuestas didácticas STEM (RubeSTEM). *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 97(36.1), 11-34. <https://doi.org/10.47553/rifop.v97i36.1.92409>
- Alcivar-Alcívar, J. C., & Zambrano-Montes, L. C. (2021). Estrategias didácticas interdisciplinarias en el aprendizaje significativo a los estudiantes de la escuela unidocente. *Dominio de las Ciencias*, 7(6), 1144-1165.
- Artigue, M. (1995). Ingeniería didáctica. En P. Gómez (Ed.), *Ingeniería y didáctica en educación matemática: Un esquema para la investigación y la innovación en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas* (pp. 33-59).
- Artigue, M. (2009). Didactical engineering in mathematics education. In *Recherches en Didactique des Mathématiques* (Vol. 29, No. 1, pp. 9-16).
- Bee-Bot. (2023). Bee-Bot. Consultado el 13 de junio de 2024, en <https://www.bee-bot.us/>
- Benitti, F. B. V. (2012). Explorando el potencial educativo de la robótica en las escuelas: una revisión sistemática. *Informática y Educación*, 58(3), 978-988. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006>
- Borko, H. (2004). Desarrollo profesional y aprendizaje docente: Mapeo del terreno. *Investigador educativo*, 33(8), 3-1

- Carranza, P., Sgreccia, N., Quijano, T., Goin, M., & Chrestia, M. (2017). Ambientes de aprendizaje y proyectos escolares con la comunidad. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 10(1).
- Davis, A., & Stephens, B. (2022). Habilidades del siglo XXI en la educación STEM. *Revista de Educación y Tecnología*, 15(3), 45-60.
- Educación para el desarrollo sostenible: Hoja de ruta. (2020). En UNESCO eBooks. <https://doi.org/10.54675/yfre1448>.
- Fajardo, F. (2023, 20 enero). *¿Qué entendemos por STEM y cuál es su importancia en la educación del Siglo XXI?* Fundación Siemens.
- Ferrada, C., Carrillos-rosúa, J., Díaz-levicoy, D., & Silva-díaz, F. (2023). Evaluación de una propuesta educativa sostenible con un enfoque STEM para mejorar la actitud hacia las ciencias o matemáticas en estudiantes de 5° y 6° de educación primaria de España. *Ienci*, 28, 111-126.
- Ferrada, C., Díaz-Levicoy, D., Salgado-Orellana, N., & Parraguez, R. (2021). Propuesta de actividades STEM con Bee-bot en matemática. *Educación Matemática En la Infancia*, 8(1), 33-43.
- González, A., Martínez, J., & Sánchez, R. (2021). Aprendizaje colaborativo en educación STEM: metodologías y evaluación. Editorial Académica.
- Hall, C., Kauffman, D., & Wong, J. (2018). Diseño de programas interdisciplinarios STEM: Un marco para el desarrollo curricular. *Revista de Investigación en Educación STEM*, 19(1), 12-29.
- Hernández, R., & Sampieri, R. (2014). Metodología de la investigación. McGraw-Hill.
- Hernández-Ramos, J. P., & Pérez-Navarro, A. (2020). Interdisciplinary work in primary education: Difficulties and proposals for improvement. *Revista de Educación*, 387, 163-188.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=274048277001>

<https://educacion.stem.siemens-stiftung.org/que-entendemos-por-stem-y-cual-es-su-importancia-en-la-educacion-del-siglo-xxi/>

<https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/b2de6fb2-cfde-47b8-8d54-c56e044cc33e/content>

López, M. (2022). Evaluación formativa y retroalimentación en contextos educativos STEM. *Revista de Educación y Tecnología*, 15(2), 45-60.

Martínez, P. (2021). \*Evaluación educativa en proyectos STEM: simplificación de rúbricas para la validación experta\*. *Journal of Educational Methodologies*, 8(2), 56-72.

Martínez, P. (2023). Desarrollo de competencias en proyectos interdisciplinarios: el papel de la autoevaluación. *Journal of Interdisciplinary Education*, 10(1), 23-34.

