

## Aprendizaje basado en proyectos un campo fértil para la enseñanza de los residuos sólidos a través de controversias socio científicas

**Giselle Escobar Rivero**

Colegio Esperanza, Quilpué  
[quimicagiselle@gmail.com](mailto:quimicagiselle@gmail.com)

### Resumen

La gestión efectiva de residuos sólidos (RS) es un desafío crítico en la actualidad, con implicaciones significativas para el medio ambiente y la calidad de vida de las comunidades. Esta investigación se centra en la enseñanza de residuos sólidos a través del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), utilizando controversias sociocientíficas (CSC) como estrategia pedagógica. La relevancia de esta investigación radica en su capacidad de formar ciudadanos conscientes y comprometidos capaces de abordar cuestiones ambientales complejas. La investigación se basa en la idea de que las controversias sociocientíficas son un vehículo efectivo para fomentar el aprendizaje crítico y la toma de decisiones informadas. Al involucrar a los estudiantes en proyectos que abordan conflictos y desafíos reales relacionados con la gestión de residuos, se promueve una comprensión más profunda de la problemática y se desarrollan habilidades de pensamiento crítico. El estudio se enmarca en la necesidad de preparar a las generaciones futuras para enfrentar los desafíos ambientales y tomar decisiones éticas relacionadas con la gestión de residuos sólidos. Si bien esta se limita a un contexto educativo específico, su enfoque en la aplicación práctica de conceptos ambientales y la promoción de la conciencia ambiental lo convierten en un paso importante hacia la formación de ciudadanos más responsables. Este estudio busca responder a la pregunta de ¿cómo el uso de CSC en una secuencia de aprendizaje de ABP puede ser una estrategia efectiva para la enseñanza de residuos sólidos? En consecuencia, este estudio contribuye a proporcionar evidencias concretas sobre la efectividad que tiene el uso de ABP con CSC para la enseñanza de RS, destacando además la formación de ciudadanas y ciudadanos más conscientes de su entorno.

**Palabras Clave:** Residuos sólidos, Aprendizaje Basado en Proyectos, controversias sociocientíficas, gestión de residuos, conciencia ambiental.

### Introducción

En Chile, durante el año 2019 se publicaron las nuevas bases curriculares para los cursos de tercero y cuarto medio, en las cuales se señalan las nuevas asignaturas para estos niveles, las que entraron en ejecución durante el año 2020. En estos niveles, de acuerdo con las nuevas bases curriculares, se ha incorporado una asignatura llamada Ciencias para la Ciudadanía, la que contribuye a abordar los desafíos de canalizar el interés por la ciencia y lograr una alfabetización científica del estudiantado.

En esta asignatura, se presentan una serie de enfoques didácticos y conceptuales, los cuales han sido descritos en el plan de estudios de la asignatura (MINEDUC 2019). Estos

enfoques descritos son: naturaleza de la ciencia, grandes ideas de la ciencia, habilidades y actitudes científicas, aprendizaje basado en problemas y proyectos (ABP), y ciudadanía digital. Una de las estrategias de enseñanza aprendizaje que forma parte de los enfoques didácticos en esta asignatura es el uso de ABP ya que se propone utilizarlo en los diferentes módulos y unidades de aprendizaje y así realizar trabajos y proyectos utilizándolo para que los estudiantes puedan investigar y proponer soluciones a partir de problemáticas sociocientíficas de necesidades cotidianas para mejorar lograr así mejoras en los niveles de alfabetización científica en esos cursos.

En la actualidad, la gestión de residuos sólidos se ha convertido en un tema de preocupación a nivel global debido a las repercusiones que estos tienen en el medio ambiente y la calidad de vida de las comunidades (PNUMA, 2018). En este contexto, la enseñanza efectiva sobre la gestión de residuos sólidos toma un papel crucial en la educación ambiental. Esta investigación se centra en la esfera de la enseñanza de residuos sólidos, utilizando como estrategia el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), con el fin de explorar cómo el uso de las controversias sociocientíficas pueden ser un vehículo poderoso para fomentar el aprendizaje crítico y la toma de decisiones informadas en relación con esta problemática.

La relevancia de esta investigación radica en su capacidad para abordar una problemática que impacta en lo social y educativo. La enseñanza de residuos sólidos no se limita a la adquisición de conocimientos técnicos y teórico; también implica la formación de ciudadanos y ciudadanas conscientes y responsables de abordar cuestiones ambientales complejas. Al emplear controversias sociocientíficas como vehículo de enseñanza, se promueve un enfoque crítico y reflexivo entre los y las estudiantes, equipándolos con habilidades necesarias para evaluar de manera informada las prácticas de gestión de residuos en su entorno y participar activamente en la toma de decisiones relacionadas (Sadler, 2011).

Diversos estudios ambientales han abordado la enseñanza, de cuestiones sociocientíficas utilizando el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) como estrategia efectiva. En palabras de Sadler (2011), "la enseñanza de controversias sociocientíficas a través de proyectos puede ser un catalizador para el aprendizaje activo y el compromiso de los estudiantes en temas ambientales". Además, el trabajo de Zeidler et al. (2002) ha destacado la importancia de desarrollar la competencia en la toma de decisiones éticas y el pensamiento crítico a través de la exploración de controversias.

Si bien esta investigación se sumerge en la enseñanza de residuos sólidos a través de controversias sociocientíficas utilizando el ABP, es importante señalar que el alcance de este trabajo se limita a un contexto educativo específico. Más bien, se enfoca en el potencial de esta estrategia pedagógica para influir en las percepciones y acciones de los estudiantes en relación con la gestión de residuos sólidos (Zeidler et al., 2002).

En este contexto, el problema central que guía esta investigación se presenta en la siguiente interrogante: ¿Cómo el uso de controversias sociocientíficas en una SEA de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) puede ser una estrategia efectiva para la enseñanza de residuos sólidos? Para responder a esta pregunta, se explorará la implementación de una secuencia de

aprendizaje, evaluando su impacto en el aprendizaje y el compromiso de los estudiantes con la gestión de residuos sólidos (PNUMA, 2018).

El propósito de esta investigación radica en evaluar la efectividad del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) utilizando controversias sociocientíficas como estrategia pedagógica para la enseñanza de residuos sólidos en un contexto educativo específico.

### Marco de referencia

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es una estrategia pedagógica que involucra a los y las estudiantes en la planificación y ejecución de proyectos auténticos, fomentando la resolución de problemas, la colaboración y la aplicación práctica de conocimientos (Thomas, 2000; Blumenfeld et al., 1991). La relevancia de la enseñanza de residuos sólidos en la educación contemporánea radica en su impacto ambiental, social y económico (PNUMA, 2018). Este marco teórico se explora cómo el ABP puede ser una herramienta efectiva para abordar la enseñanza de residuos sólidos, especialmente cuando se incorporan controversias sociocientíficas y se busca promover la alfabetización científica.

Durante estos últimos cinco años el currículo nacional Chileno ha llevado a cabo diferentes ajustes que ponen como eje central de la educación en ciencias a la alfabetización científica (AC), donde se hace hincapié en incorporar actitudes dirigidas al desarrollo social y ético de estudiantes, que involucran trabajar en el desarrollo de habilidades científicas de forma progresiva para lograr la comprensión de fenómenos más complejos a través de la asignatura Ciencias para la Ciudadanía en el Plan Común de Formación General de tercero y cuarto medio (MINEDUC, 2019).

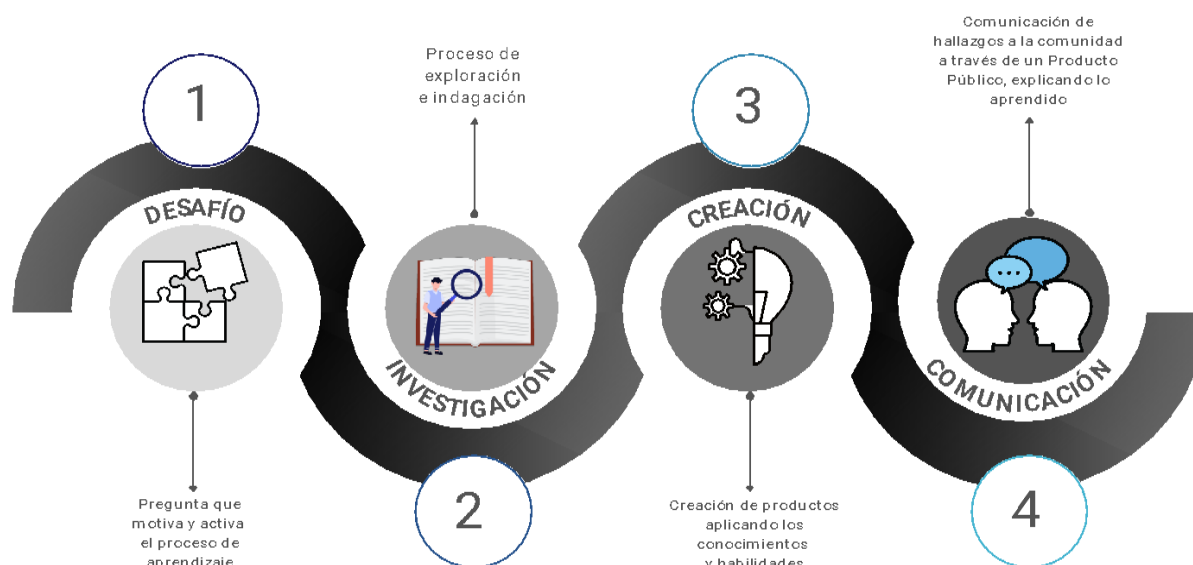
Por otro lado es importante considerar el protagonismo que en la asignatura se le da a la estrategia de ABP para poder abarcar CSC y de esa manera incorporar la alfabetización científica como un escenario importante, y a raíz de esto plantear metodologías de enseñanza activa que vayan acorde a los requerimientos que la (AC) demanda y una de esta es el uso del aprendizaje basado en proyectos (ABP) que como indica Sánchez (2013), permite la adquisición de ciertos aprendizajes y destrezas en el estudiante como lo es la búsqueda de información, el trabajo en equipo, la gestión del tiempo, etc. Lo que se pretende entonces es que el estudiantado pueda aplicar los conocimientos adquiridos sobre un tema específico y resolver problemas de la vida cotidiana.

Esta secuencia se enmarca en el uso del ABP para generar un contexto de trabajo y asegurar un aprendizaje en los estudiantes, este modelo se logra con la realización de un producto que aborda una necesidad, un desafío o una problemática. Para ello (Larmer, Mergendoller, & Boss, 2015) proponen seguir una ruta de aprendizaje en varios pasos: (Ver Figura 1)

1. **Lanzamiento del proyecto: Desafío.** Donde los/as estudiantes se involucran con la problemática del proyecto, que se expresa como una pregunta desafiante o conducente. Esta pregunta se caracteriza por ser auténtica, significativa y motivadora y por dar comienzo a un proceso de aprendizaje riguroso.
2. **Construcción de conocimiento, comprensión y habilidades: Investigación.**

Los y las estudiantes buscan dar respuesta a este desafío desde múltiples fuentes; formulan hipótesis, investigan, entrevistan a expertos y a sus comunidades, levantan datos y exploran técnicas para ir comprendiendo en profundidad la temática del desafío y poder dar respuestas.

3. **Desarrollo y revisión de ideas y productos: Creación.** Los y las estudiantes se introducen en la fase de Creación de productos (tangibles o intangibles), tales como informes, explicaciones, esquemas, pinturas, guiones, textos narrativos, maquetas, canciones o afiches, videos, entre otros.
4. **Presentación del producto y de la respuesta de la pregunta orientadora: Comunicación.** Dan cuenta de sus aprendizajes, organizando los distintos productos en una muestra pública coherente con los objetivos del proyecto y la pregunta desafiante o conducente.



**Figura 1:** Ruta de aprendizaje ABP según Larmer, Mergendoller, & Boss, 2015 (Fuente: elaborado con CANVA)

Es importante mencionar que para lograr resultados de alta calidad (Larmer, Mergendoller, & Boss, 2015) proponen siete elementos esenciales para la planificación y desarrollo de proyectos, denominado estándar de oro, estos son: problema o pregunta desafiante, investigación sostenida, autenticidad, voz y elección de lo estudiantes, reflexión, crítica y revisión, producto público.

Estos resultados pueden ser posibles considerando diferentes instancias que muevan al estudiante por diferentes escenarios, contemplando la problemática ambiental que está abordando la SEA.

