

Secuencia didáctica sobre los impactos de la evolución de las máquinas térmicas: una aproximación basada en el enfoque temático freireano

José Antônio de Souza Amador 

Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento. Universidade Federal do Pará. Belém, Pará. Amazônia. Brasil. jose.amador@ntpc.ufpa.br

Tania Madeleine Begazo Valdivia 

Instituto de Ciências Exatas e Naturais. Universidade Federal do Pará. Belém, Pará. Amazônia. Brasil. taniambv@ufpa.br

Mayara Larrys Gomes de Assis Nogueira 

Serviço de Educação. Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém, Pará. Amazônia. Brasil. mayaranogueira@museu-goeldi.br

[Recibido: 29 octubre 2023, Revisado: 15 noviembre 2024, Aprobado: 27 febrero 2025]

Resumen: La evolución de las máquinas térmicas ha provocado grandes cambios en la sociedad en el curso de la historia de la humanidad, impactando, positiva o negativamente, en la vida de las personas y en el planeta en su totalidad. La enseñanza de estos impactos es fundamental para que los alumnos desarrollen una capacidad crítico-reflexiva sobre el tema, ya que la evolución de las máquinas térmicas, así como sus impactos, siguen presentes en la vida cotidiana. El objetivo de esta investigación es verificar el potencial de la utilización de los tres momentos pedagógicos para la enseñanza de los impactos de la evolución de las máquinas térmicas y sus tecnologías relacionadas, en relación con la construcción de argumentos crítico-reflexivos, basados y fundamentados científicamente. En la investigación participaron 20 alumnos de una escuela pública de la ciudad de Belém, en Brasil. Los resultados mostraron que la dinámica de los tres momentos pedagógicos es potencialmente prometedora para alcanzar el objetivo planteado, permitiendo a los alumnos desarrollar habilidades de argumentación crítico-reflexiva, con base científica, sobre los impactos de la evolución de las máquinas térmicas y sus tecnologías relacionadas.

Palabras clave: Enfoque temático freireano; Máquinas térmicas; Secuencia didáctica.

Didactic sequence on the impacts of the evolution of thermal machines: a perspective based on the freirean thematic approach

Abstract: The evolution of thermal machines has driven significant transformations in society throughout human history, impacting, both positively and negatively, people's lives and the planet as a whole. Teaching these impacts is essential for students to develop critical-reflective capacities on the subject, as the evolution of thermal machines and their consequences remain relevant to contemporary daily life. This study aims to evaluate the potential of employing the "three pedagogical moments" framework for teaching the impacts of thermal machine advancements and their related technologies, particularly in fostering the construction of critical-reflective arguments grounded in scientific reasoning. The research involved 20 students from a public school in Belém, Brazil. The results demonstrated that the dynamics of the three pedagogical moments hold promising potential for achieving the proposed objective, enabling students to cultivate critical-reflective argumentation skills, supported by scientific evidence, regarding the societal and environmental impacts of thermal machine evolution and associated technologies.

Keywords: Didactic sequence; Freirean thematic approach; Thermal machines.

Para citar este artículo: de Souza, J. A., Begazo, T. M. y Larrys, M. (2025). Secuencia didáctica sobre los impactos de la evolución de las máquinas térmicas: una aproximación basada en el enfoque temático freireano. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 22(1), 1202. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2025.v22.i1.1202

Introducción

La historia de la humanidad y su desarrollo siempre han estado vinculados al uso de la energía, más allá de la obtenida a través de los alimentos. En esta historia es posible incluir tanto la energía extraída mediante el dominio del fuego producido por una rama de vegetal resinoso, alrededor del año 30,000 a.C., como la energía producida y utilizada a través de las centrales nucleares, desde la década de 1950 (Farias y Sellitto, 2011).

El desarrollo de las matemáticas, la geometría y la ingeniería, en la evolución de la sociedad, proporcionó la optimización de las tareas y, en consecuencia, la diversificación del trabajo. Lo anterior supuso un impulso para buscar nuevas formas de energía, que se fueron descubriendo y mejorando, permitiendo la creación de máquinas más complejas, utilizadas para aprovechar la energía contenida en los vientos y en el vapor (Saint'Pierre, 2023).

El mejoramiento de estas máquinas, especialmente aquellas que aprovechan la energía del vapor (máquinas térmicas), propició un gran cambio en el proceso de transformación de materias primas en productos que pueden comercializarse, causando impactos globales en las esferas social, económica y política (Haubenthal y Führ, 2020).

En los últimos 250 años, durante un periodo que engloba tres revoluciones industriales, los avances y la mejora continua de estas máquinas fueron cambiando el mundo y transformado la manera en que los seres humanos han generado valor (Schwab y Davis, 2018). Por otra parte, según los autores, en cada una de las revoluciones industriales, los sistemas políticos y las instituciones sociales evolucionaron conjuntamente, transformando no solo las industrias, sino también la forma en que las personas perciben a los demás y al entorno natural.

La comprensión de estas revoluciones industriales y sus impactos en diversas esferas -como la ambiental, social y económica-, así como sus interrelaciones, puede observarse en documentos oficiales que orientan la educación científica en Brasil, como la base nacional común curricular (BNCC, en portugués original).

La BNCC «es un documento normativo que define el conjunto orgánico y progresivo de aprendizajes esenciales que todos los alumnos de Brasil deben desarrollar a lo largo de las etapas y modalidades de la educación básica» (Brasil, 2018, p.7). De acuerdo con esta directriz, la BNCC no debe entenderse como el currículo escolar propio, sino como guía para la elaboración y acciones curriculares (Mariniak y Hilger, 2021). La misma se divide, para la educación primaria, en cinco áreas de conocimiento, entre las cuales el área de ciencias naturales engloba los contenidos de química, física y biología en el componente curricular de ciencias, siendo este componente curricular organizado en tres unidades temáticas (materia y energía, vida y evolución y tierra y universo) que definen una disposición de los objetos de conocimiento y se desarrollan en un conjunto de habilidades más específicas (Brasil, 2018).

