

## STEAM en la enseñanza interdisciplinar de las ciencias: una propuesta pedagógica para los desafíos ambientales de hoy

**Carlos Paiva-Sánchez, Aurora Marín Navarrete, Rocío Alegría Correa, Adolfo Brito Brito, Pía Romero Aliaga**

Universidad Católica del Maule

[cpaiva@ucm.cl](mailto:cpaiva@ucm.cl)

[amarin@ucm.cl](mailto:amarin@ucm.cl)

### Resumen

El siglo XXI ha sido catalogado como el siglo de la sustentabilidad, pues se busca, por medio del estudio y la aplicación de diversas soluciones, combatir la actual y evidente crisis climática. Una de las soluciones se enfoca en mejorar y desarrollar políticas educativas enfocadas en la educación ambiental para la sustentabilidad, a fin de que el estudiantado construya conocimientos y desarrolle habilidades y actitudes que le permitan comprender cómo el conocimiento científico, sus aplicaciones y las acciones humanas impactan la vida en la Tierra, incluyendo a los ecosistemas y a los distintos procesos físicos, químicos y biológicos que los mantienen. Para ello se realizó una revisión bibliográfica de los distintos documentos curriculares que el Ministerio de Educación de Chile tiene a disposición con el objetivo de realizar una propuesta didáctica basada en el modelo de enseñanza STEAM, que dé respuesta al desarrollo de la educación ambiental en el país. Esta propuesta, cumple con los requerimientos para ser considerada como una actividad didáctica con enfoque STEAM, permitiendo realizar cruces curriculares entre distintas asignaturas, de distintos niveles educativos, formando un proceso de enseñanza-aprendizaje transversal y colaborativo entre los docentes, fortaleciendo el conocimiento y el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs).

**Palabras clave:** STEAM, Sustentabilidad, Educación Medioambiental, Interdisciplinariedad.

### Introducción

La Sociedad del Conocimiento tiene características únicas que aportan a construir una pedagogía transversal que fortalece canales entre diversas disciplinas y se enfoca en la formación integral de los individuos, como los cambios vertiginosos entre contenidos y estilos de aprendizaje, la rápida interacción entre personas, la vasta información disponible y la facilidad de acceso a recursos. El desarrollo y aplicación de otro tipo de competencias más apropiadas a los escenarios actuales, como el pensamiento crítico, el pensamiento creativo o la resolución de problemas, que, en conjunto, responden de mejor forma al desarrollo de competencias propias del siglo XXI (Almerich et al., 2018).

En el área de las ciencias naturales, el currículo chileno sitúa entre otros, a aquellos aprendizajes que pretenden incentivar la implementación de la educación ambiental en los centros educativos a través de prácticas educativas transversales que integren ejes temáticos que estén presentes en todos los programas, proyectos, actividades y planes de estudio contemplados, respondiendo a las demandas actuales sobre el cuidado y la preservación del medio ambiente. Es así como en la asignatura de ciencias, se busca implementar actividades interdisciplinarias a través de metodologías que den respuesta a los objetivos de aprendizaje planteados por el Ministerio de Educación (MINEDUC). Esto implica un desafío enorme, ya que al momento de desarrollar actividades interdisciplinarias se evidencian dificultades como: limitaciones de tiempo y espacio, gran cantidad de contenidos en el currículum, desconocimiento de los docentes sobre lo ambiental, el desarrollo de acciones educativas desligadas de la realidad, entre otras (Velásquez, 2009). Como respuesta a estas dificultades, nace la educación STEM, que es el acrónimo que agrupa las disciplinas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, por sus siglas en inglés (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*). Posteriormente, se amplió a STEAM, término que hace referencia a Science, Technology, Engineering, Arts y Mathematics, es decir, Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas, haciendo énfasis a la educación interdisciplinar.

La presente propuesta pretende integrar la metodología STEAM en la enseñanza interdisciplinar de aprendizajes ligados a la educación medioambiental en concordancia con el currículo nacional vigente, estableciendo el desarrollo de actividades STEAM.

Dada la dificultad de la implementación de metodologías STEAM en el nivel escolar, esta investigación cobra importancia, debido al detallado desarrollo de una propuesta secuencial interdisciplinar (STEAM), para llevar a cabo educación medioambiental, adaptable a diferentes niveles educativos, dando respuesta a los requerimientos del MINEDUC, siendo una útil herramienta de trabajo para docentes.

### Marco de referencia

El concepto de alfabetización científica fue utilizado por primera vez en la década de los 50' en el artículo "Science Literacy: Its Meaning for American Schools", escrito por Paul DeHart, el cual desencadenó una revolución en la forma en que se enseñaban las ciencias naturales y generó una mayor conciencia sobre aquellos aspectos del desarrollo industrial, los procesos de la vida y el desarrollo social que se reconocieron como estrechamente vinculados con la ciencia (Ballesteros y Gallego, 2022). De acuerdo a Garmendia y Guisasola (2015), en la actualidad el término "alfabetización" se refiere a la comprensión de ideas clave que permiten entender fenómenos naturales o aplicaciones tecnológicas a través de modelos científicos, siendo un factor fundamental en la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia, pues establece objetivos para todos los estudiantes y convierte la educación científica en parte de una educación general. Además, es un proceso continuo y permanente que debe brindar conocimientos científicos y tecnológicos con una perspectiva global, estrechamente vinculados a los problemas del desarrollo social, métodos útiles para el entorno, valores

morales y la capacidad para un aprendizaje permanente e independiente, necesarios para desenvolverse en la vida (Mosquera, 2006).