### **Controversias sociocientíficas en la enseñanza de los residuos sólido**

El uso de controversias sociocientíficas en la enseñanza de residuos sólidos ayuda a poder acercar esta temática a los estudiante ampliando y dando evidencias concretas de la

problemática que estos están generando en el medio ambiente, es por ello que usar CSC permite al estudiante explorar y comprender aspectos éticos, sociales y políticos de la gestión de residuos (Kolstø, 2001). Esta perspectiva crítica y reflexiva es fundamental para que los estudiantes se conviertan en ciudadanos informados y participativos en la toma de decisiones ambientales (Zeidler et al., 2002).

El foco sociocientífico de esta SEA se enmarca en abordar ideas de la ciencia, para Wynne Harlen (2010) la educación científica se sustenta en diez principios, se mencionan dos que hace referencia al foco sociocientífico que aborda la SEA

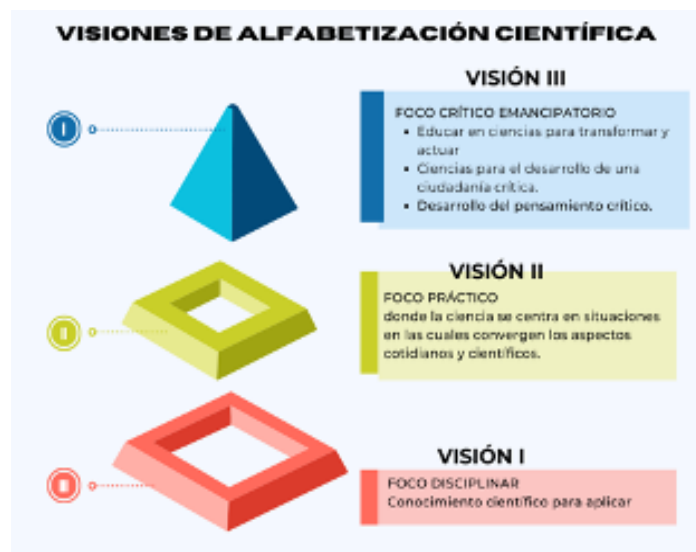
- a) El objetivo principal de la educación en ciencias debiera ser capacitar a todos los individuos para que informadamente tomen parte en las decisiones y participen en acciones que afectan su bienestar personal y el bienestar de la sociedad y de su medio ambiente.
- b) 2) La educación en ciencias tiene múltiples metas y debería estar orientada a desarrollar: Comprensión de un conjunto de “grandes ideas” en ciencias que incluyan ideas de la ciencia e ideas acerca de la ciencia y su rol en la sociedad.

El primero de los principios se conecta con una de las grandes ideas que abarca esta secuencia la idea de que el conocimiento científico no debe estar separado de la realidad y problemáticas sociales, culturales y ambientales.

Es por ello que construir escenarios en donde el estudiantado es el protagonista y se hace parte de generar un proyecto que puede marcar un antes y un después de una situación es relevante y se enmarca en poder desarrollar pensamiento crítico y así poder fomentar y ayudar a mejorar la alfabetización científica. En el trabajo de Sadler y Zeidler (2009), se indica que durante los últimos 50 años la alfabetización científica ha sido reconocida internacionalmente como una de las finalidades de la educación. Por lo mismo resulta interesante ver diferentes definiciones e interpretaciones que se refieren a la alfabetización científica y como ha ido evolucionando en su concepto y en la amplitud de ideas que esta ha ido tomando. Norris y Phillips (2003), realizan una recopilación de definiciones de alfabetización científica, de las cuales generan una sistematización que permite organizarlas en definiciones y concepciones relacionadas a los conocimientos y capacidades que esta pretende abordar.

La figura 2 nos muestra las diferentes visiones de alfabetización científica propuesta por Roberts (2007), que propone una visión I y una visión II, donde la ciencia se centra en situaciones en las cuales convergen los aspectos cotidianos y científicos y Sjöström y Eilks (2018), proponen una visión III de alfabetización científica que avance hacia una educación en ciencias para la sostenibilidad. La visión III propuesta por Sjöström y Eilks (2018) responde al objetivo de propiciar una educación en ciencias que aborde aprendizajes más allá del conocimiento de los contenidos, contextos y procesos de la ciencia, ya que insta a poder avanzar hacia el desarrollo de habilidades generales a partir de problemáticas relevantes para un desarrollo sostenible de nuestra sociedad y el mundo global. Por lo mismo es esta visión III la que pretende abarcar esta secuencia de aprendizaje ya que es relevante de incorporarla para una adecuada alfabetización científica en el desarrollo y

planificación de una unidad didáctica que contemple aspectos globales y que trascienden a lo netamente científico.



**Figura 2:** Visiones de alfabetización científica según Roberts (2007) y Sjöström y Eilks (2018) (Fuente: elaborado con CANVA)

Además, las investigaciones han demostrado la eficacia de enfoques pedagógicos activos, como el aprendizaje basado en proyectos (ABP) y el uso de controversias sociocientíficas (CSC) favorecen la alfabetización científica de los estudiantes (Sadler, 2011; Zeidler et al., 2002).

### Enseñanza de los residuos sólidos

La enseñanza de los residuos sólidos reviste una importancia crítica en la actualidad debido a su impacto directo en el medio ambiente y en la vida cotidiana de las comunidades (PNUMA, 2018). La gestión inadecuada de los residuos sólidos conlleva consecuencias negativas, como la contaminación del aire y el agua, la degradación de los ecosistemas y la proliferación de enfermedades (Eriksson et al., 2018; Hoornweg et al., 2013). Además, el agotamiento de los recursos naturales y el cambio climático están directamente relacionados con la gestión de residuos (Díaz et al., 2017; Singh et al., 2019).

En este contexto, la enseñanza sobre residuos sólidos se convierte en un componente esencial para fomentar la conciencia ambiental y la acción ciudadana responsable (Corraliza et al., 2012). Al formar estudiantes en el manejo adecuado de los residuos, se promueve la adopción de prácticas sostenibles en su vida diaria y se les empodera como agentes de cambio (Liu et al., 2020). Además, la enseñanza de residuos sólidos se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, en particular, con el Objetivo 12 de Consumo y Producción Responsables (ONU, 2015).

### Revisión del currículo

El currículo en la asignatura de ciencias para la ciudadanía sitúa al contenido de los residuos

sólidos en el módulo de ambiente y sostenibilidad, en la unidad II: Consumo sostenible y protección ambiental ¡ya es hora de actuar!. El propósito de esta unidad busca que los y las estudiantes reflexionen, debatan y tomen conciencia de la urgencia de proteger nuestro ambiente y consumir sosteniblemente, considerando interrogantes cómo ¿Necesitamos todo lo que consumimos? ¿Qué es una estrategia de consumo sostenible? ¿Cómo proteger y utilizar de manera sostenible los recursos naturales? ¿Qué espacios de participación existen en mi localidad para la protección del medio ambiente? ¿Qué problemas socio-ambientales deben atenderse en mi localidad?

En la Tabla 1 se muestra la unidad que contempla el módulo de ambiente y sostenibilidad y los objetivos de aprendizaje que se consideraron para el diseño de esta secuencia didáctica.

**Tabla 1:** Unidades y objetivos de aprendizaje seleccionados para el diseño de la secuencia. (Fuente: Elaboración propia)

Módulo	Unidades	Objetivos de aprendizaje
<b>Ambiente y sostenibilidad</b>	Unidad II: Consumo sostenible y protección ambiental ¡ya es hora de actuar!	OA 2. Diseñar proyectos locales, basados en evidencia científica, para la protección y utilización sostenible de recursos naturales de Chile, considerando eficiencia energética, reducción de emisiones, tratamiento de recursos hídricos, conservación de ecosistemas o gestión de residuos, entre otros. OA g. Diseñar proyectos para encontrar soluciones a problemas, usando la imaginación y la creatividad. OA i. Analizar críticamente implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales de problemas relacionados con controversias públicas que involucran ciencia y tecnología

Además es importante considerar las actitudes que demanda el currículo para que sean abordadas con el estudiantado en el desarrollo de la unidad II:

- Participar asumiendo posturas razonadas en distintos ámbitos: cultural, social, político y medioambiental, entre otros.
- Responsabilidad por las propias acciones y decisiones con consciencia de las implicancias que estas tienen sobre uno mismo y los otros.
- Trabajar colaborativamente en la generación, desarrollo y gestión de proyectos y la resolución de problemas, integrando las diferentes ideas y puntos de vista.
- Tomar decisiones democráticas, respetando los derechos humanos, la diversidad y la multiculturalidad.

Para poder llevar a cabo esta unidad de aprendizaje, el programa de estudio propone un tiempo estimado de 9 semanas y dentro de este periodo deben abordarse las temáticas propuestas para la segunda unidad, ahora bien el objetivo de aprendizaje que se desarrollara en esta SEA es el OA 2. (MINEDUC, 2019)

El currículo sugiere la siguiente progresión de contenidos para abordar la temática de residuos sólidos.

- Ciclo de vida de los productos y su impacto ambiental
- Desechos peligrosos
- Composición de la basura
- Contaminación de residuos sólidos

- Biodegradación de desechos
- Consumo responsable y reciclaje

Los indicadores de evaluación que se consideran para poder cumplir con el OA2 son los siguientes:

- Identifican oportunidades o necesidades para la protección ambiental a nivel local a partir de la investigación de la utilización de recursos naturales de Chile, considerando eficiencia energética, reducción de emisiones, tratamiento de recursos hídricos, conservación de ecosistemas o gestión de residuos, entre otros.
- Examinan soluciones para la protección y utilización sostenible de recursos naturales en Chile que respondan a necesidades ambientales existentes a nivel local.
- Diseñan y planifican soluciones creativas para la protección y utilización sostenible de recursos naturales en contexto local, evaluando sus implicancias sociales, éticas y legales

### Revisión de los textos de estudios de ciencias para la ciudadanía

La revisión bibliográfica siempre es una herramienta muy útil, pues es una fuente de información directa que tienen las y los estudiantes para poder revisar una temática en particular, en este caso son los residuos sólidos. Para poder establecer una comprensión más detallada del tema abordado en los textos de estudio de ciencias para la ciudadanía, se consideraron cuatro textos de estudios del módulo de ambiente y sostenibilidad. (Ver tabla 2).

**Tabla 2:** Presentación de los textos analizados (Fuente: Elaboración propia)

ID	Autores	Año	Editorial	Páginas
L1: Texto del estudiante de ciencias para la ciudadanía	Eugenia Águila Garay, Marisol Flores Prado, Pablo Valdés Arriagada	2022	Ediciones Malva	194-199
L2: "Ciencias para la Ciudadanía: Ambiente y Sustentabilidad"	Gonzalo Guerrero Hernández, Víctor Salinas Silva, Alexandra Aspee Osorio, Tania Pardo Cavieres, Gloria Menares Vilches, Marjorie Ibacache Plaza, Pablo Malhue Campusano, René Catrileo Leyton, César Plaza Tapia, Fabiola González Muñoz, Lizzette Maldonado Silva, Jonathan Vargas Valencia Justinne Rybertt Goldammer, Loreto Stambuk Buc, Marcela Otto Vera	2022	ISBN N° 978-956- 8388-25-6 Santiago de Chile, 2022	8-14-18
L3: 3° y 4° medio Ciencias para la ciudadanía: Ambiente y sostenibilidad	María Elizabeth Valencia Escobar	2020	Editorial SM, proyecto SAVIA	50-61
L4: Ciencias para la ciudadanía plan común formación general (Módulo ambiente y sostenibilidad y tecnología)	Carolina Molina Millán	2020	Editorial Santillana	38-53

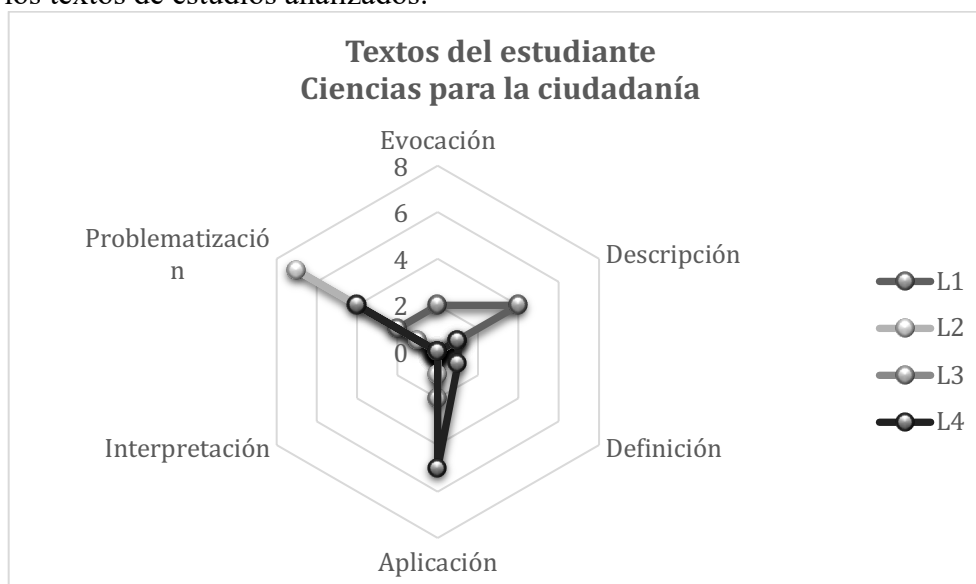
y sociedad)

Con ellos se realizó un análisis de las ilustraciones contenidas en los textos para entender para qué se emplean las imágenes del fenómeno estudiado y en qué pasajes del libro se sitúan. Para poder realizar esto se utilizó la categorización propuesta por Perales y Jiménez (2002), que hace relación a la función de la secuencia didáctica en la que aparecen las ilustraciones. Ver Tabla 3.