En la BNCC el tema de la energía y las máquinas es propuesto para ser tratado como objeto del conocimiento en el 7º año de la educación primaria, mediante la historia de los combustibles y las máquinas térmicas (Brasil, 2018, p. 347). Al debatir este tema en los procesos formativos, los alumnos desarrollan la capacidad de comprender discusiones históricas sobre el uso de máquinas térmicas y diferentes tipos de combustibles, evaluando cuestiones económicas y socioambientales involucradas (Brasil, 2018). Además, adquieren la capacidad para discutir y evaluar los cambios económicos y socioculturales en la vida

cotidiana y el trabajo, que han resultado del desarrollo de nuevos materiales y tecnologías (Brasil, 2018).

Es de gran importancia conocer las implicaciones y perspectivas de los avances científicos y tecnológicos ocurridos a lo largo de la historia de la humanidad, especialmente durante las revoluciones industriales, para la vida de las personas, la sociedad y el mundo natural. Sin embargo, la enseñanza de las ciencias en muchos espacios educativos suele centrarse en la memorización y asimilación de contenidos, lo que dificulta que los alumnos puedan atribuir significado a este tipo de conocimiento. Además, la falta de contextualización amplía la distancia entre lo que se estudia -desde la realidad histórico-social- y el contexto de la vida de los alumnos. Esto tiene como consecuencia la desmotivación y la percepción de que es algo complicado o inútil, culminando en la formación, a menudo, de individuos con una actitud acrítica (Benedicto, 2013).

Frente a esa situación, es necesario una enseñanza de las ciencias más problematizadora y comprometida con la realidad de los alumnos, que pueda generar un mayor significado sobre lo que se trabaja, proporcionando una formación ciudadana, en la que la construcción de una conciencia crítica oriente y posibilite discusiones, actitudes y toma de decisiones coherentes ante temas y/o problemas que afectan a la sociedad (Ferreira et al., 2016).

En la década de 1960, el educador humanista Paulo Freire desarrolló un método innovador para la alfabetización de jóvenes y adultos, basándose en la idea de trabajar con un repertorio de significados y situaciones reales a partir de las experiencias de vida de cada persona, de tal forma que el educador debe comprometerse con la realidad en la que vive, con el objetivo de lograr una educación liberadora (Freire, 2001). Freire (1996) afirma que el papel del docente debe trascender los límites de ser un simple transmisor de conocimientos para convertirse en un educador que enseñe a sus alumnos a entender el mundo mediante el diálogo, el intercambio y la construcción de conocimientos, así como la apropiación del conocimiento científico. De esta manera, el papel fundamental del docente consiste en la comprensión de que enseñar significa crear y organizar situaciones de aprendizaje que favorezcan la producción de conocimiento, entendiendo que el elemento fundamental del proceso educativo es el diálogo, ya que la relación entre el educador, el alumno y el mundo proporciona al alumno el desarrollo de una conciencia crítica de su realidad y le permite crear autonomía para transformarla (Freire, 1996).

Una propuesta potencialmente prometedora para satisfacer la demanda de una formación que busque las relaciones entre los contenidos y los aspectos históricos, sociales y culturales del conocimiento, así como la actitud del alumno como protagonista del aprendizaje y la adopción de una postura crítica, es la dinámica didáctico-pedagógica propuesta en los Tres Momentos Pedagógicos (3MP). Esta propuesta, desarrollada por Delizoicov y Angotti (1994) y, más adelante, investigada por Delizoicov et al. (2011), fue denominada Enfoque Temático (Abordagem Temática, en portugués). La misma fue creada a partir de la abordaje temática creada por Paulo Freire durante el proceso de formación docente en la región de Guinea-Bissau (Delizoicov y Angotti, 1994; Delizoicov et al., 2011). La propuesta enfatiza una educación dialógica, en la que el docente es mediador de la conexión entre lo que el alumno estudia científicamente en la clase con la realidad de su vida cotidiana (Delizoicov y Angotti, 1994; Delizoicov et al., 2011).

Inspirado en esta perspectiva didáctico-pedagógica y con el interés de debatir sobre combustibles y máquinas térmicas, se construyó una secuencia didáctica (SD) cuyo tema generador fue *Máquinas y combustibles: impactos en la Tierra y en la vida de las*

personas. En el presente trabajo, se presenta el proceso de construcción y desarrollo de esta secuencia didáctica (SD), así como el análisis crítico de los resultados emergentes.

El objetivo de esta investigación es presentar una SD que utiliza la dinámica de los 3MP para contextualizar el debate sobre las consecuencias económicas y socioambientales (impactos) derivadas del desarrollo de combustibles y máquinas térmicas con alumnos del 7º año de una escuela primaria y pública en Belém (Pará, Brasil). Se asume como hipótesis de trabajo, que el uso de la dinámica del 3MP como estrategia metodológica permite tanto la construcción de argumentos críticos y fundados sobre el tema en estudio, como el desarrollo y sofisticación de las habilidades de la BNCC.

Fundamento teórico

Las discusiones sobre la importancia de un enfoque histórico para la enseñanza de las ciencias se han desarrollado desde los últimos años del siglo XX. Un ejemplo destacado para justificar dicho enfoque es el estudio de Matthews (1994), ampliamente referenciado en el área de la enseñanza de las ciencias. Según el autor, partiendo de la idea de que la educación no debe ser una formación en ciencias, sino una enseñanza sobre ciencias, se pueden identificar siete contribuciones de enfoques histórico-filosóficos en la enseñanza.

Matthews (1994) argumenta que los enfoques históricos permiten una visión no dogmática y no científica de las ciencias. Además, desempeñan un importante papel al familiarizar a el alumnado con los contextos de producción de las ciencias y sus relaciones con la cultura y la sociedad. Desde esta perspectiva, abordar la revolución industrial o el descubrimiento de la penicilina, por ejemplo, cobra mayor sentido cuando se integra elementos de la Historia y Filosofía de la Ciencia, que contempla las necesidades de una educación científica de calidad que favorezca el desarrollo del pensamiento reflexivo, crítico y creativo, proporcionando a el alumnado las bases necesarias para comprender el avance científico y tecnológico, así como sus impactos actuales en la sociedad y el mundo natural (Matthews, 1994).