Como señala Luna (2019), el siglo XXI ha sido reconocido como el siglo de la sostenibilidad, por lo que es indispensable generar y profundizar la reflexión académica sobre la degradación ecológica del planeta, comprendiendo la crisis ambiental en su totalidad y desde una perspectiva transversal a través de prácticas educativas inter/transdisciplinarias. En concordancia con ello, se ha establecido el término "Educación Ambiental para el Desarrollo Sostenible" para referirse al proceso educativo centrado en el análisis profundo de las interrelaciones entre la calidad ambiental, la ecología, los factores socioeconómicos y las tendencias políticas, con miras al desarrollo sostenible, cuyo propósito no se limita a la modificación del comportamiento de las personas, sino que busca desarrollar en los individuos la capacidad de acción. Por ello, es necesario reorientar la educación hacia el cultivo de habilidades, conocimientos y técnicas que fomenten una mayor participación en la gestión ambiental, así como en la toma de decisiones y el establecimiento de las condiciones para una óptima calidad de vida (De la Peña y Vincés, 2020). Así, durante el proceso educativo, el docente tiene el deber de guiar la transmisión de los conceptos, valores y objetivos de la educación ambiental a diversos actores, lo que implica reconocer las diferencias entre ellos y profundizar en la discusión para aclarar las estrategias de intervención más adecuadas que rompan el aislamiento y la falta de integración desde el ámbito pedagógico (Ministerio de Medio Ambiente, 2018). La integración de disciplinas ha permitido que las escuelas se adapten a las necesidades de los estudiantes del siglo XXI, entre ellas está: la multidisciplinariedad, que se refiere al conjunto de disciplinas que se abordan de manera simultánea para resolver un problema o estudiar una situación, pero de forma independiente; la pluridisciplinariedad, que implica la integración y relación de disciplinas que generalmente poseen igual importancia; la transdisciplinariedad, que se orienta hacia la formulación de problemas y propuestas que buscan comprenderlos y resolverlos mediante la interacción de especialistas de diversas disciplinas; y, por último, la interdisciplinariedad, la cual plantea una posibilidad que abarca diversos intereses educativos, generando la necesidad de desarrollar la investigación en la didáctica de las ciencias (Lorenzo, 2020). Según Lenoir (2013), la interdisciplinariedad puede operar en diferentes ámbitos de aplicabilidad, entre los cuales se distinguen cuatro: la interdisciplinariedad científica, la interdisciplinariedad escolar, la interdisciplinariedad profesional y la interdisciplinariedad práctica. Para el estudio realizado, se consideró la interdisciplinariedad escolar, la cual tiene como objetivo difundir el conocimiento científico y formar a personas influyentes (actores sociales) a través de condiciones propicias que permitan la apropiación de conocimientos por parte de los alumnos (Lenoir, 2013).

Como indica Albornoz (2009), en zonas subdesarrolladas o en vías de desarrollo, se dan situaciones que no permiten un desarrollo tecnológico y científico al nivel de los países desarrollados, como el bajo nivel de inversión en políticas de ciencia, tecnología e innovación, y la poca dotación de investigadores y tecnólogos; lo que plantea la necesidad de mejorar la enseñanza de las ciencias y la tecnología en todos los niveles educativos y formas de educación, estableciéndose actividades científicas y tecnológicas desde los primeros años de escolaridad, motivando e incentivando la formación en diversas áreas del

conocimiento para alcanzar el desarrollo individual y social de los pueblos (Acero, 1984). Lorenzo (2020), indica que, en los últimos treinta años, la didáctica de las ciencias naturales ha producido dos enfoques de enseñanza basados explícitamente en la interdisciplinariedad: el modelo STEAM y el enfoque CTS. El movimiento STEAM comenzó en la década de 1950, como resultado de la carrera espacial entre Estados Unidos y Rusia y actualmente se considera una estrategia valiosa para ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades específicas de la comunidad científica, desarrollar competencias globales y apoyar el desarrollo económico, social y estructural nacional. También ayuda a los estudiantes a convertirse en ciudadanos comprometidos que asumen los retos de la ciencia y la tecnología (López et al., 2020). La metodología STEAM, es innovadora en la educación, pues integra diversas disciplinas (Capobianco & Rupp, 2014), considerando los ambientes de aprendizaje, actividades de clase y evaluaciones deben contar con un enfoque donde se consideren las Ciencias, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas, como parte esencial de cualquier tópico, situación o problema para abordar en clase, fomentando la innovación, valorando la aplicación en el mundo real, creando conocimiento del contenido y brindando oportunidades de aprendizaje práctico para los estudiantes (Torres y Mosquera, 2022), ya que ellos enfrentan dificultades al relacionar los fenómenos teóricos de las ciencias con las prácticas observables. Además, la sociedad chilena está cada vez más interconectada globalmente, lo que demanda ciudadanos con habilidades transversales, capacidad de resolución de problemas complejos y pensamiento crítico, competencias que son fomentadas por el enfoque STEAM.

Debe considerar también que a pesar del avance en la implementación del enfoque STEAM en algunos establecimientos educativos, aún existen vacíos en su aplicación generalizada y efectiva en todo el sistema educativo chileno. Estos vacíos incluyen la falta de recursos adecuados, la formación insuficiente del profesorado en metodologías STEAM y la limitada integración curricular entre las disciplinas STEM y el Arte.