**Tabla 3:** Categorías establecidas en la función de la secuencia didáctica en la que aparece la ilustración (Fuente: Perales y Jiménez 2002)

Nombre	Descripción
Evocación	Se hace referencia a un hecho de la experiencia cotidiana o concepto que se supone conocido por el alumno.
Definición	Se establece el significado de un término nuevo en su contexto teórico.
Aplicación	Es un ejemplo que extiende o consolida una definición.
Descripción	Se refiere a hechos o sucesos no cotidianos que se suponen desconocidos por el lector y que permiten aportar un contexto necesario. También se incluyen en esta categoría conceptos necesarios para el discurso principal pero que no pertenecen al núcleo conceptual.
Interpretación	Son pasajes explicativos en los que se utilizan los conceptos teóricos para describir las relaciones entre acontecimientos experimentales.
Problematización	Se plantean interrogantes no retóricos que no pueden resolverse con los conceptos ya definidos. Su finalidad es incitar a los alumnos a poner a prueba sus ideas o estimular el interés por el tema presentando problemas que posteriormente justifican una interpretación o un nuevo enfoque.

Siguiendo la categorización anterior se presentan a continuación los resultados obtenidos a partir de los textos de estudios analizados:



**Figura 3:** Gráfico radial de L1,L2,L3 y L4 con las categorías establecida por Perales y Jiménez 2002 (Fuente: elaboración propia)

El primer texto analizado desarrolla el tema de residuos, incluyendo el término basura, que lo explica como aquellas sustancias que terminan en el vertedero, pero también lo aborda como aquellas sustancias que se les puede dar otro uso o que se pueden reciclar y así evitar un deterioro medioambiental. También incluye el término de plástico, y lo aborda como una macromolécula, polímeros, menciona que son estables en el medio ambiente y que se caracterizan por ser livianos, resistentes y no se oxidan. Sin embargo, también establece que al desecharlos son residuos que tardan mucho tiempo en descomponerse y además ocupan un gran volumen en relación a su masa. Incentiva al lector a escoger productos reciclables y reciclados, de esa manera fomentar el consumo sostenible. Se puede apreciar en la Figura 3 como predomina la categoría de descripción, pues se describen fenómenos que abarca el tema de los residuos plásticos.

El texto L2, se caracteriza porque la forma que tiene de abarcar la temática de los RS es a partir de la problematización y su implicancia en los ecosistemas y en la vida del ser humano. Dando un énfasis a la generación de conciencia sobre los desechos plásticos que se producen en los hogares, informando sobre los tipos, el origen y en donde van a parar una vez que son transformados en desechos.

El tercer texto L3 la categoría que predomina es la aplicación ya que aborda la temática desde los materiales reciclables, situándolo en dos ejemplos de uso cotidiano como lo son el plástico y el cartón, explicando que muchos materiales están fabricados a partir de materias primas de origen vegetal, en el caso del cartón los árboles y en el caso del plásticos, de los combustibles fósiles, para ambos casos se mencionan características con respecto a si se pueden reutilizar, si son biodegradable, el tiempo que tardan en descomponerse. Para terminar de abordar la temática se menciona la ley de reciclaje, para referirse a las características de un consumo sostenible.

El último texto L4 las categorías predominantes son la problematización y aplicación, ya que al realizar el análisis trata la temática de los residuos, explicando lo que son, como se clasifican, la importancia de una buena gestión y un buen manejo de estos y las consecuencias que traen al medio ambiente a partir de la acumulación y su mal manejo lo que conlleva a la contaminación de la aguas y de los mares, alteración en los ecosistemas, degradación de los suelos y contaminación del aire.

### **Revisión de las concepciones alternativas**

Es importante considerar las concepciones que presentan los y las estudiantes en relación a los residuos sólidos. Desde la experiencia como docente resulta interesante saber que se entiende. En el estudio de Valencia y Krüger (2021) de las concepciones alternativas establecen que estas se fundamentan en la calidad de enseñanza recibida y en la experiencia, en la cual fue aprendida, a través de la interacción con el medio social y cultural, esto mediante los propios sistemas de procesamiento cerebral de la información que tiene cada individuo. Por tanto, la búsqueda bibliográfica referente a las concepciones alternativas de los residuos sólidos se hace importante ya que referencia varios términos, como basura, plásticos, polímeros, entre otros.

Según Saavedra, Ospina y Moreno (2010), la terminología utilizada en los libros de texto sobre polímeros no es adecuada, ya que se utilizan términos como "plásticos, resinas, elastómeros o fibras sintéticas" para referirse a estos materiales y se consideran sinónimos. Además, se demostró que una concepción alternativa común es que "los polímeros son perjudiciales para el medio ambiente", sin tener en cuenta que estas macromoléculas se encuentran de forma natural (y artificial) en nuestro planeta y que el desarrollo tecnológico de estos materiales ha aportado beneficios a la humanidad (Eyerer, Weller y Hübner, 2010). Moreno y Calvo (2021) investigaron las concepciones sobre el manejo de residuos sólidos en una comunidad de Bogotá en donde realizaron la siguiente pregunta ¿Qué comprende usted acerca del concepto de residuo sólido? La respuestas fueron:

- Basura.
- Son cosas que no sirven, materia fecal.
- Lo que contamina uno, como aceite y objetos.
- Son desechos que pueden ser orgánicos e inorgánicos.
- Todos los desechos que uno produce en casa.
- Los desechos de una construcción o de una remodelación.

### Mapa de progreso

A partir del análisis curricular se puede generalizar que este se enfoca en el desarrollo de habilidades científicas y actitudes que promuevan la participación, la responsabilidad ambiental, la toma de una postura frente a una problemática, la participación activa en la creación de ideas, el trabajo colaborativo. Además incentiva a la elaboración de proyectos, por esa razón es pertinente considerar trabajar las temáticas propuestas en el currículo a partir de esa modalidad. En este caso la temática escogida son los residuos sólidos (RS) en donde a partir de esta propuesta se abordará otros subtemas como los son la clasificación de los residuos, codificación, ciclo de vida entre otros, abarcando así varios contenidos sugeridos en el currículo.

Para poder explicitar los aprendizajes y el desarrollo de habilidades a continuación se presenta el mapa de progreso para trabajar los residuos sólidos este se sustenta en cinco ideas, que se irán desarrollando a medida que van avanzando de forma progresiva, estas van desde lo concreto a lo más abstracto y las actividades propuestas también avanzan desde lo más simple a lo más complejo. Considerando que es un mapa de progreso que se sustenta en el ABP, la gran idea a la que los y las estudiantes deben llegar es construir aprendizaje con responsabilidad social y cuidado por su entorno. Esto se enmarca también a poder trabajar con el ODS 12 de producción y consumo responsable, en conjunto con la gestión de los residuos sólidos. Cada una de las actividades que se proponen, se relacionan con la temática a abordar y están intencionadas de manera tal, que a medida que van avanzando en las actividades podrán ir construyendo su propio proyecto y así ir avanzando en cada una de las fases que contempla el trabajo con ABP, descrito anteriormente (Ver figura 1).

Las preguntas planteadas también van acorde con cada una de las actividades que se proponen para poder concretar el proyecto e ir abarcando las cinco ideas centrales que se elaboraron y se seleccionaron para por culminar el proceso.

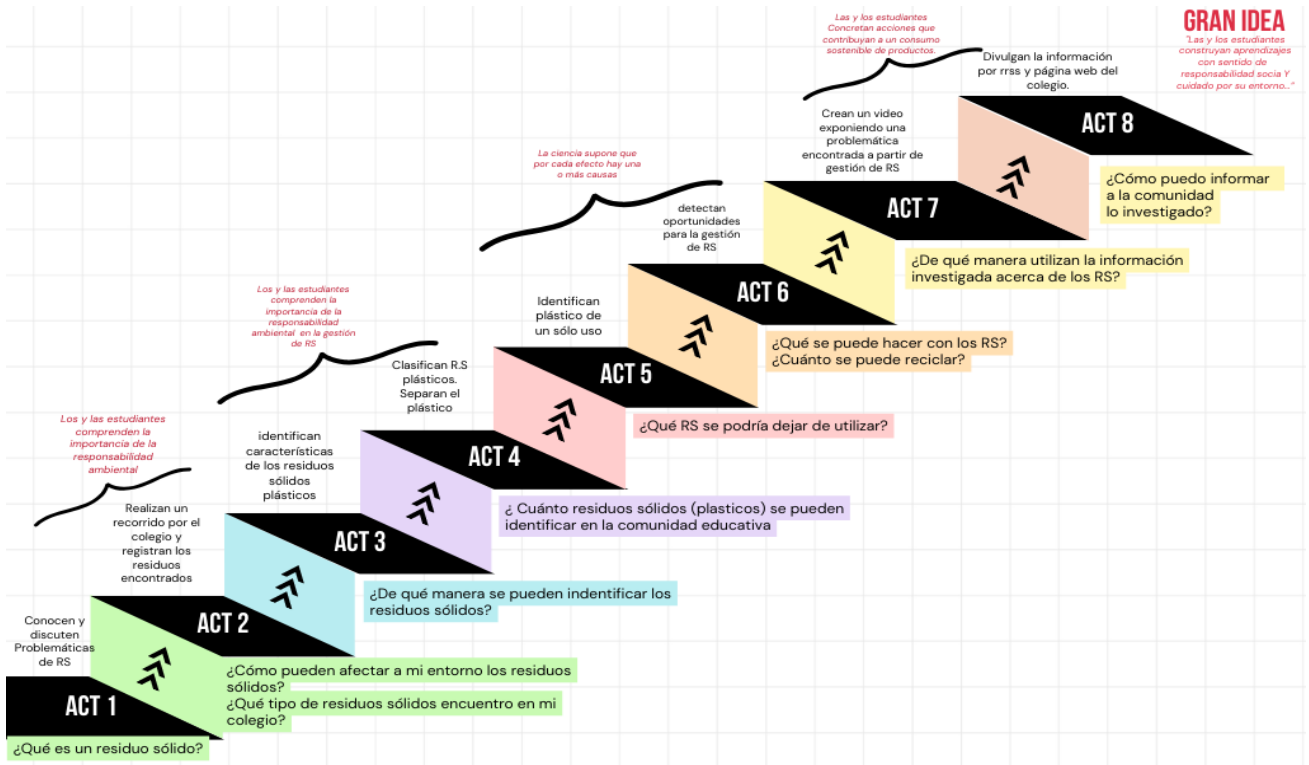


Figura 4: Mapa de progreso (Fuente elaboración propia. Elaborado con CANVA)

**Actividades de la Secuencia**

Esta propuesta está diseñada a partir de la estructura de ABP propuesto por Larmer, Mergendoller, & Boss (2015). Destacando las 4 fases que contemplan para su puesta en marcha, (desafío, investigación, creación y comunicación). Por lo tanto, se evidencian las diferentes instancias por las que se debe pasar para abordar la totalidad de las etapas que contempla la elaboración del proyecto. Partiendo con una actividad de activación, para que puedan construir la respuesta a una pregunta que oriente su investigación y de esa manera intencionar la discusión y la toma de acuerdos. Para poder seguir construyendo el conocimiento y desarrollando habilidades comienzan con la recopilación de información y evaluación de la misma, para posteriormente realizar el análisis de los resultados obtenidos y generar soluciones a partir del mismo. Cabe destacar que antes de comenzar a elaborar cada una de las actividades se organizan grupos de trabajos, pues esta propuesta necesita la conformación y la realización de trabajo colaborativo en donde cada integrante del grupo tendrá un rol importante en la elaboración del proyecto.