Cuando hablamos de contextualización histórica, nos referimos a ideas relacionadas con la Historia de la Ciencia, que pueden tener cierta articulación. De este modo, trabajar con eventos históricos en las clases de ciencias, permite comprender diferentes aspectos de la Historia de la Ciencia que, asociados a cada contexto histórico, proporciona la comprensión de los procesos que llevaron a la construcción de conocimientos y conceptos científicos, así como los impactos que causaron en los períodos históricos en los que se han desarrollado (Adúriz-Bravo y Izquierdo-Aymerich, 2009). La Contextualización Histórica, en el contexto de la BNCC, es integral e implica un enfoque en los aspectos históricos de la producción y el desarrollo del conocimiento científico y tecnológico en el área de Ciencias Naturales para la educación primaria (Cavalheiro y Fernandes, 2021).

Además de las recomendaciones de la BNCC que sugieren un enfoque histórico sobre los impactos científicos y tecnológicos a lo largo de la historia de la humanidad en los ámbitos económico y socioambiental, este documento (Brasil, 2018), también enfatiza que la sociedad contemporánea está organizada sobre la base del desarrollo científico y tecnológico, en el que la ciencia y la tecnología se han desarrollado y continúan desarrollándose de manera integrada con las formas de vida que las diversas sociedades humanas han organizado a lo largo de la historia. Este proceso ha dado lugar a nuevos y mejores productos y servicios, pero también ha generado desequilibrios en la naturaleza y en la sociedad misma. Por lo tanto, para debatir y tomar una posición sobre temas como los

combustibles y el transporte, es esencial tanto el conocimiento científico como el conocimiento histórico, político, ético y cultural (Brasil, 2018).

Es posible notar la fuerte presencia del conocimiento científico-tecnológico en nuestra vida cotidiana, donde la ciencia y los resultados de sus implicaciones tecnológicas son responsables de interferir en nuestra vida y en la dinámica social, positiva o negativamente (Delizoicov y Angotti, 1994). De esta manera, resulta importante debatir, en las clases de ciencias, sobre los resultados de las implicaciones tecnológicas, especialmente aquellas causadas por las máquinas térmicas a lo largo de la historia de la humanidad. Este análisis debe abordar no solo los puntos positivos de estos resultados, como la mejora en los procesos productivos e industriales y el aumento de la comodidad y la practicidad en el desempeño de las actividades domésticas y sociales, sino también los negativos, como el aumento de la contaminación por gases de efecto invernadero, el dióxido de carbono, y en el desempleo generado por la sustitución del hombre por la máquina en las actividades industriales. De este modo, se contribuye a la construcción del conocimiento necesario para la reflexión y la adopción de una postura crítica ante estos resultados, ya que el proceso de evolución de las máquinas térmicas es continuo y las implicaciones tecnológicas derivadas de ellas, en los ámbitos social, ambiental y económico, están cada vez más presentes en la vida cotidiana de los docentes y alumnos de ciencias (Aikenhead, 1994).

Una forma de construir prácticas que fomenten la criticidad sobre este tema es a través de los Tres Momentos Pedagógicos (3MP) propuestos por Delizoicov et al. (2011). Este enfoque temático favorece la elaboración de propuestas didácticas que se alejan del modelo de enseñanza tradicional, organizándose en momentos pedagógicos que buscan construir o ampliar el conocimiento científico y hacer que el alumno sea más reflexivo, crítico y participativo en todo el proceso educativo.

Para efectos de comprensión, la Problematización Inicial (PI) permite mapear los conocimientos previos del alumnado, así como los motivarlos a buscar otros conocimientos a los que se enfrentan, buscando establecer el tema en discusión como un problema que necesita ser discutido y resuelto (Delizoicov et al., 2011).

La Organización del Conocimiento (OC), por su parte, es la etapa en la que el docente hace uso de todos los recursos y materiales que se considera necesarios para que el alumno construya entendimientos científicamente rigurosos sobre el tema en estudio. Es decir, es la etapa donde el diálogo establecido entre docente-alumno y alumnos-alumnos permite constituir el conocimiento necesario para resolver el problema presentado en el momento anterior (Delizoicov et al., 2011).

Finalmente, la Articulación del Conocimiento (AC) permite identificar la comprensión del alumno sobre el conocimiento construido durante los momentos previos. Además, permite incitar al alumno a comprender, extrapolar y afrontar otras situaciones, aunque no estén relacionadas con el tema tratado. En este sentido, los 3MP potencian la formación y el ejercicio del pensamiento reflexivo y crítico, así como las acciones proactivas frente a situaciones de la vida cotidiana del alumno (Delizoicov et al., 2011).

Metodología

Participantes y contexto de la investigación

La metodología utilizada para la elaboración de la presente investigación se basa en el enfoque cualitativo, de naturaleza aplicada¹, con la observación del participante, según Zanette (2017) y Sampieri et al. (2013).

Los participantes de esta investigación fueron 20 estudiantes matriculados en una clase del 7º año de la escuela primaria en la Escola de Aplicação de la Universidade Federal do Pará (UFPA), específicamente, durante las clases de ciencias del año escolar 2023. La secuencia didáctica (SD) desarrollada fue guiada por las recomendaciones de la escuela, cuyo Proyecto Educativo de Centro fue adaptado a la BNCC. Es importante destacar que la serie de actividades desarrolladas fue realizada por un becario del programa institucional de becas de iniciación a la docencia (PIBID/Subproyecto interdisciplinario biología-matemáticas/Campus Belém-PA, Brasil).

Secuencia didáctica (SD)

Considerando el carácter interdisciplinario del programa PIBID, al que están vinculados los participantes del programa, se decidió producir una SD en la cual se pueda crear un material didáctico utilizable también en matemáticas, de modo que el tema delimitado y al menos uno de los materiales didácticos producidos también pudiera ser utilizado por los participantes de la licenciatura de matemáticas como guía para la producción de sus propias secuencias didácticas. Partiendo de este supuesto, se organizó una SD basada en el 3MP para la enseñanza de las ciencias con el tema generador *Máquinas y combustibles: impactos en la Tierra y en la vida de las personas* y como material común para biología y matemáticas, una producción autoral sobre números binarios, con el objetivo de abordar, discutir y evaluar los impactos económicos y socioambientales de los combustibles y las máquinas térmicas en el curso de la historia de la humanidad.