Por lo tanto, es de gran importancia integrar actividades prácticas o experimentales, como un recurso valioso durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, pues permiten motivar la búsqueda de explicaciones a través de la discusión de lo observado, presentar fenómenos desconocidos o teóricos, facilitar la comprensión de conceptos abstractos, aplicar conceptos de modelación en situaciones reales, ayudar en la interpretación de situaciones problemáticas y medir parámetros relacionados con los fenómenos (Marulanda y Gómez, 2006). Zona y Giraldo (2017), reafirman que la resolución de problemas, práctica realizada continuamente en las ciencias, plantea una base sólida para que los estudiantes desarrollen diversas habilidades del conocimiento científico y el pensamiento crítico. Esto debido a que deben adquirir y dominar sus propios conocimientos de manera autónoma, comprender el significado de los conceptos, analizar las formas de abordar el problema, llegar a una solución a través de la creatividad o ingenio, y tomar decisiones. La resolución de problemas, puede convertirse en una estrategia pedagógica para potenciar las habilidades científicas de los estudiantes, estimulando el aprendizaje significativo y su razonamiento tanto dentro como fuera del aula, es decir, la experimentación en el aula es importante porque determina el aprendizaje de los alumnos en la enseñanza de las ciencias (Neira, 2021).

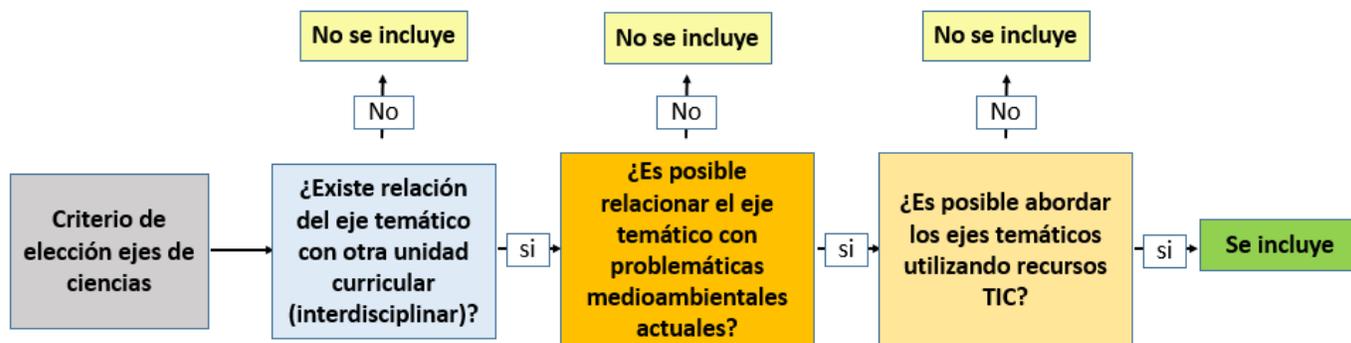
## Metodología

La metodología empleada en este estudio se fundamenta sobre las bases de un enfoque cualitativo de investigación y su objetivo es elaborar una propuesta pedagógica centrada en la modalidad STEAM que aborde la educación ambiental desde una perspectiva interdisciplinaria. Para esto se realizó un proceso de investigación que involucró las siguientes etapas: 1) Revisión exhaustiva y sistemática de los planes y programas del Ministerio de Educación de Chile, desde séptimo a segundo medio, para seleccionar unidades y ejes temáticos que permitan desarrollar desafíos ambientales actuales; 2) Determinación de criterios de inclusión y exclusión para seleccionar la unidad de aplicación de la metodología STEAM; 3) Realización de cruce curricular de ejes temáticos, habilidades y actitudes la unidad elegida de biología, con las otras unidades de séptimo a segundo año medio; 4) Realización de una propuesta didáctica STEAM; 5) Verificación de condición STEAM de la propuesta.

Esta propuesta didáctica fue realizada a nivel piloto, por estudiantes universitarios de Pedagogía en Ciencias de la Universidad Católica del Maule, para su trabajo de Seminario de Título, y quedó disponible para ser usada y adaptada por profesores de diferentes niveles educativos escolares.

### Criterios de inclusión y exclusión de ejes temáticos

Se revisaron los planes y programas del MINEDUC para la asignatura de ciencias naturales, incluyendo las asignaturas de física, química y biología, y se construyeron tablas comparativas. La Tabla 1, expone las unidades en donde es posible integrar la propuesta STEAM, las cuales fueron escogidas según los criterios: interés personal, nivel de experticia, potencial interdisciplinar, relevancia para el siglo XXI y potencial innovador. Una vez analizada la tabla 1, se procedió a establecer una serie de criterios de selección de la unidad STEAM apropiada para el estudio (Figura 1), escogiendo aquella que cumplía con la mayor cantidad de criterios. La unidad elegida fue la N°4: “Impactos en el ecosistema y sustentabilidad”, perteneciente a Biología de Primero Medio (14 años promedio). La recopilación y análisis de información permitió diseñar la propuesta didáctica con enfoque STEAM.



**Figura 1.** Criterios de inclusión exclusión de ejes temáticos para la elaboración de la propuesta STEAM

## Presentación de la Propuesta Didáctica

La propuesta didáctica tiene como eje central la creación de actividades consecutivas e interrelacionadas de trabajo que permitan la recolección y análisis de datos de diferentes sistemas y condiciones ambientales, y ver su influencia sobre la pudrición de frutillas, con el objetivo de relacionar los efectos de los diferentes sustratos y ambientes, las formas de crecimiento de microorganismos, principalmente hongos, de esta forma se relacionan Biología, a través del estudio de los efectos de acciones humanas sobre el medio ambiente y de los fenómenos naturales, el estudio de los microorganismos; Química, a través de los cambios de la materia y la evidencia empírica de dichos cambios; Lenguaje, a través de la lectura, comprensión de textos explicativos de los fenómenos observados experimentalmente, y la argumentación de las explicaciones posibles de estos cambios; Tecnología, a través del uso de TICs para graficar resultados, generar reportes, etc. Matemáticas, a través de la descripción de relaciones y situaciones matemáticas, usando lenguaje matemático, esquemas y gráficos, modelos, etc.; Arte, a través de la expresión visual y creativa de sus resultados y reportes, utilizando o reciclando de manera responsable materiales en sus trabajos y proyectos visuales; entre otras disciplinas.