**Tabla 4:** Estructura didáctica de SEA en base al ABP según Larmer, Mergendoller, & Boss, 2015 (Fuente: elaboración propia).

Nivel de progreso	Actividad	Etapa del ciclo de ABP	Título de la tarea	Tipo de actividad	Objetivo, habilidad, competencia, etc..
Inicial	Conocen y discuten problemáticas de residuos sólidos (RS)	Desafío <b>ETAPA 1</b>	Desentrañando los residuos sólidos	Actividad de indagación donde visualizan diferentes fuentes de información (noticias, artículos científicos)	Indagación Observación Distribuir roles de trabajo en equipo
Inicial	Recorren las dependencias del colegio y realizan un registro de los residuos encontrados.	Desafío <b>ETAPA 1</b>	¿Qué residuos hay en mi colegio?	Actividad de Observación	Observación de fenómenos
Intermedio	Identifican características de los residuos sólidos plásticos encontrados	Investigación <b>ETAPA 2</b>	“Codificando ando”	Actividad de análisis	Análisis de datos obtenidos
Intermedio	Clasifican RS y separan el plástico Identifican plástico de un solo uso.	Investigación <b>ETAPA 2</b>	“Clasificando ando”	Actividad de recolección e identificación de tipo de RS	Clasificar Identificar
Intermedio	Recopilan datos y analizan tendencias	Investigación <b>ETAPA 3</b>	Elaboración de encuesta	Actividad de identificación de tipo de residuo	Clasificar Identificar
Avanzado	Detectan oportunidades para la gestión de residuos.	Creación <b>ETAPA 3</b>	Creación de un audiovisual (parte I)	Actividad de creación de propuesta de video.	Diseñar un video
Avanzado	Crean un video exponiendo una problemática encontrada a partir de la gestión de RS.	Creación <b>ETAPA 3</b>	Creación de un audiovisual (parte II)	Actividad de creación de propuesta de video	Crear un video
Avanzado	Presentan mediante un elevator pitch Divulgan información por redes sociales y página web del colegio.	Comunicación. <b>ETAPA 4</b>	Elevator Pitch	Actividad de presentación y divulgación de la información.	Presentar el producto final. Divulgar información

- Esta unidad didáctica busca que los estudiantes reflexionen, debatan y tomen conciencia de la urgencia de proteger nuestro ambiente y consumir sosteniblemente,

considerando interrogantes cómo ¿Necesitamos todo lo que consumimos? ¿Qué es una estrategia de consumo sostenible? ¿Cómo proteger y utilizar de manera sostenible los recursos naturales? ¿Qué espacios de participación existen en mi localidad para la protección del medio ambiente? ¿Qué problemas socio-ambientales deben atenderse en mi localidad?

En el desarrollo de esta secuencia didáctica se responden varias de las preguntas que plantean las bases curriculares para la asignatura de ciencias para la ciudadanía en la unidad II del módulo de ambiente y sostenibilidad, tomando el contenido de los residuos sólidos. A continuación, se presentan las habilidades, objetivos de aprendizajes, actitudes e indicadores que se trabajarán en esta secuencia a partir de lo establecido en las bases curriculares.

**Tabla 5:** Bases curriculares 3° y 4° medio 2019.

Eje temático	<b>MÓDULO AMBIENTE Y SOSTENIBILIDAD</b>	
	<b>Unidad II: Consumo sostenible y protección ambiental ¡ya es hora de actuar!</b>	
Objetivos de aprendizaje	<p><b>OA 2.</b> Diseñar proyectos locales, basados en evidencia científica, para la protección y utilización sostenible de recursos naturales de Chile, considerando eficiencia energética, reducción de emisiones, tratamiento de recursos hídricos, conservación de ecosistemas o gestión de residuos, entre otros.</p> <p><b>OA g.</b> Diseñar proyectos para encontrar soluciones a problemas, usando la imaginación y la creatividad.</p> <p><b>OA i.</b> Analizar críticamente implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales de problemas relacionados con controversias públicas que involucran ciencia y tecnología</p>	
Habilidad y procesos de investigación científica	Objetivo de aprendizaje Eje temático	Ejemplo de actividades
<ul style="list-style-type: none"> <li>Planificar y conducir una investigación</li> <li>Analizar e interpretar datos</li> <li>Construir explicaciones y diseñar soluciones</li> <li>Evaluar</li> </ul>	Diseñar proyectos locales, basados en evidencia científica, para la protección y utilización sostenible de recursos naturales de Chile, considerando eficiencia energética, reducción de emisiones, tratamiento de recursos hídricos, conservación de ecosistemas o gestión de residuos, entre otros.	Comprenden lo que es un residuo sólido mediante el análisis crítico de noticias y reportajes, valorando la importancia de la problemática de los residuos sólidos y la necesidad de tomar medidas para reducir, reciclar y reutilizar a partir de la colaboración y el trabajo en equipo.
<b>Actitudes</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Responsabilidad por las propias acciones y decisiones con conciencia de las implicancias que estas tienen sobre uno mismo y los otros.</li> <li>Trabajar colaborativamente en la generación, desarrollo y gestión de proyectos y la resolución de problemas, integrando las diferentes ideas y puntos de vista.</li> <li>Tomar decisiones democráticas, respetando los derechos humanos, la diversidad y la multiculturalidad.</li> </ul>		
<b>Indicadores de evaluación</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identifican oportunidades o necesidades para la protección ambiental a nivel local a partir de la investigación de la utilización de recursos naturales de Chile, considerando la conservación de ecosistemas o gestión de residuos, entre otros.</li> <li>Examinan soluciones para la protección y utilización sostenible de recursos naturales en Chile que respondan a necesidades ambientales existentes a nivel local.</li> <li>Diseñan y planifican soluciones creativas para la protección y utilización sostenible de recursos naturales en contexto local.</li> </ul>		
Destinatarios	Estudiantes de tercero y cuarto medio que cursan la asignatura de ciencias para la ciudadanía, en el módulo de ambiente y sostenibilidad.	
Temporalidad	4 Sesiones (de 90 minutos cada una)	

**Tabla 6:** Construcción de las grandes ideas en los ejes temáticos (Fuente: bases curriculares)

<b>Grandes ideas (GI)</b>	<b>Objetivos de aprendizaje</b>
<p>"Las y los estudiantes construyen aprendizajes con sentido de responsabilidad social y cuidado por su entorno..."</p> <p>La ciencia supone que por cada efecto hay una o más causas.</p> <p>Los y las estudiantes comprenden la importancia de la responsabilidad ambiental en la gestión de Residuos sólidos.</p> <p>Comprenden la importancia de la responsabilidad ambiental.</p>	<p>Diseñar proyectos locales, basados en evidencia científica, para la protección y utilización sostenible de recursos naturales de Chile, considerando eficiencia energética, reducción de emisiones, tratamiento de recursos hídricos, conservación de ecosistemas o gestión de residuos, entre otros.</p>

### Desarrollo de la unidad didáctica

El ciclo de aprendizaje constructivista en el contexto de ABP en esta SEA se desglosa en varias etapas (ver figura 5) centradas en la resolución de un problema ambiental, como el impacto de la mala gestión de residuos sólidos. Los estudiantes comienzan identificando el problema, investigando y evaluando la situación. Posteriormente, generan ideas y diseñan propuestas para abordar el problema. A medida que implementan el proyecto, experimentan, reflexionan sobre los resultados y ajustan su enfoque según sea necesario.

El ciclo sigue las fases del Ciclo de Aprendizaje Constructivista según (Jorba y Sanmartí, 1996), dividido en cuatro etapas:

- **Exploración:** Introducción al tema, despertando interés, formulando preguntas y situaciones desafiantes. Se fomenta la observación y la recopilación de información inicial.
- **Introducción de nuevos conceptos:** Los estudiantes, tras explorar el problema, entran en la fase de construcción del conocimiento. Participan activamente en el proceso de aprendizaje, utilizando diversas estrategias para adquirir nuevos conocimientos. Se promueve el trabajo colaborativo y la comunicación entre pares.
- **Sistematización:** Los estudiantes aplican el conocimiento adquirido durante la fase anterior para resolver problemas o llevar a cabo tareas relacionadas con la situación problemática. Se busca la transferencia y contextualización del conocimiento, con reflexión sobre la aplicación y ajustes si es necesario.
- **Aplicación:** Fase final del ciclo de aprendizaje donde los estudiantes reflexionan sobre su proceso de aprendizaje, analizando logros, identificando áreas de mejora y considerando la aplicación de conocimientos y habilidades en otros contextos. La reflexión se comparte, fomentando la retroalimentación y la construcción conjunta de conocimiento. Este enfoque promueve la metacognición, el pensamiento crítico y el desarrollo de habilidades de autorregulación.



**Figura 5:** Esquema comparativo entre ciclo constructivista v/s ciclo ABP (Fuente elaboración propia. Elaborado con CANVA)

### Metodología del diseño didáctico

La investigación realizada en este estudio es flexible y puede estar sujeta a variaciones y modificaciones, por ese motivo se utiliza la investigación basada en el diseño (IBD). Según Guisasola & Oliva (2020), la IBD ofrece varios beneficios en el contexto educativo, entre los que se incluyen:

- Integración de teoría y práctica : La IBD integra la teoría educativa con la práctica docente, permitiendo que las propuestas educativas se desarrollen y evalúen en contextos reales de enseñanza y aprendizaje.
- Mejora continua : Al ser un enfoque iterativo, la IBD permite el rediseño continuo de las intervenciones educativas en función de la retroalimentación obtenida durante su implementación, lo que conduce a mejoras progresivas.
- Participación activa del profesorado :La IBD involucra activamente al profesorado en el diseño, implementación y evaluación de las propuestas educativas, lo que fomenta un enfoque colaborativo y una comprensión más profunda de los procesos de enseñanza y aprendizaje.
- Generación de conocimiento práctico : A través de la IBD, se genera conocimiento práctico sobre cómo mejorar la enseñanza y el aprendizaje en contextos específicos, lo que puede contribuir a la toma de decisiones informadas en el ámbito educativo.

Estos beneficios hacen que la investigación basada en el diseño sea una metodología relevante y efectiva para el desarrollo y la evaluación de propuestas educativas en el contexto real.

### Metodología de la investigación

#### Enfoque y tipo de estudio

El enfoque de este estudio es mixto pues toma elementos de un diseño cuantitativo, esto permitirá obtener datos que pueden evaluarse estadísticamente y cualitativo que permitirá comprender cómo se desarrollan las dinámicas con los diferentes equipos de trabajos y cómo interactúan en la realización de actividades, así se puede explorar en profundidad las experiencias, percepciones de estudiantes involucrados en la implementación de este ABP

basado en CSC.

### **Participantes**

La muestra inicial era de 42 participantes, conformados y distribuidos en 13 grupos de 2 a 4 estudiantes de los cuales 16 corresponden a varones y 26 a damas que cursan tercer año de enseñanza media de un establecimiento particular subvencionado de la comuna de Quilpué, de la región de Valparaíso. Sus edades fluctúan entre los 16 y 18 años de edad. Todos de forma obligatoria rinden la asignatura de ciencias para la ciudadanía y el módulo de ambiente y sostenibilidad. Cada uno de los estudiantes firmaron un asentimiento informado y sus padres y apoderados firmaron un consentimiento informado respectivamente para poder realizar el estudio.

### **Representación de la muestra**

Este estudio corresponde a una muestra intacta y sólo se limita a un contexto educativo específico, su enfoque en la aplicación práctica de conceptos y la incorporación de CSC mediante el uso ABP lo convierten en un paso importante hacia la formación de ciudadanos más responsables y conscientes de su entorno y medio ambiente capaces de enfrentar desafíos ambientales y tomar decisiones éticas relacionadas con la gestión de residuos sólidos.

### **VARIABLES**

Uso de Controversias Sociocientíficas en una secuencia de aprendizaje de ABP, correspondiente a una variable independiente de tipo continua

Aprendizaje de la gestión de residuos sólidos es una variable dependiente de tipo continua

### **Operacionalización de las variables**

Para la operacionalización de la variable aprendizaje de la gestión de residuos sólidos se utilizará una escala de Likert (tipo pre y post test) de 10 afirmaciones, donde el estudiante debe seleccionar su grado de acuerdo o desacuerdo con cada una de las afirmaciones respecto a su conocimiento sobre residuos sólidos, la escala considera las siguientes respuestas: completamente de acuerdo, de acuerdo, ni de acuerdo ni desacuerdo, en desacuerdo, completamente en desacuerdo. Este instrumento se aplicará antes de iniciar la SEA y al final de la SEA.