La SD mencionada se desarrolló en el espacio de tiempo proporcionado por el docente de la escuela, distribuyéndose en tres clases de 40 minutos cada una, como se indica en la Tabla 1. La primera clase, de 80 minutos de duración, se dedicó al desarrollo de la PI y la OC, mientras que la segunda clase, de 40 minutos, dedicada a la etapa de la AC.

Tabla 1. Momentos pedagógicos de la SD y descripción de las actividades.

Momento pedagógico	Descripción de las actividades
Problematización Inicial (PI)	Preguntas de diagnóstico sobre máquinas térmicas. Lectura en grupo de un informe sobre <i>coches voladores</i> . Discusión del informe sobre <i>coches voladores</i> .
Organización del Conocimiento (OC)	Juego de mesa en grupos sobre los impactos de las máquinas características de cada revolución industrial. Lectura comentada y discusión sobre el tema del juego de mesa. Orientaciones para la presentación visual y oral de los grupos sobre <i>tipos de fuentes de energía y sus impactos</i> .
Articulación del Conocimiento (AC)	Producción visual y presentación oral, en grupo, sobre <i>tipos de fuentes de energía y sus impactos</i> . Discusión de encerramiento sobre la temática de la SD.

¹Es importante destacar que este término es utilizado de acuerdo con el significado de los autores, estando relacionado con el hecho de que la SD sistematizada se desarrolló en un espacio formal de enseñanza. Sin embargo, entendemos que la noción de aplicación asociada a una perspectiva utilitaria del conocimiento no se corresponde filosófica-epistemológicamente con la estrategia y los marcos asumidos.

La clase, para el desarrollo de las actividades, se dividió de acuerdo con el interés y la afinidad de los alumnos en cuatro grupos de cinco integrantes. Los grupos fueron llamados Grupo I, Grupo II, Grupo III y Grupo IV. Cada grupo contó con un representante para mediar la conducción de las etapas, así como para organizar y describir las discusiones realizadas. Cabe destacar que esta organización se mantuvo durante todos los momentos pedagógicos.

La PI se realizó a través de preguntas de diagnóstico para mapear los conocimientos previos de los alumnos sobre máquinas térmicas, y de la lectura en grupo del informe *la llegada de los coches voladores*. Tras la lectura del informe por parte de los grupos, se hicieron preguntas para promover discusiones dentro de los grupos (Tabla 2). Posteriormente, hubo una discusión con toda la clase sobre el informe, que fue dirigida por las preguntas formuladas a los grupos.

Durante la etapa de la OC, se utilizó un juego de mesa autoral, el cual se detalla en la próxima sección. Este juego fue utilizado para promover la discusión sobre los impactos económicos y socioambientales, tanto positivos como negativos, de las máquinas en sus respectivos períodos históricos. Después de este momento, se procedió a una lectura comentada de un texto sobre los impactos de las máquinas en los períodos de las revoluciones industriales, comparando y debatiendo lo abordado en el juego de mesa con lo señalado en el texto.

Esta etapa finalizó con la orientación para la construcción de producciones visuales y presentaciones orales sobre el tema: *tipos de fuentes de energía y sus impactos*.

Finalmente, el tercer momento (AC) se realizó a través de producciones visuales y presentaciones orales, en las que los grupos presentaron los impactos económicos y socioambientales, positivos y negativos, de los distintos tipos de fuentes de energía (hidroeléctrica, solar, eólica, carbón, petróleo y nuclear), desde la obtención de la energía hasta su uso. Las presentaciones se realizaron visualmente mediante la producción de pósteres en cartulinas y oralmente a través de la explicación de cada miembro de los grupos sobre el tema.

Análisis de datos

Los datos extraídos de las respuestas de los alumnos a las preguntas sobre el tema en estudio, así como de las notas de campo, interacciones durante el juego de mesa, producciones escritas y presentaciones realizadas por los grupos, fueron sometidos a análisis de contenido (Bardin, 2011) siguiendo las etapas de pre-análisis, exploración del material y tratamiento de los resultados e interpretación. Como resultado de este proceso, cada uno de los 3MP se delimitó como una categoría de análisis, adoptando la perspectiva de la categoría a priori. Cada una de estas categorías se discute con las referencias intelectuales del área en la sección que trata los resultados y las discusiones.

Resultados y discusión

Categoría analítica: problematización inicial (PI)

Durante la PI, fue posible percibir, a través de las estrategias utilizadas, el despertar del interés de los alumnos en el tema *máquinas y combustibles: impactos en la Tierra y en la vida de las personas*, que estimuló el diálogo entre los alumnos y entre estos y el becario del programa PIBID de la UFPA (en adelante, “Pibidiano”). Además fomentó la necesidad

de los alumnos en la búsqueda de conocimientos que aún no dominan para comprender y resolver problemas, según lo propuesto por Delizoicov et al. (2011).

Siguiendo el supuesto descrito anteriormente, se exploró el tema de los *coches voladores*, cuestionando inicialmente a los alumnos, si sabían lo que era una máquina térmica y qué ejemplos de estas conocían. Según Freire (1996), es de fundamental importancia comprender el conocimiento de los alumnos, provenientes de sus experiencias previas a la clase y de sus realidades, con el fin de involucrarlos en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Después de leer el texto de lo informe *La llegada de los coches voladores (A chegada dos carros voadores*, en portugués), adaptado de Andrade (2019), se preguntó a los alumnos de qué se trataba el texto, qué tipo de energía usarían los coches voladores, así como qué beneficios podrían aportar los coches voladores a la vida de las personas en el futuro y qué problemas podrían surgir con el uso del coche volador por las personas en el futuro. En este primer momento, los alumnos presentaron opiniones, hipótesis y posiciones sobre el problema presentado (Tabla 2).