Ministerio de Educación de Chile (2013). *Tecnología: Programa de Estudio Cuarto Año Básico* (1.a ed.). [https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-20733\\_programa.pdf](https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-20733_programa.pdf)

Ministerio de Educación de Chile. (2018). *Bases curriculares 1° a 6° básico* (1.ª ed.).c

Ministerio de Educación de Chile. (2019). *Currículum Nacional*. Consultado el 13 de junio de 2024, en <https://www.curriculumnacional.cl/>

Ministerio de Educación. (2023). Un recorrido por las habilidades para el siglo XXI. [https://www.curriculumnacional.cl/portal/Recursos-digitales/Desarrollo-docente/86740:Un-recorrido-por-las-habilidades-para-el-siglo-XXI#clasificaciones\\_recurso](https://www.curriculumnacional.cl/portal/Recursos-digitales/Desarrollo-docente/86740:Un-recorrido-por-las-habilidades-para-el-siglo-XXI#clasificaciones_recurso)

- Moreno-Guerrero, S., Rodríguez-Díez, M. Á., & Cebrián de la Serna, M. (2018). La Resolución de Problemas como Eje Transversal en la Formación de Ingenieros. *Revista de Docencia Universitaria*, 16(1), 113-130.
- Muñoz, R., & García, S. (2021). Depuración de ítems en instrumentos de evaluación: un enfoque práctico en educación STEM. *Innovación y Desarrollo Educativo*, 14(1), 23-35.
- Papert, S. (1993). *La máquina de los niños: Repensar la escuela en la era de la informática*. Libros básicos.
- Pérez-Cardenosa, V., Martín-Páez, T., Jiménez-Liso, M. R., & Gutiérrez-Pérez, J. (2022). Interdisciplinary approaches in STEM education: A systematic review. *Sustainability*, 14(6), 3298.
- Pérez-Torres, C., & otros. (2021). Título del artículo específico relacionado con la rúbrica. Nombre de la revista o publicación, volumen(número), páginas. [Asegúrate de completar esta referencia con la información correcta del artículo específico que estés citando].
- Rubio, J., Pérez, R., & López, M. (2022). \*Mejorando la fiabilidad de instrumentos de evaluación educativa: el papel de la validación iterativa\*. *Educación y Tecnología*, 17(4), 45-58.
- Ruiz, F., & Torres, S. (2020). Flexibilidad en la evaluación educativa: el caso de la RubeSTEM. *Educatio*, 8(3), 67-82.
- Sánchez, R., & Pérez, A. (2022). Estrategias de evaluación en el enfoque STEM: un análisis de la RubeSTEM. *Innovación Educativa*, 6(4), 99-115.
- Schulz, R. A. (2016). STEM y modelamiento matemático. *Cuadernos de Investigación y Formación En Educación Matemática*, 15, 291-317. <http://funes.uniandes.edu.co/9445/>

Tibot (s.f.). Página Web con la descripción del Bee-bot  
<https://www.tibot.es/infantil/30-bee-bot.html>

Torres, F., & Pérez, A. (2020). Instrumentos de evaluación en entornos interdisciplinarios: desafíos y adaptaciones. *Evaluación Educativa Hoy*, 5(3), 101-115.

Un recorrido por las habilidades para el siglo XXI. (s. f.). Curriculum Nacional. MINEDUC. Chile. <https://www.curriculumnacional.cl/portal/Recursos-digitales/Desarrollo-docente/86740:Un-recorrido-por-las-habilidades-para-el-siglo-XXI>

Wing, J. M. (2006). Pensamiento computacional. *Comunicaciones de la ACM*, 49(3), 33-35. Disponible en: <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>

Zapata-Lamana, R., Chumpitaz-Campos, L., Suárez-Díaz, G., & Sánchez-Santillán, M. (2021). Uso de pantallas y rendimiento académico en estudiantes universitarios: una revisión sistemática. *Educación Médica Superior*, 35(3), e2531.