## Actividades de la Propuesta Didáctica

Actividad STEAM: Abordaje de la Educación Ambiental para la sustentabilidad en el área de Biología de Primero Medio con un enfoque didáctico interdisciplinar

Debe disponerse de sistemas de incubación de frutillas, para lo cual, se utilizan recipientes rectangulares de bandejas de champiñones recicladas de dimensiones 18 x 13 x 4,5 cm, los que se replican por 4, de forma tal de contar con 16 recipientes en total, bajo las siguientes condiciones ambientales; seco con oscuridad, seco con luz solar directa, húmedo con oscuridad y húmedo con luz solar no directa. La composición de los recipientes, se detalla en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Composición de los recipientes

N° de recipiente	1	2	3	4
<b>Composición</b>	7 gr de cáscaras de plátano 7 gr de pasto	5 gr de cáscaras de plátano 5 gr de pasto 3 gr de botellas plásticas cortadas en trozos de 1 cm <sup>2</sup> 2 gr de virutilla fina de ollas	2,5 gr de cáscaras de plátano 2,5 gr de pasto 6 gr de botellas plásticas cortadas en trozos de 1 cm <sup>2</sup> 4 gr de virutilla fina de ollas	8 gr de botellas plásticas cortadas en trozos de 1 cm <sup>2</sup> 7 gr de virutilla fina de ollas

Sobre cada uno de estos sustratos se incubaba una frutilla cortada longitudinalmente en dos partes.

Cada recipiente es cubierto con papel plástico, y se procede a realizar 3 mediciones al día (mañana, mediodía y tarde), durante 5 días (semana de clases), donde se registra, temperatura ambiente, pH, temperatura de la frutilla, horas de exposición a la luz, área de crecimiento de organismos, olor, color y registro fotográfico.

Posterior al periodo de recolección de datos, las actividades se concentrarán en análisis de los mismos, durante 5 días más (segunda semana de clases).

### Verificación de condición STEAM de la propuesta

Una vez realizada la propuesta didáctica sobre la unidad seleccionada, se verificó que cumpliera con los criterios STEAM, levantados a partir de Aravena, Rodríguez y Barría (2020), Tabla 2; Hidalgo-Cajo y Gisbert-Cervera (2022), Tabla 3; Zamorano, García y Reyes (2018), Tabla 4.

**Tabla 2.** Criterios de verificación de condición STEAM de la propuesta (Fuente: Aravena, Rodríguez y Barría (2020))

Dimensión	Categorías	Subcategorías	Si/No
<b>Habilidades matemáticas</b>	Modelar	Simplificación del problema	
		Matematizar	
		Interpretación de la solución	
<b>Habilidades matemáticas</b>	Representar	Verificar y validar	
		Análisis y proyección de modelo	
		Comunicar y argumentar	
<b>Habilidades matemáticas</b>	Argumentar y comunicar	Producciones discursivas	
		Producciones no discursivas	
		Sistemas de representación	
<b>Habilidades científicas</b>	Iniciar procesos investigativos	Coordinación de registro	
		Lenguaje matemático	
		Argumentación de los procesos y métodos	
<b>Habilidades científicas</b>	Iniciar procesos investigativos	Exploración	
		Formulación de preguntas	
		Formulación de hipótesis	
<b>Habilidades tecnológicas</b>	Seleccionar medios tecnológicos	Interpretar datos	
		Comunicación y argumentación	
		Selección de aplicaciones tecnológicas (editor de gráfico, planilla de cálculo, PowerPoint, sonido)	
<b>Habilidades tecnológicas</b>	Utilizar medios tecnológicos	Uso de aplicaciones tecnológicas (edición de gráfico, bases de datos, planillas de cálculo, almacenar documentos)	

**Tabla 3.** Criterios de verificación de condición STEAM de la propuesta para el uso de TIC (Fuente: Hidalgo-Cajo y Gisbert-Cervera (2022))

Dimensión	Indicador	Cumple Si/No
<b>Observación y registro de datos</b>	Posibilita la observación y la toma de datos mediante herramientas tecnológicas como computadoras y cámaras.	
	Permite el registro de datos a través de softwares de redacción de textos.	
<b>Análisis e interpretación</b>	Utiliza herramientas tecnológicas matemáticas que faciliten el análisis de los datos recopilados.	
	Fomenta el modelamiento de datos a través del uso de plataformas digitales.	
<b>Divulgación y comunicación</b>	Permite la creación y/o modificación de imágenes, vídeos, Gif, etc., que faciliten la divulgación de la actividad.	
	Posibilita la comunicación entre los estudiantes y la comunidad educativa mediante el uso de softwares.	

**Tabla 4.** Requisitos generales para construcción de propuesta didáctica STEAM (lista de chequeo final) (Fuente: Zamorano, García y Reyes (2018))

Requisitos generales para la construcción de propuestas didácticas STEAM
Se articula en torno a un tópico central vinculado con el mundo real y cercano al contexto de los estudiantes.
Se orienta a la resolución de un problema, que se orienta hacia la creación de un objeto por parte de los estudiantes.
La adquisición y desarrollo de habilidades para el siglo XXI es priorizada por sobre los contenidos.
Las áreas (o disciplinas) que componen STEAM (ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas) se presentan integradas de manera interdisciplinaria y en conexión con el tópico central o problema.
El estudiante es protagonista de la mayor parte del programa, mientras que el docente actúa como guía u orientador.
Los estudiantes trabajan colaborativamente la mayor parte del tiempo.
Se procura que el programa sea motivante para el estudiante y que aumente su confianza e interés hacia áreas STEAM.
De manera general, es posible identificar tres etapas en la totalidad del programa: contextualización, diseño creativo y toque emocional.
Las actividades se basan predominantemente en la metodología de educación a través del diseño y en una o más de sus respectivas etapas.
Se incorpora el uso de tecnología y la creación artística como herramientas.
La propuesta finaliza con la presentación y evaluación de un objeto prototipo diseñado por los estudiantes.
Se evalúa tanto el proceso como el producto, considerándose el primero más importante.