El conocimiento del alumnado es un punto de partida importante para las siguientes etapas de la dinámica de los 3MP, las cuales abordan el problema presentado, promoviendo el diálogo entre los alumnos y sus compañeros de clase, así como entre los alumnos y los docentes. Además, se ofrece la oportunidad de la participación de los alumnos en la construcción del conocimiento científico necesario para resolver el problema (Delizoicov et al., 2011). Durante los momentos de preguntas a los grupos, el Pibidiano escribió en la pizarra las respuestas dadas por los grupos, que se pueden verificar en la Tabla 2 a continuación.

Tabla 2. Respuestas de cada grupo a las preguntas planteadas.

Pregunta	Respuesta grupo I	Respuesta grupo II	Respuesta grupo III	Respuesta grupo IV
<i>Preguntas de diagnóstico</i>				
¿Qué son las máquinas térmicas?	Son máquinas que llevan algo que la quema y la hace caminar.	Son máquinas que usan gasolina.	Son máquinas que usan fuego para funcionar.	Son máquinas que usan carbón para funcionar.
¿Qué ejemplos de máquinas térmicas conoces?	Avión, coche, barco y moto.	Barco, autobús y motocicleta.	Moto, coche y autobús.	Barco, autobús y moto.
<i>Preguntas sobre el texto la llegada de los coches voladores</i>				
Pregunta 1: ¿De qué trata el artículo?	Sobre los coches voladores del futuro.	Sobre los coches voladores.	Sobre los coches voladores.	Sobre cómo serán los coches del futuro.
Pregunta 2: ¿Qué tipo de energía utiliza el coche volador?	Energía eléctrica.	Gasolina y electricidad.	Energía eléctrica.	Energía eléctrica y gasolina.
Pregunta 3: ¿Qué beneficios puede aportar el coche volador a las personas?	Lleva a las personas a los lugares más rápido.	Mejorar el tráfico de la ciudad y contaminar menos.	Contamina menos y viaja más rápido a lugares.	Lleva a las personas a los lugares más rápido y mejora el tráfico de la ciudad.
Pregunta 4: ¿Qué problemas podrían surgir con el uso del coche volador?	Contamina el aire lanzando humo mientras vuela en el cielo.	Surgen problemas en el aire y pueden caer en las casas en el suelo.	Habrán más accidentes aéreos entre aviones y coches voladores.	Accidentes más graves y mortales.

Como se puede observar en la Tabla 2, cada grupo presentó sus opiniones e hipótesis relacionadas tanto con las preguntas de diagnóstico como con las preguntas sobre el texto discutido, haciendo uso de sus conocimientos previos. Las respuestas que fueron presentadas por los grupos, se acercan perfectamente a lo que es una máquina térmica y sus ejemplos, evidenciando el conocimiento de los alumnos sobre el tema, que ya había sido abordado anteriormente por el docente de la clase.

En cuanto a las respuestas sobre el texto discutido, las opiniones e hipótesis planteadas por los grupos fueron limitadas y bastante similares. Esto puede estar relacionado con el hecho de que (1) las preguntas 1 y 2 estaban relacionadas con la interpretación del texto, y (2) las preguntas 3 y 4 abordaban puntos de vista del mundo real y movilizaban conocimientos previos inherentes a los alumnos, que podían ser muy similares a sus experiencias compartidas. Sin embargo, se percibe que los datos obtenidos sobre la integración de los conocimientos previos de los alumnos (en sus grupos) están en línea con los observados por Moraes (2008, p. 25), quien afirma que «es necesario escuchar a los alumnos para comprender los límites de sus conocimientos y sus formas de pensar y, por lo tanto, desafiarlos a ampliar sus conocimientos y capacidades, haciéndolos más complejos».

Para ampliar y profundizar los entendimientos emergentes sobre el tema en esta etapa, se inició el segundo momento pedagógico, cuyos resultados se discuten en la siguiente subsección.

Categoría analítica: organización del conocimiento (OC)

La OC fue realizada después de las discusiones sobre el texto *La llegada de los coches voladores*. En ese momento, el Pibidiano preguntó a los grupos si alguna vez habían oído hablar de la revolución industrial. Al obtener respuestas negativas, presentó las características de una revolución industrial.

Después de la discusión y explicación, el Pibidiano preguntó a los grupos qué máquinas térmicas creen que surgieron durante la revolución industrial. Luego de escuchar sus respuestas, los invitó a jugar un juego de mesa (Figura 1). Este juego consiste en un recorrido que atraviesa las distintas revoluciones industriales, destacando las máquinas térmicas y las características de cada una. En este juego a cada grupo se le entregó una hoja de papel que muestra en qué máquina el jugador cayó sobre el tablero, al lanzar los dados. A partir de esto, los participantes debían discutir en equipo y señalar las consecuencias socioambientales y económicas -tanto positivas como negativas- derivadas de la llegada de dichas máquinas.

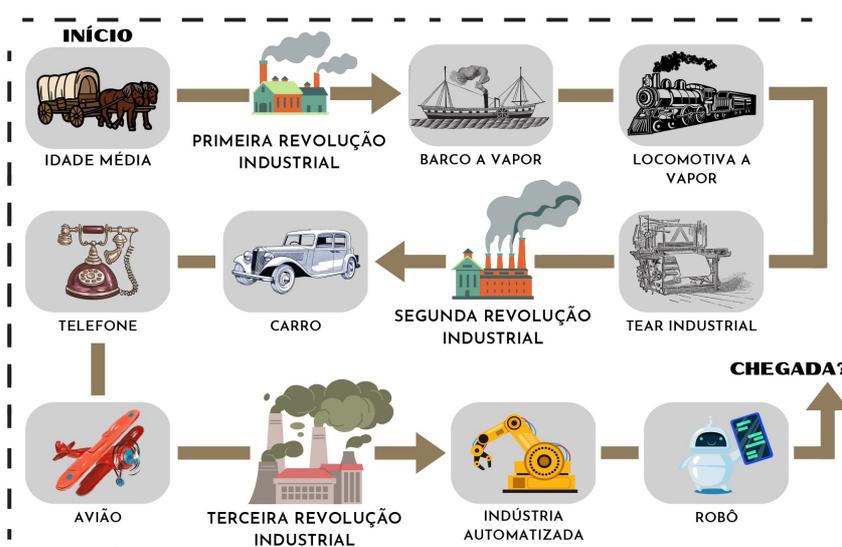


Figura 1. Juego de mesa para la discusión de los impactos de las máquinas características de las revoluciones industriales. Fuente: Pibidiano. Creado en canva.com

Durante el juego de mesa, los alumnos no mostraron dificultades para realizar la actividad propuesta. Los grupos se organizaron y eligieron quién tomaría notas de las discusiones y que haría cada máquina durante el juego.