La variable uso de controversias sociocientíficas en una secuencia de aprendizaje de ABP, se medirá a partir de los resultados obtenidos en una rubrica en donde están incluidos todos los indicadores de evaluación de cada una de las actividades realizadas en la SEA. Estos se evaluarán utilizando cuatro indicadores de logro: logrado, medianamente logrado, por lograr y no logrado.

### **Instrumentos**

Se utilizarán dos instrumentos:

Escala de Likert validado por juicio de dos expertas, en donde se realizó un análisis de fiabilidad en el cual su alfa de Cronbach dio un valor igual a 0,932, este instrumento se aplicará a todos los participantes antes y después de la aplicación de la SEA, como pre y post test. Este instrumento es para conocer la percepción que tiene el estudiantado con el concepto de reciclaje y el manejo de residuos sólidos. Ver Anexo II

La rúbrica que mide el uso de controversias sociocientíficas en una secuencia de aprendizaje de ABP, será aplicada a aquellos equipos de trabajo en donde sus integrantes estuvieron presentes en todas las sesiones que duró la SEA, y que hayan realizado todas las actividades que esta contemplaba. Estas rúbricas fueron construidas a partir de los indicadores de evaluación de cada actividad y se validaron mediante juicio de expertos. Ver anexo II

### Validaciones de instrumentos

La escala de Likert y las ocho rúbricas que se diseñaron para esta secuencia, pasaron por un proceso de validación por juicio de experto, en donde se contó con la participación de dos expertas en el campo educativo para validar cada instrumento (escala de Likert y rúbricas). Es importante mencionar que existen distintos tipos de validez y para poder realizar esta se utilizó la validez de contenido por juicio de experto (Galicia, Balderrama y Edel, 2017). Cada experta evaluó de forma independiente las rúbricas y escala de Likert propuestas, clasificando cada una en categorías predefinidas, estas fueron suficiencia, claridad, coherencia y relevancia. Las cuales se calificaron en escala de 1 a 4 siendo 1 (no cumple) en donde la rúbrica no es suficiente para abarcar la categoría, 2 (bajo nivel) donde la rúbrica se relaciona con algún aspecto de la categoría, pero no se corresponden con la completamente, 3 (moderado nivel) donde se deben incrementar algunas actividades para poder evaluar la categoría y 4 (alto nivel) indica que las actividades rúbricas son suficientes. Una vez que se adquirieron las clasificaciones de ambas expertas se calculó la concordancia entre ellas utilizando el coeficiente de Kappa.

A continuación, se presenta el promedio obtenido a partir de cada una de las rúbricas propuestas (Ver tabla 7) y en cada una de las preguntas de la escala de Likert elaborada (Ver tabla 8), a partir de las respectivas categorías, según los puntajes obtenidos por las expertas.

**Tabla 7:** Promedio de cada uno de los criterios a partir de las rúbricas propuestas para esta SEA

Actividad	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia
I	4,0	4,0	3,5	4,0
II	4,0	3,5	3,5	4,0
III	4,0	3,5	3,5	4,0
IV	4,0	4,0	3,0	4,0
V	4,0	4,0	4,0	4,0
VI	4,0	4,0	3,0	4,0
VII	4,0	4,0	3,5	4,0
VIII	4,0	4,0	3,0	4,0

**Tabla 8:** Promedio de cada una de las preguntas de la escala de Likert.

Nº pregunta	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia
1	4,0	4,0	4,0	4,0
2	4,0	4,0	4,0	4,0
3	4,0	4,0	3,5	4,0
4	4,0	4,0	4,0	4,0
5	4,0	4,0	4,0	4,0
6	4,0	4,0	4,0	4,0
7	4,0	4,0	4,0	4,0

8	4,0	4,0	4,0	4,0
9	4,0	4,0	4,0	4,0
10	4,0	4,0	4,0	3,5

Las expertas, para las ocho rúbricas y escala de Likert realizaron sugerencias y retroalimentaciones para poder mejorarlas, estas fueron consideradas al momento de analizar los resultados obtenidos una vez implementada la SEA al grupo de estudio.

Con los datos ya obtenidos, se procedió a determinar el coeficiente de Kappa que es una medida de concordancia que tiene en cuenta el acuerdo observado entre los evaluadores y el acuerdo esperado debido al azar. Se utiliza para evaluar el grado de acuerdo más allá de lo que se esperaría por casualidad. Los valores van de 0 a 1, siendo 0 a 0,2 una ínfima concordancia de 0,2 a 0,4 una escasa concordancia, 0,4 a 0,6 una moderada concordancia, 0,6 a 0,8 una buena concordancia y de 0,8 a 1 una muy buena concordancia. De esta manera se puede determinar el nivel de acuerdo de cada una de las calificaciones otorgadas por los jueces que evaluaron las actividades.

Los valores de Kappa para las rúbricas utilizadas en esta SEA fueron los siguientes: (ver tabla 9).

**Tabla 9:** Valores de Kappa para cada criterio en la validación de las rúbricas.

	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia
<b>Coefficiente Kappa</b>	<b>1,0</b>	<b>0,72</b>	<b>0,23</b>	<b>1,0</b>

Los valores de Kappa para la escala de Likert utilizadas en esta SEA fueron los siguientes: (ver tabla 10).

**Tabla 10:** Valores de Kappa para cada criterio en la validación de la escala de Likert.

	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia
<b>Coefficiente Kappa</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>0,89</b>	<b>0,89</b>

Se puede inferir que en el criterio de coherencia en las rúbricas es el que tiene el valor más descendido 0,23 sugiere que hay discrepancias, por lo tanto, se tomaron las retroalimentaciones y sugerencias aportadas por las expertas para dar mayor coherencia. El otro criterio cuyo kappa es de 0,72 es el de claridad significa que existe un nivel considerable de acuerdo entre las evaluadoras y que las clasificaciones realizadas son más consistentes y confiables, no se presenta un valor bajo, pero hay varias consideraciones que deben tomarse específicamente en las rúbricas II y III principalmente clarificar con más detalle las instrucciones. Respecto a los otros criterios ambas evaluadoras concuerdan en los puntajes sólo hay unas sugerencias con respecto a las instrucciones, las cuales serán consideradas al momento de aplicar la SEA. Para la escala de Likert, se realizaron algunos ajustes, para mejorar la coherencia, principalmente establecer otro orden a algunas de las afirmaciones.

### Recopilación de datos

La recopilación de datos se efectuó mediante la observación y análisis de las respuestas proporcionadas por los estudiantes en cada actividad. Para llevar a cabo este proceso, los estudiantes se organizaron en equipos de trabajo, conformándose inicialmente con 13 equipos, aunque finalmente se utilizaron 9 para fines de esta investigación. Se desarrolló un criterio de exclusión que consideró únicamente a aquellos equipos que lograron completar todas las actividades dentro de los plazos establecidos y que asistieron a todas las sesiones durante la implementación de la SEA. La recopilación de datos se realizó a través de formularios de Google y el aula virtual de la asignatura.

Este proceso se llevó a cabo a lo largo de un total de cinco sesiones, cada una con una duración de 90 minutos. Durante estas sesiones, se ejecutaron todas las fases del ABP y se llevaron a cabo las ocho actividades diseñadas específicamente para esta SEA.

### Análisis de datos

El análisis de los datos de una secuencia de aprendizaje es una herramienta fundamental para evaluar el progreso de los estudiantes y el impacto de la enseñanza. En este caso, se analizaron los datos de las rúbricas elaboradas para cada una de las actividades diseñadas en esta SEA, contemplando cada uno de los indicadores de logro escogido para ver el cumplimiento de la actividad. A continuación se muestran los indicadores de logros correspondientes a las actividades y considerando las etapas de ABP. Ver tabla 11.

**Tabla 11:** Indicadores de logro utilizados en las rúbricas para cada actividad de la SEA

Etapa del ciclo	Actividad	Indicadores de logro
Desafío	Actividad 1: Desentrañando los residuos sólidos	<ol style="list-style-type: none"> <li>Elaboran respuestas coherentes referidas a las distintas preguntas planteadas.</li> <li>Plantean la necesidad de aportar con ideas y estrategias para mejorar la gestión de residuos.</li> <li>Analizan las implicaciones sociales, éticas, económicas y ambientales que el mal manejo de residuos sólidos genera.</li> </ol>
	Actividad 2: ¿Qué residuos hay en mi colegio?	<ol style="list-style-type: none"> <li>Identifican tipos de residuos sólidos presentes en el lugar escogido.</li> <li>Clasifican de manera precisa y coherente los residuos sólidos identificados según su categoría (orgánicos, plásticos, papel, vidrio, etc.).</li> <li>Describen las características y propiedades de los distintos tipos de residuos sólidos identificados.</li> </ol>
Investigación	Actividad 3: Codificando	<ol style="list-style-type: none"> <li>Identifican características de los residuos sólidos seleccionados como lo es su ciclo de vida, impacto en el medio ambiente y estrategia de reciclaje.</li> <li>Codifican residuos sólidos de origen plástico.</li> <li>Identifican residuos sólidos de un solo uso investigando el impacto que presenta en el medio ambiente.</li> <li>Describen con precisión el ciclo de vida de los residuos sólidos seleccionados, desde su producción hasta su disposición final.</li> </ol>

		<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Analizan y explican el impacto ambiental de los residuos sólidos seleccionados en términos de contaminación, recursos naturales y cambio climático.</li> <li>6. Proponen estrategias de reciclaje y gestión de residuos sólidos específicos para reducir su impacto ambiental y promover la sostenibilidad.</li> </ol>
	Actividad 4: Clasificando	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionan un residuo sólido e investigan efectos al medio ambiente.</li> <li>2. Diseñan una solución o una propuesta que permita evitar los efectos negativos al medio ambiente.</li> </ol>
Creación	Actividad 5: Elaboración de encuesta	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elaboran encuesta para extraer información referente al residuo sólido investigado.</li> <li>2. Analizan datos y tendencias aportados por el instrumento aplicado.</li> </ol>
	Actividad 6: Creación de audiovisual parte I	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elaboran un audiovisual explicando una problemática referente al residuo sólido investigado.</li> <li>2. Reflexionan a partir de la información recopilada e investigada.</li> <li>3. Analizan críticamente las implicancias ambientales asociadas a la mala gestión de residuos sólidos.</li> </ol>
	Actividad 7: Creación de audiovisual parte II	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Crean un video con una propuesta de mitigación a partir del residuo sólido investigado.</li> <li>2. Usan recursos TICs para la creación de video.</li> <li>3. Preparan la presentación audiovisual y grupal para la presentación en el elevator pitch.</li> </ol>
Comunicación	Actividad 8: Elevator pitch	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Organizan la información referente a las exigencias solicitadas para la elaboración del video. (Problemática detectada, impacto al medio ambiente, ciclo de vida y propuesta de mitigación)</li> <li>2. Presentan su video en formato de elevator pitch considerando cada uno de los aspectos solicitados. (Identificación del grupo, dato relevante, problemática, propuesta de mejora, beneficios a la comunidad educativa, llamada a la acción)</li> <li>3. Reflexionan a partir de los diferentes aprendizajes logrados considerando la importancia de la responsabilidad social en el cuidado por el medio ambiente.</li> <li>4. Evalúan el trabajo realizado con sentido crítico identificando fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.</li> </ol>

### **Análisis de los datos aportados por las rúbricas**

Cada criterio se evalúa según el indicador de logro, además a cada criterio se le asignó un valor de 4 a 1, como se detalla a continuación:

- Logrado : 4 puntos
- Medianamente Logrado : 3 puntos
- Por Lograr: 2 puntos
- No logrado: 1 punto

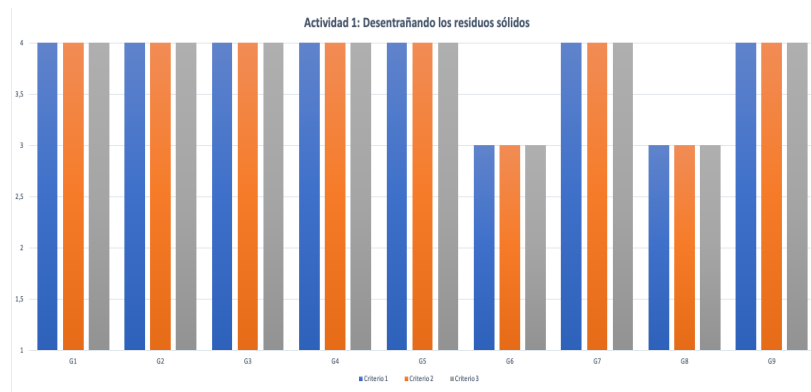


Figura 6: Indicadores de logro por cada grupo en la actividad 1

En el gráfico de la figura 6 se muestra que 7 de los 9 grupos obtuvieron el puntaje máximo, en los tres indicadores de logro esto sugiere que los estudiantes lograron los objetivos de aprendizaje de la primera actividad. En particular, los estudiantes fueron capaces de elaborar respuestas coherentes a las preguntas planteadas y plantearon la necesidad de aportar con ideas y estrategias para mejorar la gestión de residuos además lograron analizar las implicancias sociales, éticas, económicas y ambientales que el mal manejo de residuos sólidos genera.