La revisión de los ejes temáticos relacionados con desafíos ambientales actuales, se resumen en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Unidades y ejes temáticos relacionados con desafíos ambientales actuales (Elaboración propia).

Curso	Asignatura	Unidad	Contenidos	Ciencias relacionadas
7mo	C. N (Ciencias naturales)	Microorganismos y barreras defensivas del cuerpo humano	Microorganismos en biotecnología.	Biol., Quím., Fís.
7mo	C. N	Comportamiento de la materia y su clasificación	Gases, líquidos y mezclas.	Biol., Quím., Fís.
8vo	C. N	Nutrición y salud	Biomoléculas.	Quím., Biol.
8vo	C. N	Célula	Célula.	Quím., Biol.
8vo	C. N	Electricidad y calor	Calor y temperatura.	Quím., Fís.
1ro M	Biología	Evolución y biodiversidad	Biodiversidad y Tierra.	Biol., Quím., Fís.
1ro M	Biología	Organismos en ecosistemas	Medio físico.	Biol., Fís.
1ro M	Biología	Materia y energía en ecosistemas	Flujo de energía.	Quím., Biol.
1ro M	Biología	Ecosistemas y sustentabilidad	Impacto ambiental.	Biol., Quím., Fís.
1ro M	Química	Reacciones químicas	Cambios fisicoquímicos.	Quím., Fís.
1ro M	Química	Estequiometría de reacción	Reacciones químicas.	Quím., Biol.
2do M	Biología	Coordinación y regulación	Impulso eléctrico.	Quím., Biol.
2do M	Química	Química orgánica	Compuestos de carbono.	Biol., Quím., Fís.

## Resultados y discusión

Resultado del cruce curricular de ejes temáticos, habilidades y actitudes de la unidad elegida de Biología, respecto a las otras unidades de primer año medio (Tabla 6).

**Tabla 6.** Cruce curricular de ejes temáticos, habilidades y actitudes de la unidad elegida de Biología, con las otras unidades de primer año medio (Fuente: elaboración propia)

Ítem	Unidades de Biología	Unidades de Otros cursos
Objetivos	<p><b>Biología Eje de Impactos en ecosistema y sustentabilidad</b></p> <p><b>CN1M OA 08:</b> Explicar y evaluar los efectos de acciones humanas (conservación ambiental, cultivos, forestación y deforestación, entre otras) y de fenómenos naturales (sequías, erupciones volcánicas, entre otras) en relación con: El equilibrio de los ecosistemas. La disponibilidad de recursos naturales renovables y no renovables. Las posibles medidas para un</p>	<p><b>Química (Comportamiento de la materia y su clasificación)</b></p> <p><b>CN07 OA 15</b></p> <p>Investigar experimentalmente los cambios de la materia y argumentar con evidencia empírica que estos pueden ser físicos o químicos.</p> <p><b>LE1M OA 19 (Análisis):</b></p> <p>Comprender, comparar y evaluar textos orales y audiovisuales, tales como exposiciones, discursos, documentales, noticias, reportajes, etc. considerando:</p>

desarrollo sustentable.

- › Su postura personal frente a lo escuchado y argumentos que la sustenten.
- › Una ordenación de la información en términos de su relevancia.
- › El contexto en el que se enmarcan los textos.
- › El uso de estereotipos, clichés y generalizaciones.
- › Los hechos y las opiniones expresadas y su valor argumentativo.
- › Diferentes puntos de vista expresados en los textos.
- › La contribución de imágenes y sonido al significado del texto.
- › Las relaciones que se establecen entre imágenes, texto y sonido.
- › Relaciones entre lo escuchado y los temas y obras estudiados durante el curso.

#### **Tecnología**

**TE1M OA 05:** Analizar las formas en que los productos tecnológicos y los entornos evolucionan, caracterizando los diversos factores que influyen en ese cambio.

**TE1M OA 06:** Inferir, basándose en la evolución de los productos tecnológicos y los entornos, los efectos positivos o negativos que estos han tenido en la sociedad.

#### **Historia, Geografía y Ciencias Sociales**

**HI1M OA 04:** Reconocer que el siglo XIX latinoamericano y europeo está marcado por la idea de progreso indefinido, que se manifestó en aspectos como el desarrollo científico y tecnológico, el dominio de la naturaleza, el positivismo y el optimismo histórico, entre otros.

**HI1M OA 25:** Analizar el impacto del proceso de industrialización en el medio ambiente y su proyección en el presente, y relacionarlo con el debate actual en torno a la necesidad de lograr un desarrollo sostenible.

---

#### **Habilidades Observar y plantear preguntas**

**CN1M OAH a:** Observar y describir detalladamente las características de objetos, procesos y fenómenos del mundo

---

#### **Matemáticas**

**MA1M OAH d:** Describir relaciones y situaciones matemáticas, usando lenguaje matemático, esquemas y gráficos.

---

natural tecnológico, usando los sentidos.