Los grupos participaron con entusiasmo y energía durante el juego, contribuyendo con discusiones muy productivas para el progreso de la SD. No obstante, se observaron dos obstáculos para un excelente desarrollo de la actividad: (1) la falta de conocimiento de los alumnos sobre lo que es un telar industrial, y (2) algunos alumnos creían que el buque de vapor usaba petróleo en lugar de carbón. Sin embargo, el obstáculo 1 fue superado por la explicación del Pibidiano sobre qué es un telar industrial y el obstáculo 2 fue pertinente para las discusiones posteriores al juego de mesa. De esta manera, el juego fue bien ejecutado por los alumnos en sus grupos.

Siguiendo el momento pedagógico, después del juego de mesa y la discusión grupal, el Pibidiano organizó la clase en un semicírculo. A continuación, se realizó la lectura comentada del texto *La evolución de las máquinas térmicas* (*A evolução das máquinas térmicas*, en portugués), adaptado de Godoy (2018). La lectura comentada sirvió para discutir y comparar las consecuencias de la llegada de las máquinas que abordaba el texto con las que los grupos discutieron y señalaron durante el juego de mesa sobre el mismo tema, lo que se puede observar en la Tabla 3.

Tabla 3. Respuestas de los grupos a la actividad del juego de mesa.

Máquinas del juego de mesa	Consecuencias (Grupo I)	Consecuencias (Grupo II)	Consecuencias (Grupo III)	Consecuencias (Grupo IV)
Primera revolución industrial				
Buque de vapor	Las personas pueden ir a lugares más lejanos y pueden contaminar el río con petróleo.	Pueden llevar a más personas a lugares más lejanos y pueden contaminar el aire.	Las personas pueden viajar a un lugar muy distante y pueden contaminar el aire (con humo).	Las personas pueden viajar más rápido a lugares y pueden contaminar el aire con humo.
Locomotora de vapor	Las personas pueden viajar mucho más rápido y pueden contaminar el aire (con humo).	Las personas pueden viajar a lugares más lejanos y pueden tener más accidentes.	Pueden tener viajes más rápidos y pueden tener accidentes más graves.	Pueden viajar a lugares distantes más rápido y pueden contaminar el aire con el humo que libera.

Tabla 3. Continuación.

Máquinas del juego de mesa	Consecuencias (Grupo I)	Consecuencias (Grupo II)	Consecuencias (Grupo III)	Consecuencias (Grupo IV)
Telar industrial	Las fábricas pueden producir más tejidos.	Pueden hacer más tejidos.	Pueden producir más tejidos.	Pueden quedarse sin aguja y no producir más tejidos.
Segunda revolución industrial				
Coche	Pueden llevar a las personas a varios lugares de la ciudad mucho más rápido y pueden tener más accidentes.	Las personas pueden viajar más rápido por la ciudad y pueden contaminar el aire con el humo que libera.	Las personas pueden ir a varios lugares de la ciudad más rápido y pueden contaminar el aire.	Las personas pueden moverse por la ciudad más rápido y pueden contaminar el medio ambiente mientras dirige.
Teléfono	Las personas pueden comunicarse con otras más rápido.	Las personas pueden llamar para hablar con otras en un lugar más distante.	Las personas pueden comunicarse mucho más rápido que las cartas.	Las personas pueden comunicarse más rápido con otras en lugares más distantes.
Avión	Las personas pueden ir a lugares más lejanos y muy rápidamente.	Las personas pueden viajar a otros países mucho más rápido.	Las personas pueden viajar a lugares mucho más distantes y contamina el aire con el humo que libera.	Las personas pueden viajar más rápido a lugares distantes y pueden contaminar el aire con humo.
Tercera revolución industrial				
Industria automatizada	Las fábricas producen más usando robots.	Los robots pueden producir más cosas y más rápido.	Las fábricas producen más cosas con la ayuda de robots.	Las cosas pueden ser fabricadas más rápido por robots.
Robot	Puede hacer trabajos para las personas.	Puede hacer muchas tareas para las personas.	Mejora la vida de las personas al hacer varias cosas por ellas.	Puede ayudar a las personas a realizar múltiples tareas.

Al analizar los datos contenidos en la Tabla 3, es posible evidenciar algunas limitaciones presentes en las discusiones de los grupos para el tema abordado, como (1) la falta de enfoque en las consecuencias negativas para las cuestiones sociales, (2) la falta de profundización o enfoque de las consecuencias en cuestiones económicas y (3) la falta, en algunas máquinas, del enfoque de las consecuencias negativas para las cuestiones socioambientales y económicas. Esta evidencia puede estar relacionada con las experiencias y conocimientos previos de los alumnos sobre el tema abordado, las cuales no fueron suficientes para desarrollar adecuadamente la problemática relacionada con las consecuencias positivas y negativas del advenimiento y la evolución de las máquinas térmicas.

Sin embargo, analizando los mismos datos, se observa que el juego de mesa cumplió su función didáctica, alineándose con lo que afirma Wiertel (2016), que sostiene que el uso de juegos de mesa en la enseñanza favorece el desarrollo de diversas habilidades, como el sentido crítico, el levantamiento de supuestos, la concentración, la imaginación, la organización y la argumentación, que son componentes en los que se trabaja el razonamiento lógico.

Así, con el fin de proporcionar y construir los conocimientos necesarios para enfrentar el problema propuesto por el tema trabajado, que es el objetivo de este momento pedagógico, la lectura comentada del texto *La evolución de las máquinas térmicas*, con momentos de discusiones y comparaciones con las opiniones e hipótesis planteadas por los grupos

Al final de la clase, el Pibidiano orientó a los grupos para construir producciones visuales y presentaciones orales sobre el tema *fuentes de energía y sus impactos* (*fontes de energia e seus impactos*, en portugués), el cual fue asignado mediante sorteo entre los grupos, para ser presentado en la próxima clase de ciencias.