Sin embargo, es importante considerar que solo 2 grupos, G6 y G8 obtuvieron el puntaje de medianamente logrado en el indicador de logro "Plantean la necesidad de aportar con ideas y estrategias para mejorar la gestión de residuos". Estos grupos si bien plantearon ideas y estrategias para mejorar la gestión de residuos, estas no fueron lo suficientemente claras y convincentes.

Se hizo necesario, realizar un nuevo análisis dentro de varias actividades de la SEA, que contemplaron la redacción de respuestas por parte de los diferentes grupos y para realizar esto se utilizaron redes sistémicas, para ello se realizó una adaptación de (Papageorgiou et al., 2017), según la siguiente figura 7.

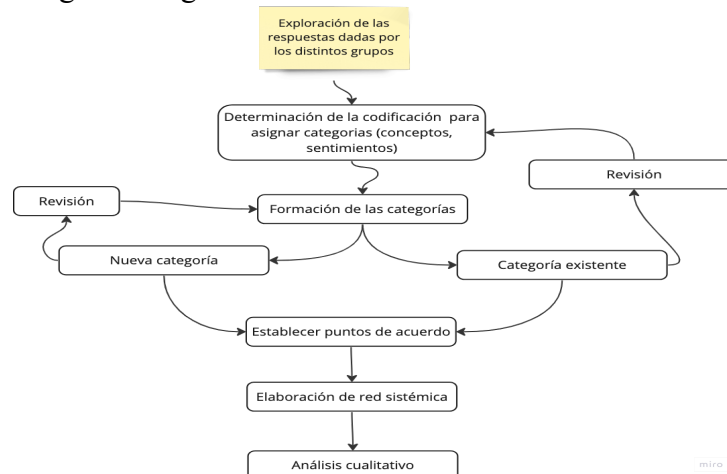
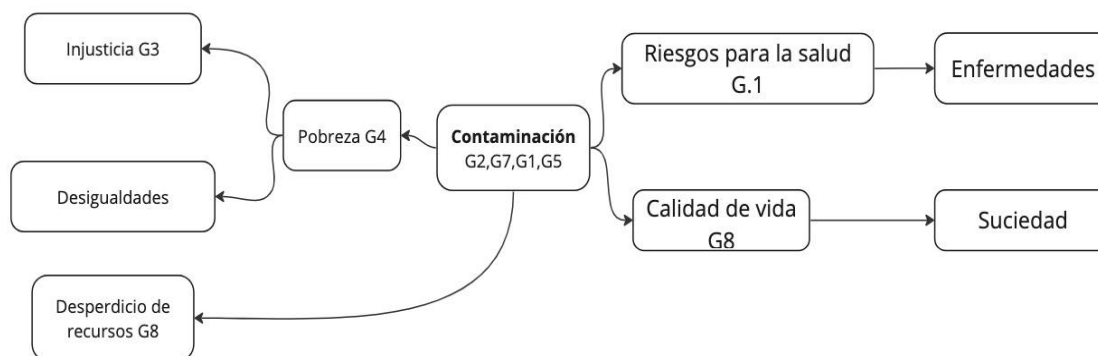


Figura 7: Adaptación esquemática para presentar redes sistémica (fuente: Papageorgiou et al., 2017).

Es importante considerar que en esta actividad se les realizaron preguntas específicas a los grupos a partir de la visualización de noticias que abordaban problemas sociocientíficos, en una ciudad de Nigeria y en el vertedero de ropa del desierto de Atacama. A partir de esto se les preguntó: ¿por qué les llamó la atención esta noticia? y ¿De qué manera podrían contribuir a reducir la cantidad de residuos sólidos que se producen?. Las respuestas de estas dos preguntas dieron origen a las siguientes redes sistémicas. Ver figura 8 y figura 9

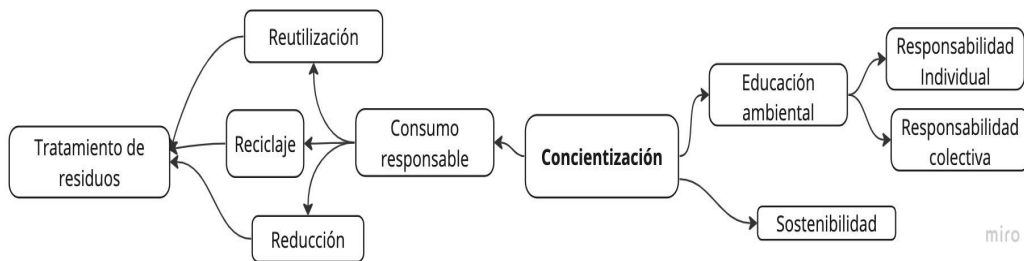


**Figura 8:** Red sistémica de pregunta 1 (Fuente: elaboración propia creado con miro)

Las respuestas de los grupos de trabajo pueden agruparse en torno a los conceptos de contaminación, pobreza, injusticia y desperdicio. Estos grupos abordan diversos aspectos del problema, como:

- Contaminación: Los grupos G2, G7, G1 y G5 se centran en la contaminación, preocupándose por la calidad de vida de las personas que viven en entornos contaminados y los riesgos para la salud que esto representa.
- Pobreza: Los grupos G9 y G8 se centran en la pobreza, señalando que la contaminación afecta especialmente a las personas más pobres, ya que suelen vivir en entornos más vulnerables.
- Injusticia: El grupo G3 se centra en la injusticia, destacando que la contaminación puede ser un ejemplo de injusticia, ya que suele afectar a las personas más vulnerables.
- Desperdicio: El grupo G4 se centra en el desperdicio, señalando que la contaminación puede ser causada por el desperdicio de recursos, ya que los residuos pueden terminar contaminando el medio ambiente.

Estas conexiones entre los conceptos permiten comprender la contaminación como un problema complejo que tiene múltiples dimensiones. La contaminación puede afectar la salud, la economía, la justicia social y el medio ambiente. Por lo tanto, es importante abordar la contaminación desde una perspectiva sistémica, que tenga en cuenta todas estas dimensiones.



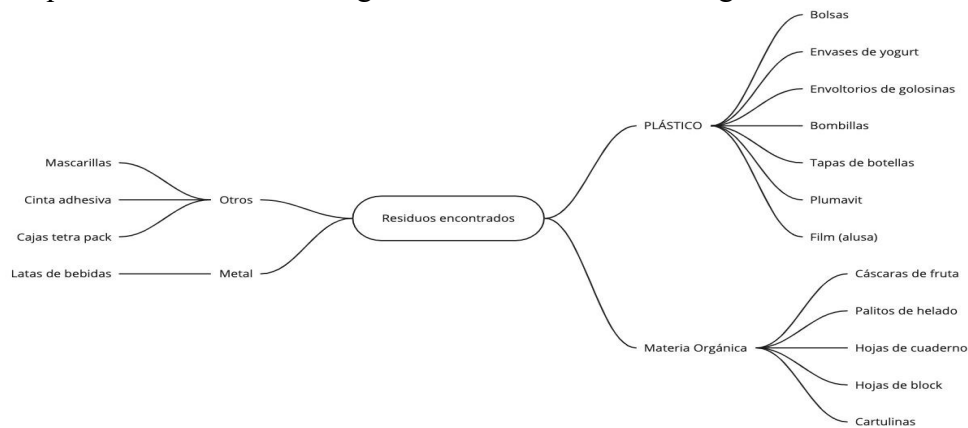
**Figura 9:** Red semántica de pregunta 2 (Fuente ,Elaboración propia creado con miro)

En las respuestas dadas a la otra pregunta planteada, los grupos de trabajo se agrupan en torno a los conceptos de concientización, educación, reciclaje, reutilización, reducción, responsabilidad individual, responsabilidad colectiva y sostenibilidad.

- Los grupos G2, G6, G3, G4 y G5 enfatizan la importancia de la concientización y la educación. Estos grupos señalan que las personas deben ser conscientes de los problemas que causan los residuos sólidos y de cómo pueden contribuir a reducirlos.
- Los grupos G1, G7, G8 y G9 enfatizan la importancia de la reducción, el reciclaje y la reutilización. Estos grupos señalan que las personas pueden tomar medidas para reducir la cantidad de residuos que producen, y que el reciclaje y la reutilización son formas importantes de gestionar los residuos que se producen.
- El grupo G3 también enfatiza la importancia de la responsabilidad colectiva. Este grupo señala que las organizaciones y los gobiernos también deben asumir la responsabilidad de reducir la cantidad de residuos sólidos.

Estas conexiones entre los conceptos permiten comprender la reducción de residuos sólidos como un problema complejo que requiere un enfoque sistémico. Es importante abordar el problema desde múltiples perspectivas, incluyendo la educación, la responsabilidad individual y colectiva, y la sostenibilidad.

Además, en una inspección que realizaron los grupos por el establecimiento y en donde se les solicitó que ubiquen un lugar determinado y que busque residuos sólidos, los resultados de esa búsqueda se detallan en la siguiente red sistémica, ver Figura 10.



**Figura 10:** Residuos encontrados por los grupos de trabajo (Fuente elaboración propia creado con miro)

Por otra parte al realizar el análisis completo de la actividad 2 en la figura 11 se puede identificar que todos los grupos lograron identificar residuos sólidos en el establecimiento, sin embargo, se distingue como medianamente logrado el indicador 2 pues los grupos G3,G4,G5 y G9 lograron clasificar de manera óptima los residuos sólidos encontrados, los demás demostraron algunas imprecisiones al identificar sus categorías. Es importante consignar que los grupos se encuentran en la etapa de desafío de su proyecto y se encuentran buscando una problemática detectada a partir de los residuos que ya habían buscado en la actividad anterior, en esta actividad profundizaron más a partir de los residuos encontrados, ya que pudieron clasificarlos, identificar propiedades y características generales.

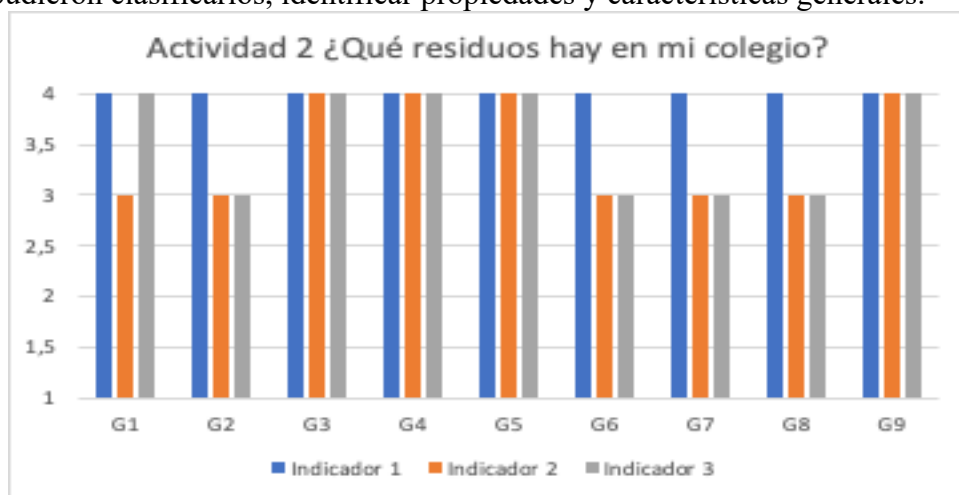


Figura 11 :Indicadores de logro por cada grupo en la actividad 2

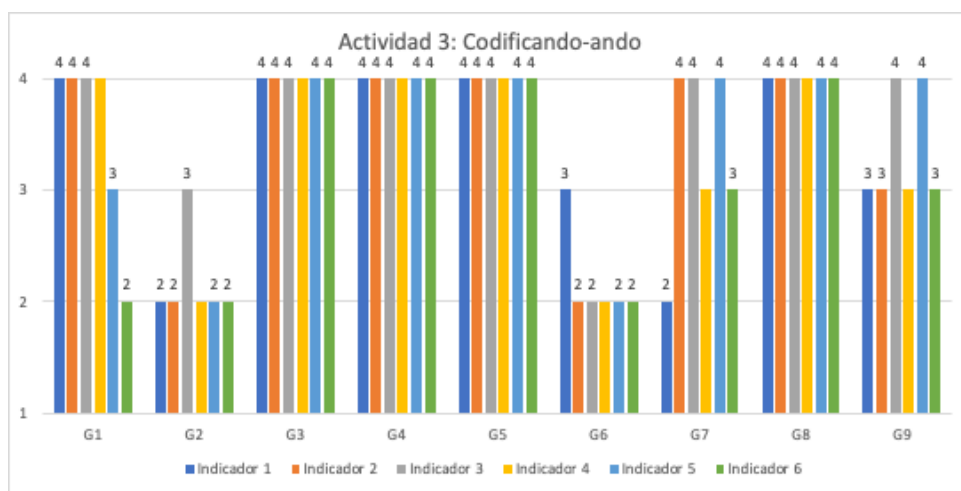


Figura 12: Indicadores de logro por cada grupo en la actividad 3

El gráfico de la figura 12 representa los resultados de la actividad 3 esta es importante para el desarrollo de esta SEA, ya que permite a los estudiantes aplicar los conocimientos adquiridos en las actividades anteriores. Los resultados de la actividad muestran que los estudiantes lograron los objetivos de aprendizaje en general, pero existen algunas áreas de mejora. En 2 de los 9 grupos investigados, ya que mostraron bajos puntajes en al menos 5 de