**CNIM OAH b:** Procesan y analizan evidencia mediante la organización de datos u observaciones, la presentación de estos a través de una tic, apoyándolos en la creación, selección y el ajuste de modelos para describir mecanismos y/o predecir y explicar las relaciones de un sistema.

**CNIM OAH c:** Desarrollan habilidades de comunicación mediante las posibles aplicaciones y soluciones a problemas tecnológicos, las teorías, las predicciones y las conclusiones, utilizando argumentos basados en evidencias y en el conocimiento científico y tecnológico.

**MAIM OAH h:** Usar modelos, utilizando un lenguaje funcional para resolver problemas cotidianos y para representar patrones y fenómenos de la ciencia y la realidad.

**MAIM OAH j:** Ajustar modelos, eligiendo los parámetros adecuados para que se acerque más a la realidad.

**HIIM OAH i:** Investigar sobre temas del nivel, considerando los siguientes elementos:

- > Definición de un problema y/o pregunta de investigación.
- > Elaboración y fundamentación de hipótesis.
- > Planificación de la investigación sobre la base de la revisión y selección de la información obtenida de fuentes.
- > Elaboración de un marco teórico que incluya las principales ideas y conceptos del tema a investigar.
- > Citar la información obtenida de acuerdo con normas estandarizadas.
- > Análisis de los resultados y elaboración de conclusiones relacionadas con la hipótesis planteada.
- > Comunicación de los resultados de la investigación.
- > Utilización de TIC y de otras herramientas.

#### Actitudes

**CNIM OAA A:** Muestran curiosidad, creatividad e interés por conocer y comprender los fenómenos del entorno natural y tecnológico, disfrutando del crecimiento intelectual que genera el conocimiento científico y valorando su importancia para el desarrollo de la sociedad.

**CNIM OAA B:** Trabajan responsablemente en forma proactiva y colaborativa, considerando y respetando los variados aportes del equipo y manifestando disposición a entender los argumentos de otros en las soluciones a problemas científicos.

**CNIM OAA C:** Usan de manera responsable y efectiva las tecnologías de la

#### Matemáticas

**MAIM OAA E:** Mostrar una actitud crítica al evaluar las evidencias e informaciones matemáticas y valorar el aporte de los datos cuantitativos en la comprensión de la realidad social.

#### Tecnología

**TE1M OAA A:** Respetar al otro y al medio ambiente, lo que se expresa en los requerimientos del trabajo colaborativo exigido en la producción de soluciones tecnológicas, en la reflexión y el debate sobre el análisis de productos tecnológicos, en la conservación de los recursos y del bien común, entre otros.

#### Artes Visuales

**AR1M OAA C:** Demostrar disposición a expresarse visualmente y desarrollar su

comunicación para favorecer las explicaciones científicas y el procesamiento de evidencias, dando crédito al trabajo de otros y respetando la propiedad y la privacidad de las personas.

**CN1M OAA D:** Reconocen la importancia del entorno natural y sus recursos, y manifestar conductas de cuidado y uso eficiente de los recursos naturales y energéticos en favor del desarrollo sustentable y la protección del ambiente.

creatividad, experimentando, imaginando y pensando divergentemente.

**AR1M OAA D:** Aportar a la sustentabilidad del medioambiente utilizando o reciclando de manera responsable materiales en sus trabajos y proyectos visuales.

#### **Historia, Geografía y Ciencias Sociales**

**HI1M OAA H:** Desarrollar actitudes favorables a la protección del medio ambiente, demostrando conciencia de su importancia para la vida en el planeta y una actitud propositiva ante la necesidad de lograr un desarrollo sustentable.

**HI1M OAA I:** Comunicar los resultados de sus investigaciones por diversos medios, utilizando una estructura lógica y efectiva, y argumentos basados en evidencia pertinente.

Con estos resultados, se genera la propuesta didáctica titulada: "Analizando la descomposición de residuos orgánicos".

### **Propuesta Didáctica Resultante: Analizando la descomposición de residuos orgánicos**

Objetivo de aprendizaje de la propuesta didáctica: Analizar cómo el proceso de descomposición afecta a la materia orgánica e inorgánica, indicando su impacto en el ecosistema e importancia en el desarrollo de la sustentabilidad.

Se considerará el área de crecimiento de los hongos en el recipiente, como indicador de descomposición de residuos orgánicos (Camacho et al., 2014).

#### ***Primera clase: Montaje del experimento***

Durante la primera clase, se realizará el montaje del experimento de forma colaborativa en grupos de 4 a 5 estudiantes.

Una vez montada la experiencia, se procede al periodo de recolección de datos, durante 5 días (semana de clases).

Inicio del llenado de la bitácora (Tabla 7)

**Tabla 7.** Formato Bitácora para un día (Fuente: elaboración propia)

Día	1			
Recipiente	1	2	3	4
Ph				
T° frutilla				
Horas de luz				
Observaciones generales				

Los estudiantes se organizan para realizar el montaje con materiales reciclados (Arte), realizan el registro descriptivo (Lenguaje) y fotográfico de resultados (Arte), realizan tablas de registro diario o bitácora de temperatura, pH, etc. (Química, Biología, Física, Ciencias Naturales).

### *Segunda clase: Planteamiento de Hipótesis*

Los estudiantes realizarán el planteamiento de hipótesis respecto a los resultados esperados en los diferentes tratamientos y se discutirán las siguientes preguntas: ¿Cuáles son las condiciones iniciales en las que está cada frutilla? ¿Qué cree que sucederá con las frutillas que están en las cajas? ¿Será lo mismo en cada caja? ¿Cómo se denomina este proceso? ¿Es posible que varíen los resultados si mantenemos las cajas abiertas? ¿de qué manera? ¿Qué pasaría si estuvieran los desechos sumergidos en agua?