Categoría analítica: articulación del conocimiento (AC)

Para la realización de la AC, y considerando los conocimientos previos de los alumnos y los adquiridos en el segundo momento pedagógico (OC), los alumnos elaboraron producciones visuales y presentaciones orales sobre el tema *fuentes de energía y sus impactos* para socializar en este último momento. Cabe destacar que la organización de los temas y grupos fueron de la siguiente manera: Grupo I: carbón mineral y energía hidroeléctrica; Grupo II: petróleo y energía eólica; Grupo III: Energía nuclear y solar; y Grupo IV: gas natural y biomasa.

Cada grupo fue instruido para producir, durante la clase, un afiche en cartulina sobre sus respectivas fuentes de energía. Además, debían investigar sobre el tema, en el que todos los miembros del grupo deben participar. El objetivo era resaltar los impactos positivos y negativos en aspectos socioambientales y económicos. Para guiar la preparación oral, se plantearon las siguientes preguntas: *¿Cuál es la fuente de energía?, ¿Es esta fuente renovable o no renovable?, ¿Por qué se considera renovable o no?, ¿Es para algo más que generar energía?* y *¿Cuáles son las ventajas y desventajas de obtener esta energía y usarla?*

Según Veiga (2000), la enseñanza se socializa cuando se centra en la acción intelectual del alumnado sobre el objeto de aprendizaje a través de la cooperación entre grupos de trabajo, no solo para facilitar el aprendizaje, sino también para hacer que la enseñanza sea más crítica y creativa. De esta manera, la construcción de producciones visuales y presentaciones orales por parte de los grupos permite el intercambio de conocimientos, fomentando el respeto por las ideas, el razonamiento crítico, la investigación y la búsqueda de soluciones. Este enfoque privilegia el intercambio de experiencias, información, cooperación y respeto mutuo entre los alumnos, lo que permite un aprendizaje significativo (Dias-Da-Silva et al., 2018).



Figura 3. Grupo construyendo el afiche sobre su tema para la presentación (imagen izquierda) y realizando su presentación (imagen derecha).

Durante las presentaciones de los grupos (Figura 3) se hizo evidente, tanto en las producciones visuales como en las presentaciones orales, que los estudiantes atribuyeron

significado a los conocimientos estudiados y desarrollaron las habilidades para discutir y evaluar situaciones con potenciales impactos, en este caso, los impactos derivados de la creación y desarrollo de nuevas tecnologías.

Todos los grupos abordaron y respondieron las preguntas orientadoras, además de establecer conexiones entre el tipo de fuente de energía investigada y los impactos, positivos y negativos, derivados de su obtención y uso. También analizaron los materiales que pueden producir a partir de estas fuentes, como el petróleo y el plástico, por ejemplo. Asimismo, los grupos abordaron cuestiones relacionadas con la rentabilidad, la sostenibilidad y los impactos ambientales. En particular, se discutieron temas de impacto social, como la reubicación de personas para la construcción de represas.

Al final de la clase, el Pibidiano felicitó a cada grupo por sus excelentes producciones visuales y presentaciones orales. El encuentro concluyó con una recapitulación general de ideas trabajadas, dialogando con los alumnos y estableciendo conexiones con todo lo que se abordó y discutió. Así, los alumnos, en sus grupos, utilizaron los conocimientos construidos y las habilidades desarrolladas y ejercitadas en los momentos pedagógicos previos para discutir y evaluar las situaciones propuestas. De esta manera, logrando desarrollar y presentar con éxito lo propuesto y logrando los objetivos propuestos en esta investigación.

Consideraciones finales

Los resultados obtenidos en esta investigación nos permiten comprender en qué medida las actividades sistematizadas dentro de la SD desarrollada (uso de preguntas problematizadoras, reflexiones y discusiones, lectura grupal y comentada, juego de mesa, momentos expositivo-dialogados y construcción de producción visual y presentación oral) fueron pertinentes y contribuyeron a la implicación de los alumnos con sus procesos de aprendizaje. Estas actividades les permitieron volverse más autónomos en la construcción del conocimiento científico, fomentando el desarrollo de habilidades necesarias para una formación reflexiva y crítica.

Se resalta la importancia del desempeño y la mediación del docente, no sólo en los momentos pedagógicos, sino también en la planificación y organización de estos momentos. Las características de la clase, el entorno educativo, los materiales disponibles, y el tiempo disponible para el desarrollo de las actividades, son puntos muy importantes a tener en cuenta a la hora de diseñar una SD basada en el 3MP.

Es fundamental planificar y observar en detalle cada actividad propuesta para lograr los objetivos de cada momento pedagógico. El docente también debe estar atento en la conducción de estos momentos, de manera que pueda identificar y satisfacer las necesidades informativas requeridas por los alumnos en cada etapa, ayudándolos a avanzar en sus opiniones e hipótesis. Esto facilita la construcción del conocimiento necesario para avanzar en las actividades y en los momentos pedagógicos.

Es importante destacar que la contextualización de los contenidos abordados proporciona un aprendizaje más crítico, despertando la curiosidad de los alumnos y movilizándolos hacia la construcción de su propio conocimiento, que puede ser utilizado en diversas situaciones de la vida del alumno, dentro o fuera del ámbito escolar. De este modo, la SD desarrollada, y descrita en esta investigación demostró ser pertinente para la construcción del conocimiento y el desarrollo de habilidades necesarias. Estas habilidades permiten que el alumno discuta, reflexione, evalúe y critique los impactos, tanto positivos como

negativos, del desarrollo y uso de máquinas y combustibles. Este análisis incluye los aspectos sociales, ambientales y económicos, así como las conexiones entre estos tres aspectos, constituyendo un recurso valioso para los docentes que deseen abordar este tema y trabajar en el desarrollo de estas habilidades con sus alumnos, siendo importante señalar que esta SD se puede adaptar a diferentes públicos y realidades.