los 6 indicadores de logro, en donde se evidencia que deben mejorar la precisión de la codificación de residuos sólidos de origen plástico. Además, profundizar en la investigación el impacto que tienen los residuos de un solo uso, considerando su ciclo de vida útil y ampliando el análisis del impacto ambiental y así proponer estrategias de reciclaje y de gestión de residuos sólidos más específicas y viables.

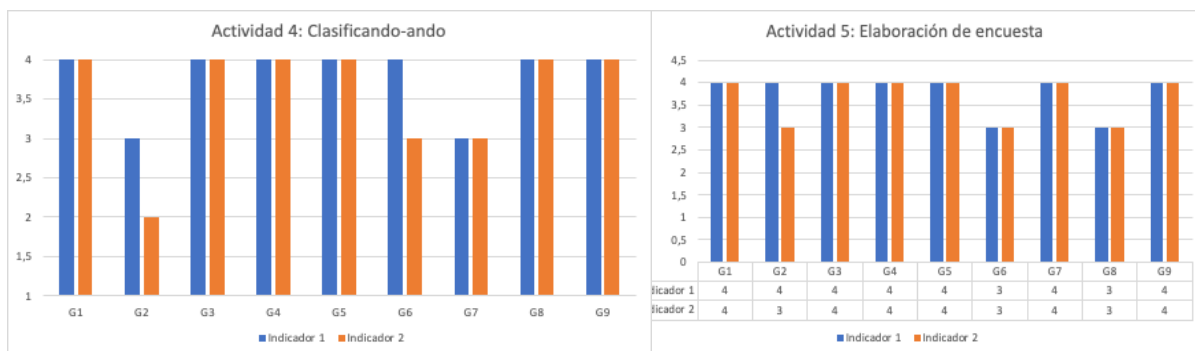


Figura 13: Indicadores de logro por cada grupo en la actividad 4 y 5

En general, los resultados de la actividad 4 (ver figura 13) son positivos. La mayoría de los grupos lograron los dos indicadores de logro, lo que indica que fueron capaces de seleccionar un residuo sólido, investigar sus efectos al medio ambiente y diseñar una solución o propuesta que permita evitar los efectos negativos.

Sin embargo, se observan algunas diferencias entre los grupos. Los grupos G1, G3, G4, G5, G8 y G9 obtuvieron una calificación de 4 en ambos indicadores, lo que indica que tuvieron un desempeño excelente. El G2 un puntaje 4 en el indicador 1 y 3 en el indicador 2, lo que indica que tuvieron un desempeño bueno en el primer indicador, pero podrían mejorar su desempeño en el segundo. El grupo G7 obtuvo medianamente logrado en ambos indicadores, lo que indica que podría mejorar su desempeño en ambos.

Para la actividad 5 los resultados fueron buenos, el gráfico muestra que el indicador 2 es el que presenta más variabilidad en el logro del indicador con algunos grupos obteniendo un puntaje de 3. Esto podría indicar que los grupos tuvieron más dificultades para analizar los datos y tendencias aportados por el instrumento aplicado para realizar la encuesta.

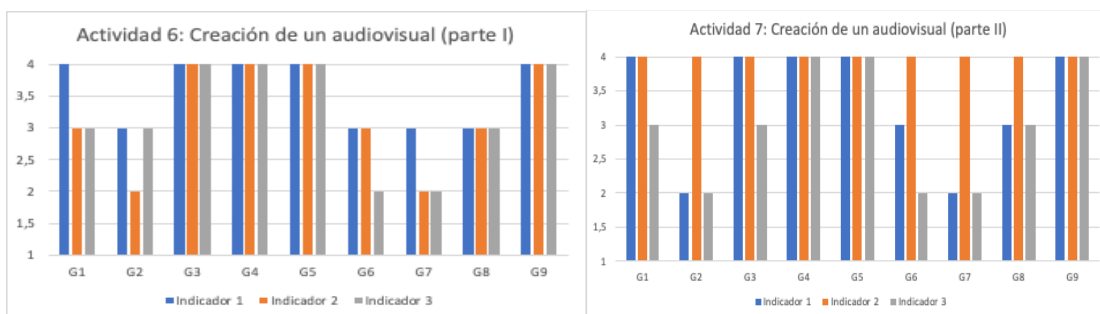
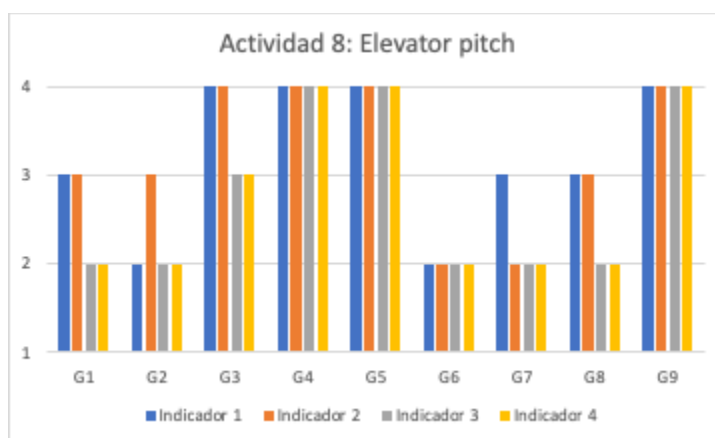


Figura 14: Indicadores de logro por cada grupo en la actividad 6 y 7

Los resultados de la actividad 6 (ver figura 14) indican que los grupos fueron capaces de elaborar audiovisuales atractivos y efectivos que explican problemáticas referentes a los residuos sólidos investigados. También indica que los grupos fueron capaces de reflexionar a partir de la información recopilada e investigada, y analizar críticamente las implicancias ambientales asociadas a la mala gestión de residuos sólidos.

Los resultados de la actividad 7 (ver figura 14) indican que los grupos fueron capaces de crear videos con propuestas de mitigación a partir de los residuos sólidos investigados. También indica que los grupos fueron capaces de usar recursos tics para la creación de videos y preparar presentaciones audiovisuales y grupales para la presentación en el elevator pitch.



**Figura 15:** Indicadores de logro por cada grupo en la actividad 8

La figura 15 muestra que los grupos demostraron que son capaces de elaborar presentaciones audiovisuales efectivas que explican problemáticas ambientales, proponen soluciones de mitigación, reflexionan sobre la importancia de la responsabilidad social, y evalúan su trabajo de manera crítica.

Sin embargo, se podrían identificar algunas áreas de mejora, como por ejemplo:

- En el indicador 1, los grupos G2 y G6 podrían haber mejorado la claridad de la presentación de la información. En varios casos no lograron explicar de manera más detallada, como se obtuvieron los datos a partir de toda la investigación que realizaron.
- En el indicador 2, algunos grupos podrían haber mejorado la fluidez de la presentación. Por ejemplo, en varios grupos se evidenció que faltó practicar con más detalle la presentación antes de realizarla, desaprovechando el uso de recursos visuales para apoyar la presentación.
- En el indicador 3, algunos grupos podrían haber profundizado en la reflexión sobre la importancia de la responsabilidad social, analizando los diferentes roles que los ciudadanos pueden desempeñar en el cuidado del medio ambiente.
- En el indicador 4, algunos grupos podrían identificar más oportunidades de mejora, considerando la posibilidad de realizar un seguimiento de la implementación de sus propuestas de mitigación.

### Análisis de datos aportados por la escala de Likert

Para realizar el análisis de los datos aportados por la aplicación de la escala de Likert antes de comenzar con la implementación de la SEA y una vez finalizada esta. Para así establecer si existe una diferencia significativa entre las percepciones o conocimientos que tienen los y las estudiantes con respecto a los residuos sólidos y el concepto de reciclaje, antes y después de la aplicación de la secuencia de aprendizaje. La muestra que participó en responder, fue de 26 estudiantes. Se realizó un análisis descriptivo, (ver tabla 12) en el que los resultados indican que la media del post test es más alta que la del pre test, lo que sugiere un cambio positivo en los resultados entre las dos mediciones.

**Tabla 12:** Análisis descriptivo de los datos

	N	Media	Mediana	DE	EE
Suma Pre test	26	35.9	39.0	9.72	1.907
Suma post test	26	40.8	41.5	4.92	0.965

Por otro lado, para evaluar si los datos se distribuyeron de manera normal se sometieron a la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk (ver tabla 13), en este caso p tomó un valor igual a 0,001 lo que establece que los datos no siguen una distribución normal, por lo mismo se utilizó un método no paramétrico para poder establecer si la implementación de esta SEA tuvo efectos significativos en el antes y después.

**Tabla 13:** Prueba de Normalidad (Shapiro- Wilk)

		W	p
Suma Pre test	- Suma post test	0.845	0.001

La prueba estadística realizada para este análisis fue W de Wilcoxon,(Ver tabla 14) la que reveló una diferencia estadísticamente significativa entre los puntajes obtenidos en el pre test y post test sobre el concepto de reciclaje y manejo de residuos sólidos ( $p = 0.003$ ).

**Tabla 14:** Prueba W de Wilcoxon para muestras pareadas

		Estadístico	p	
Suma Pre test	Suma post test	W de Wilcoxon	51.0 <sup>a</sup>	0.003

En términos prácticos, esto implica que la intervención (implementación de la SEA) tuvo un efecto estadísticamente significativo en el cambio de conocimientos o percepciones de los estudiantes sobre el reciclaje y el manejo de residuos sólidos.

Por lo tanto, se puede concluir que la intervención, medida a través de la comparación de los

resultados antes y después de la SEA, tuvo un impacto significativo en las percepciones o conocimientos de los participantes sobre residuos sólidos y reciclaje.

### **Discusión**

Los resultados de la implementación de esta SEA revelan un panorama positivo de los logros y desafíos enfrentados por los grupos estudiados a lo largo de las actividades. En la primera actividad, los estudiantes demostraron un sólido entendimiento de los objetivos de aprendizaje, donde la mayoría de los grupos alcanzaron el puntaje máximo en los tres indicadores de logro. Destacaron al elaborar respuestas coherentes, proponer estrategias para mejorar la gestión de residuos y analizar las implicancias sociales, éticas, económicas y ambientales asociadas al mal manejo de residuos sólidos.

No obstante, es relevante señalar que, en el indicador "Plantean la necesidad de aportar con ideas y estrategias para mejorar la gestión de residuos", solo los grupos G6 y G8 obtuvieron una calificación de "medianamente logrado". Aunque presentaron ideas y estrategias, estas no fueron lo suficientemente claras y convincentes, indicando un área específica de mejora. Además se hizo necesario profundizar en el análisis, utilizando la técnica de redes sistémicas en diferentes actividades, específicamente en algunas de las preguntas que se les plantearon a los grupos al visualizar noticias sobre problemas sociocientíficos en Nigeria y en el vertedero de ropa del desierto de Atacama. Las respuestas de los grupos revelaron la identificación de conceptos clave como contaminación, pobreza, injusticia y desperdicio, evidenciando una comprensión compleja y multidimensional del problema.