El planteamiento de hipótesis y análisis de preguntas corresponde a Lenguaje y Ciencias Naturales.

### *Tercera clase: Análisis de resultados de las mediciones*

Para la medición del área de crecimiento del hongo se utiliza un computador o celular, y el software gratuito matemático dinámico GeoGebra, de acuerdo a los siguientes pasos:

- 1) Entrar a [GeoGebra](http://www.geogebra.org).
- 2) Copiar y pegar la fotografía correspondiente a la medición 1 del día 1 en GeoGebra, acomodar la foto, de tal forma que las medidas de la caja calcen con las medidas del plano cartesiano.
- 3) Bajar la opacidad de la fotografía (60% aproximadamente) e ir a la opción “polígono”, que se encuentra en la barra superior del programa.
- 4) Seleccionar los puntos en la imagen donde desea crear el polígono (estos puntos representan los vértices de la figura). Seleccionar polígonos sencillos, que abarquen la mayor superficie de los hongos en la foto.

El uso de GeoGebra involucra a Tecnología y Matemáticas, la manipulación de las fotografías corresponde a Arte.

### *Cuarta clase: Interpretación de resultados*

Con los resultados del análisis en GeoGebra, realizar la comprobación o refutación de su hipótesis.

Para enriquecer los análisis, se deben responder las siguientes preguntas:

¿Existen cambios en el pH medido en cada frutilla? Si es así, ¿por qué cree que ocurre dicho cambio? Explíquelo en términos de actividad bacteriana y crecimiento de organismos.

¿Qué factores son relevantes para el crecimiento de organismos (hongos) en las frutillas? Responda en función de los factores medidos y los datos obtenidos.

¿Qué diferencias observa entre los cambios generados en las frutillas que están presentes en la caja con totalidad de materia orgánica y en las frutillas que están presentes en la caja con totalidad de materia inorgánica? ¿Qué puede decir respecto a cómo afecta la prevalencia de materia orgánica y/o inorgánica en el proceso de descomposición de las frutillas?

Según sus observaciones, ¿qué factores son determinantes en el proceso que sufren las frutillas al estar al interior de los recipientes?

¿Qué factores cree que determinan la velocidad de reacción de descomposición?

¿Qué puede deducir respecto a la relación temperatura ambiente y proceso de descomposición?

¿Qué puede deducir respecto a la relación temperatura de la frutilla y proceso de descomposición?

Se sugiere graficar área de crecimiento de los hongos vs. tiempo, vs. pH, y vs temperatura de la frutilla.

En esta clase, los estudiantes realizan comprobación o refutación de hipótesis mediante análisis de resultados, lo que corresponde a Ciencias Naturales, Matemáticas y Lenguaje.

### ***Quinta clase: Conclusiones***

Los estudiantes realizan una Infografía para presentarla en la sala e intercambiar experiencias. La infografía debe incluir las principales conclusiones del estudio, dando respuesta a las preguntas e hipótesis planteadas. También se da espacio para que los estudiantes planteen preguntas de reflexión a la audiencia:

¿Dónde observas residuos orgánicos descomponiéndose sobre diferentes sustratos, como los utilizados en los experimentos?, ¿Has visto un vertedero en tu ciudad?, ¿Qué acciones propones para reducir el ingreso de material reciclable a los vertederos?

La actividad de observación de descomposición de residuos orgánicos, en distintos sustratos y condiciones, permite a los estudiantes trabajar de forma colaborativa y autorregulada, permitiendo la adquisición y desarrollo de habilidades del siglo XXI según solicita MINEDUC.

El producto final de la propuesta consiste entonces en una metodología de estudio STEAM, ratificada por filtros bibliográficos como se observa en el siguiente punto, de problemas medioambientales, adaptable por el profesor a diferentes niveles escolares.

### **Verificación de condición STEAM de la propuesta**

La propuesta didáctica Analizando la descomposición de residuos orgánicos, fue sometida a

través de los filtros resumidos en las Tablas 2, 3 y 4, obteniendo los siguientes resultados:

- Dada la temática central analizada, es posible para los estudiantes vincular con diversos problemas del mundo real o contextos propios, transformándolo en protagonista de las decisiones y mediciones que realiza, permitiéndole abordar la temática con un enfoque interdisciplinar, donde la Tecnología, Matemáticas, Lenguaje, Biología, Química, Ciencias Naturales y Arte.
- La articulación de las distintas actividades de la propuesta metodológica, permiten al estudiante modelar, representar y argumentar para realizar el análisis de sus resultados y conclusiones, mediante el uso de gráficos y TICs.
- Por otro lado, el profesor centra su esfuerzo en apoyar las investigaciones y decisiones que toma cada uno de los equipos de trabajo, resguardando la calidad académica, las metodologías empleadas y los correctos análisis de datos y conclusiones.
- La descomposición de residuos orgánicos es un problema real, vinculado al contexto del estudiante, pudiendo este influir en las conductas de reciclaje de su familia.
- Los estudiantes crean un modelo para comprender el efecto de la permanencia de residuos no biodegradables en el ambiente, interfiriendo en los procesos de descomposición natural.
- Los estudiantes consiguen la divulgación de su investigación mediante la creación y presentación de su investigación a la comunidad educativa.

## Conclusiones

La propuesta pedagógica “Analizando la descomposición de residuos orgánicos”, cumple con los requerimientos para ser considerada como una actividad didáctica con enfoque STEAM, ya que logra fomentar el desarrollo de habilidades y actitudes matemáticas, tecnológicas y científicas, las que son necesarias para que los estudiantes enfrenten los desafíos del siglo XXI, motiva el trabajo interdisciplinario, que permiten desarrollar saberes, habilidades y capacidades en los estudiantes, con el objetivo de que sean capaces de analizar y dar respuestas a problemáticas sociales, científicas y tecnológicas como lo son la crisis ambiental, la crisis climática y el deterioro de los ecosistemas. Esto permite complementar el aprendizaje de los alumnos y aprovechar las herramientas que brinda la enseñanza enfocada en la metodología STEAM.