En la inspección del establecimiento, los resultados muestran que todos los grupos identifican residuos sólidos, aunque algunos demostraron dificultades al clasificarlos correctamente. Sin embargo, estos hallazgos son parte del proceso de desafío del proyecto, donde los grupos profundizan en la problemática detectada a partir de los residuos encontrados.

En general, los resultados de la actividad 2 son positivos, con la mayoría de los grupos logrando identificar, investigar y proponer soluciones para un residuo sólido, cumpliendo con los indicadores establecidos. Sin embargo, se observan diferencias entre los grupos, destacando algunos con un desempeño excelente y otros con áreas de mejora específicas.

La actividad 3 es importante para esta SEA, ya que permite a los estudiantes aplicar los conocimientos adquiridos en las actividades anteriores y establecer lineamientos para saber cuál es el residuo escogido. Aquí los estudiantes lograron los objetivos de aprendizaje en general, pero existen algunas áreas de mejora. En 2 de los 9 grupos investigados se observaron bajos puntajes en al menos 5 de los 6 indicadores de logro. Estos grupos debieron mejorar la precisión de la codificación de residuos sólidos de origen plástico y profundizar en la investigación del impacto de los residuos de un solo uso, ampliando el análisis del impacto ambiental y proponiendo estrategias de reciclaje y de gestión de residuos sólidos más específicas y viables. Esto lo realizaron luego de las retroalimentaciones que se realizaron en el acompañamiento en aula.

Las actividades 5, 6 y 7 también arrojaron resultados positivos en términos de análisis de datos, creación de audiovisuales y propuestas de mitigación. Aunque la mayoría de los grupos demostraron habilidades efectivas, se identificaron áreas de mejora relacionadas con la

claridad, fluidez, reflexión sobre la responsabilidad social y la identificación de oportunidades de mejora.

Por lo anterior, esta SEA ha sido efectiva en lograr que los estudiantes alcancen los objetivos de aprendizaje propuestos. Los resultados muestran un profundo entendimiento de las problemáticas asociadas a los residuos sólidos y la capacidad de proponer soluciones. Además, los diferentes grupos demostraron una muy buena disposición para investigar y en la valoración del trabajo realizado destacaron la posibilidad de presentar su proyecto a la comunidad en un formato diferente (elevator pitch) y los grupos manifestaron y valoraron la participación de todas y todos los integrantes del grupo en forma plena en el proyecto.

Por otro lado, al revizar los análisis aportados por la aplicación de la escala de Likert indican que la implementación de la SEA generó un cambio estadísticamente significativo en los conocimientos y percepciones de los estudiantes sobre reciclaje y manejo de residuos sólidos. En consecuencia, la intervención a través de esta SEA tuvo un impacto positivo en las percepciones y conocimientos de los participantes en relación con el manejo de residuos sólidos y el reciclaje.

### **Conclusión**

La investigación responde de buena manera a la pregunta de investigación: ¿cómo el uso de controversias sociocientíficas en una secuencia de aprendizaje de ABP puede ser una estrategia efectiva para la enseñanza de residuos sólidos? Los resultados evidencian que la incorporación de controversias sociocientíficas en esta SEA implementada bajo el enfoque de ABP es una estrategia pedagógica efectiva. En particular, esta permitió a los estudiantes no solo adquirir conocimientos sobre los residuos sólidos, sino también conocer la problemática y comprender sus amplias implicaciones ambientales. En donde más allá de la simple transmisión de información, esta promovió el desarrollo activo de habilidades esenciales, tales como el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Los estudiantes se involucraron de manera activa en la construcción de conocimiento, llevando a cabo investigaciones basadas en la búsqueda de información, análisis de datos y generación de propuestas concretas. Además, se fortaleció su compromiso con la reducción de residuos sólidos y el cuidado del medio ambiente.

La introducción de CSC, mediante el uso de noticias y la presentación de diferentes perspectivas, añadió un elemento crucial a la experiencia educativa, permitiendo a los estudiantes abordar la problemática de los residuos sólidos de una manera más significativa y contextualizada. Al enfrentarse a situaciones problemáticas reales y complejas, los estudiantes se vieron motivados a investigar y analizar información críticamente, lo que resultó en un desarrollo sustancial de su conocimiento sobre la mala gestión de residuos sólidos, así como en la adquisición de habilidades para resolver problemas y tomar decisiones informadas.

Esta experiencia también contribuyó a potenciar el compromiso de los y las estudiantes con la reducción de residuos sólidos, ya que, al reflexionar sobre las implicaciones ambientales de su mala gestión, tomaron conciencia de la importancia de adoptar medidas concretas. Los

resultados, en su conjunto, respaldan de manera concluyente la eficacia de esta SEA y del uso de controversias sociocientíficas basada en ABP para la enseñanza de residuos sólidos. En base a lo proporcionado, esta investigación no solo ofrece un respaldo al uso de CSC, sino que también es un aporte en la formación de ciudadanos y ciudadanas conscientes y comprometidos con la sostenibilidad ambiental. La articulación de CSC y el uso de ABP para aplicar conceptos ambientales demuestra ser un paso importante en la formación de individuos responsables, contribuyendo así al cuidado del medio ambiente a nivel local y global.

### Limitaciones

Una de las posibles limitaciones de este estudio es el tamaño de la muestra, ya que este se realizó con la participación de 32 estudiantes distribuidos en 9 equipos de trabajo, pudiendo ser una muestra relativamente pequeña y que podría limitar la generalización de los resultados para el análisis.

Además, es importante considerar que este estudio se dio en un contexto educativo específico y que contaba con diferentes tipos de recursos TIC (Tablet con conexión a internet, pc para equipos de trabajos) y las y los estudiantes contaban con muy buenas competencias digitales para desarrollar y concretar las diferentes actividades que contempló el proyecto, por ejemplo, elaboración de encuestas con formularios, edición de video, entre otras más.

### Proyecciones

Como proyecciones de esta investigación sería interesante ampliarlo a otros contextos educativos, a diferentes grupos de estudiantes en distintos entornos y así poder evaluar la efectividad de esta SEA. El poder investigar el impacto de esta SEA a largo plazo en el grupo de estudio para conocer si hubo un impacto significativo en el conocimiento, habilidades y el compromiso del estudiantado con la reducción de los residuos sólidos. Utilizar las áreas de mejora identificadas para optimizar futuras implementaciones de esta SEA, fortaleciendo aspectos específicos del proceso educativo.

### Agradecimientos

Proyecto Fondecyt 1211092 ANID. Gobierno de Chile

### Bibliografía

- Blumenfeld, P., Soloway, E., Marx, R., Krajcik, J., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26(3), 369–398. [https://doi.org/10.1207/s15326985ep2603&4\\_8](https://doi.org/10.1207/s15326985ep2603&4_8)
- Corraliza, JA, Collado, S. y Bethelmy, L. (2012). Variables que predicen el comportamiento ecológico: un análisis empírico. *La Revista Española de Psicología*, 15(2), 803-813.
- Díaz, RJ, Rosenberg, R., et al. (2017). Comprender la biodiversidad marina: una agenda de investigación para la década hasta 2020. Resumen ejecutivo de las contribuciones científicas de la primera Conferencia Mundial sobre Biodiversidad Marina.
- Eriksson, O., Tysklind, M., et al. (2018). Cambio climático y acumulación de mercurio en los suelos forestales suecos. *Más UNO*, 13(6), e0197961.
- Eyerer, P., Weller, M., & Hübner, C. (2010). *Polymers-Opportunities and Risks II: sustainability, product design and processing* (Vol. 12). London: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-02797-0>

- Galicia Alarcón, L. A., Balderrama Trápaga, J. A., & Edel Navarro, R. (2017). *Validez de contenido por juicio de expertos: propuesta de una herramienta virtual. Apertura (Guadalajara, Jal.)*, 9(2), 42-53.
- Guisasola, J., & Oliva, J. M. (2020). Nueva sección especial de REurEDC sobre investigación basada en el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje. *Revista eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 17(3), 1-2. [https://doi.org/10.25267/rev\\_eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2020.v17.i3.3001](https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i3.3001)
- Harlen, W. (2010). *Principios y grandes ideas de la educación en ciencias*. Association for Science Education College Lane, Hatfield, Herts.
- Hoornweg, D., Bhada-Tata, P. y Kennedy, C. (2013). Medio ambiente: La producción de residuos debe alcanzar su punto máximo este siglo. *Naturaleza*, 502(7473), 615-617.
- Jorba, J., & Sanmartí, N. (1996) *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria. Enseñanza de las ciencias*, 14(3), 265-276
- Kolstø, SD (2001). Alfabetización científica para la ciudadanía: herramientas para abordar la dimensión científica de cuestiones sociocientíficas controvertidas. *Educación científica*, 85(3), 291-310.
- Larmer, J., Mergendoller, J. y Boss, S. (2015). *Estableciendo el estándar para el aprendizaje basado en proyectos*. ASCD.
- Liu, J., Song, X. y Wang, W. (2020). Educación ambiental en el campus: una guía práctica para crear un comportamiento sostenible. *Sostenibilidad*, 12(5), 2092.
- MINEDUC. (2019). Bases curriculares 3° y 4° medio
- Moreno, P. A. S., & Calvo, N. C. (2021). *Concepciones Sobre El Manejo De Residuos Sólidos De La Comunidad Aledaña Al Río Fucha En Bogotá, Colombia*. Tecné, Episteme y Didaxis: TED, 775-781.
- NACIONES UNIDAS. (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Naciones Unidas.
- Norris, S., y Phillips, L. (2003). *How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy*. *Science Education*, 87(2), 224-240. <https://doi.org/10.1002/sce.10066>
- Papageorgiou, G., Amariotakis, V., & Spiliotopoulou, V. (2017). Visual representations of microcosm in textbooks of chemistry: constructing a systemic network for their main conceptual framework. *Chemistry education research and practice*, 18(4), 559-571. <https://doi.org/10.1039/c6rp00253f>
- Perales Palacios, F. J., & Jiménez, J. de D. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias Revista de investigación y experiencias didácticas*, 20(3), 369-386. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3954>
- PNUMA. (2018). Residuos y cambio climático: *tendencias globales y marco estratégico*. Programa del Medio Ambiente de las Naciones Unidas.
- Roberts, D. (2007). Scientific Literacy/science literacy. En Abell, S. y Lederman, N. (Eds.), *Handbook of research on Science Education*. 729-780. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Saavedra Alemán, MJ, Ladino Ospina, Y., & Moreno Rodríguez, L. (2010). *Conociendo el mundo de los polímeros: unidad didáctica como una estrategia para el aprendizaje*. Tecné, Episteme y Didaxis: TED, (28), 88-100.
- Sadler, TD (2011). *Cuestiones sociocientíficas en el aula: enseñanza, aprendizaje e investigación*. Saltador.
- Sadler, T., y Zeidler, D. (2009). Scientific literacy, PISA, and socioscientific discourse: Assessment for progressive aims of science education. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 46(8), 909-921. <https://doi.org/10.1002/tea.20327>
- Sánchez, J. (2013). Qué dicen los estudios sobre el Aprendizaje Basado en Proyectos. *Actualidad*

- pedagógica*, 1(4), 1-4.
- Singh, N., Tang, Y. y Ogunseitan, OA (2019). Huella ambiental de la contaminación plástica en los océanos. En *Contaminación por microplásticos en ambientes acuáticos* (págs. 1-24). Saltador.
- Sjöström, J., y Eilks, I. (2018). Reconsidering different visions of scientific literacy and science education based on the concept of Bildung. In *Cognition, metacognition, and culture in STEM education*. (pp. 65-88). Cham: Springer.
- Thomas, J. W., (2000). A review of research of project-based learning. Retrieved online 02/17/ 2010 from [http://www.bobpearlman.org/BestPractices/PBL\\_Research.pdf](http://www.bobpearlman.org/BestPractices/PBL_Research.pdf)
- Valencia, M., Y Krüger, D. (2021) Las concepciones alternativas de los estudiantes y su relación con las bases neurobiológicas del aprendizaje. En Hernán, C. M., Claudia, V. D., & Angel, S. O. (2020). *Enseñar Evolución y Genética para la Alfabetización Científica* (págs.. 41-62). Ediciones Universitarias de Valparaíso.
- Zeidler, DL, Walker, KA, Ackett, WA y Simmons, ML (2002). Enredados en puntos de vista: creencias en la naturaleza de la ciencia y respuestas a dilemas sociocientíficos. *Educación científica*, 86(3), 343-367.