La propuesta permite realizar cruces curriculares entre distintas asignaturas, formando un proceso de enseñanza-aprendizaje transversal y colaborativo entre los docentes, fortaleciendo el conocimiento y el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs).

Por otra parte, su planteamiento se orienta hacia una mayor comunicación entre docentes, sobre todo entre los docentes de ciencias y los de otras asignaturas, a fin de que se planifique

y ponga en práctica una educación integral, la cual aporte conocimientos que puedan relacionarse entre sí para comprender, analizar, explicar y dar soluciones a fenómenos cotidianos que nos afectan a todos. Así, cada docente se convierte en una pieza clave del proceso de aprendizaje, aportando conocimientos que potencien la interdisciplinariedad de contenidos, guiándolos en la resolución de diversas actividades, fomentando la integración de saberes y mejorando su propia labor docente al planificar junto a otros docentes.

En cuanto a los alcances de la propuesta, esta puede ser abordada tanto en otras asignaturas como en otros niveles educativos, ya que puede ser ajustada a fin de abordar diversos problemas de mayor o menor profundidad. Por ejemplo, puede abordarse en educación básica como una herramienta para que los estudiantes logren identificar cambios físicos y químicos, en educación media como un proyecto sobre ecosistemas y sustentabilidad, tal como se abordó en la presente propuesta, o en educación superior como proyecto biológico en área de crecimiento de microorganismos.

## Bibliografía

- Acero, H. (1984). Educación, ciencia y tecnología en América latina. *Revista Tecnología en Marcha*, 7(2), 3-17.
- Albornoz, M. (2009). Desarrollo y políticas públicas en ciencia y tecnología en América Latina. *Revista de Investigaciones Políticas y Sociológicas*, 8(1), 65-75.
- Aravena, M., Rodríguez, M., Barría, L. (2020). Caracterización de las habilidades STEM en procesos de etnomodelado con alumnos/as trabajadores/as migrantes haitianos/as de la ciudad de Talca. *Estudios Pedagógicos*, XLVI (2), 397-419. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052020000200397>
- Almerich, G., Díaz García, I., Cebrián Cifuentes, S. y Suárez Rodríguez, J. (2018). Estructura dimensional de las competencias del siglo XXI en alumnado universitario de educación. *RELIEVE*, 24 (1):1-21. <http://doi.org/10.7203/relieve.24.1.12548>
- Ballesteros, V. y Gallego, A. (2022). De la alfabetización científica a la comprensión pública de la ciencia. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 14(26), 5-13. <https://doi.org/10.22430/21457778.1855>
- Camacho, A., Martínez, L., Ramírez Saad, H. Valenzuela, R. y Valdés, M. (2014). Potencial de algunos microorganismos en el compostaje de residuos sólidos. *Terra Latinoamericana*, 32 (4), 291-300.
- De la Peña, G. y Vincés, M. (2020). Acercamiento a la conceptualización de la educación ambiental para el desarrollo sostenible. *Revista Cubana de Educación Superior*, 39(2).
- Garmendía, M. y Guisasola, J. (2015). Alfabetización científica en contextos escolares: El Proyecto Zientzia Live! *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(2), 294-310. <https://10498/17253> <http://hdl.handle.net/10498/17253>

- Hidalgo, B. y Gisbert Cervera, M. (2022). Factores determinantes que permiten establecer tipologías de profesorado en el contexto de la innovación tecnológica educativa. *Revista de Educación a Distancia RED*, 22 (69). <http://dx.doi.org/10.6018/red.499171>
- Lenoir, Y. (2013). Interdisciplinariedad en educación: una síntesis de sus especificidades y actualización. *Interdisciplina*, 1(1). <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2013.1.46514>
- López, V., Couso Laragón, D., y Simarro Rodríguez, C. (2020). Educación STEM en y para el mundo digital. Cómo y por qué llevar las herramientas digitales a las aulas de ciencias, matemáticas y tecnologías. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 20(62). <https://doi.org/10.6018/red.410011>
- Lorenzo, M. (2020). Abordaje interdisciplinar para la enseñanza de las ciencias y la actualización de profesores. *Educación en Ciencias Biológicas*, 5(1), 1-9. <https://doi.org/10.36861/RECB.5.1.2>
- Luna, J. (2019). La Importancia de la Educación para lograr el Desarrollo Social Sostenible. *Ecociencia. International Journal*, 1(1), 6-11. <https://doi.org/10.35766/je19111>
- Marulanda, J. y Gómez, L. (2006). Experimentos en el aula de clase para la enseñanza de la física. *Revista colombiana de Física*, 38(2), 699-702.
- Neira, J. (2021). La experimentación en ciencias naturales como estrategia de alfabetización científica. *Revista Académica UC Maule*, (60), 102-116. <https://doi.org/10.29035/ucmaule.60.102>
- Velásquez, J. (2009). La transversalidad como posibilidad curricular desde la educación ambiental. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 5(2), 29-44.
- Zamorano, T., García, Y., y Reyes, D. (2018). Educación para el sujeto del siglo XXI: principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional. *Contextos: Estudios DE Humanidades Y Ciencias Sociales*, 1 (41).
- Zona, J. R., & Giraldo, J. D. (2017). Resolución de problemas: escenario del pensamiento crítico en la didáctica de las ciencias. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 13(2), 122-150.