La experiencia vivida, impulsada por el programa PIBID (Subproyecto Interdisciplinario biología-matemáticas) fue una oportunidad única. La delimitación del contenido abordado, los métodos utilizados, los materiales producidos y empleados, así como cada paso de la SD desarrollada en el tiempo proporcionado por el docente responsable de la clase, resultan profundamente enriquecedores.

La tarea de construir y desarrollar una SD en la clase siempre ha parecido desafiante. Sin embargo, en cada etapa del proceso de construcción, las dudas fueron resueltas, ya que fue comprendido el objetivo de cada paso por la instrucción de la orientadora responsable del programa PIBID. Lo que inicialmente parecía una experiencia difícil se transformó en una fuente de motivación positiva.

La oportunidad de investigar y experimentar la vida escolar cotidiana y poder practicar la enseñanza en este entorno es extremadamente importante para la formación inicial del profesorado. Esta experiencia permitió a los participantes prepararse y superar los desafíos inherentes a la labor docente. Además, demostró que siempre es posible desarrollar y practicar una enseñanza de calidad, caracterizada por el diálogo, la construcción de conocimientos y posibilitar la preparación para los retos de la vida en sociedad, tanto para los alumnos como para los docentes.

Agradecimientos

Expresamos nuestro agradecimiento al programa institucional de becas de iniciación a la docencia (PIBID) y a la coordinación de perfeccionamiento de personal de nivel superior (CAPES). Asimismo, deseamos manifestar nuestro reconocimiento al profesor responsable de la clase en cuyo marco se desarrolló esta investigación, así como a todos los alumnos que participaron en la misma.

Referencias bibliográficas

- Adúriz-Bravo, A. e Izquierdo-Aymerich, M. (2009). A research-informed instructional unit to teach the nature of science to pre-service science teachers. *Science & Education*, 18(1), 1177-1192. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11191-009-9189-3>
- Aikenhead, G. (1994). What is STS Science Teaching. In: J. Solomon, G. Aikenhead (Eds.). *STS education: International perspectives on reform* (pp. 47-59). Teachers College Press.
- Andrade, R. O. (2019). A chegada dos carros voadores. *Revista Pesquisa FAPESP. Engenharia Aeronáutica*, 286, 68-73. <https://revistapesquisa.fapesp.br/a-chegada-dos-carros-voadores/>
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. Edições 70.
- Benedicto, E. C. P. (2013). *Humor no Ensino de Química*. Disertación (Maestría en Química Analítica e Inorgánica). Universidade de São Paulo. https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/75/75135/tde-24022014-114947/publico/ErikCeschiniPanighelBenedicto_Revisado.pdf

- Brasil (2018). Ministério da Educação. Secretaria de educação básica. *Base Nacional Comum Curricular*. Educação é a base. MEC/CONSED/UNDIME. <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>
- Cavalheiro, D. N. y Fernandes, C. S. (2021). A contextualização histórica na área das ciências da natureza e suas tecnologias na base nacional comum curricular (bncc). *Anais do XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Realize Editora. <https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/76591>
- Delizoicov, D. y Angotti, J. A. (1994). *Metodologia do Ensino de Ciências*. Cortez.
- Delizoicov, D., Angotti, J. A. y Pernambuco, M. M. C. A. (2011). *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. 4 ed. Cortez.
- Dias-da-Silva, C. D., Souza, R. G., Almeida, R. G., Silva, G. F. y Almeida, L. M. (2018). Abordando o sistema respiratório em uma perspectiva dos três momentos pedagógicos. *carpe diem: revista cultural e científica do unifacex*, 16(1), 29-43. <https://periodicos.unifacex.com.br/revista/article/view/924>
- Farias, L. M. y Sellitto, M. A. (2011). Uso da energia ao longo da história: evolução e perspectivas futuras. *Revista Liberato*, 12(17), 7-16. <https://revista.liberato.com.br/index.php/revista/article/view/164/154>
- Fazenda, I. C. (1998). *Didática e Interdisciplinaridade*. Papirus.
- Ferreira, M. V., Paniz, C. M. y Muenchen, C. (2016). Os três momentos pedagógicos em consonância com a abordagem temática ou conceitual: uma reflexão a partir das pesquisas com olhar para o ensino de ciências da natureza. *Ciência e Natura*, 38(1), 513-525. <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/download/18951/pdf/99761>
- Freire. P. (1996). *Pedagogia da Autonomia - Saberes necessários à prática educativa*. Paz e Terra.
- Freire. P. (2001). *Pedagogia do oprimido*. Paz e Terra.
- Godoy, L. P. (2018). *Ciências: vida e universo: 7º ano: ensino fundamental: anos finais*. Unidade 1. Tema 2. Adaptado. 1 ed. Livro Didático. FTD.
- Haubenthal, W. R. y Führ, R. (2020). Impactos da tecnologia na quarta revolução industrial. *VI CONEDU*, 3(1), 1019-1033. <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/65440>
- Locatelli, A., Crestani, E. M. F. y Rosa, C. W. (2020). Os três momentos pedagógicos e a interdisciplinaridade no Ensino de Ciências da Natureza: análise de um curso de formação continuada. *Revista Insignare Scientia*, 3(1), 188-213. <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/11137>
- Mariniak, M. R. y Hilger, T. R. (2021). A energia da BNCC: um ensaio sobre o ensino fundamental e o ensino médio. *Revista de Enseñanza de la Física*, 33(1), 119–126. <https://doi.org/10.55767/2451.6007.v33.n1.33230>
- Matthews, M. (1994). *Science teaching: the role of history and philosophy of science*. Routledge.
- Moraes, R. (2008). *Aprender em rede na educação em Ciências*. Unijuí.

- Saint'Pierre, T. D. (2023). *Arquímedes* [Dispositiva docplayer]. <https://docplayer.com.br/60005835-Arquimedes-tatiana-dillenburg-saint-pierre-este-documento-tem-nivel-de-compartilhamento-de-acordo-com-a-licenca-3-0-do-creative-commons.html>
- Sampieri, R. H., Collado, C. F. y Lucio, P. B. (2013). *Metodologia de Pesquisa*. McGraw Hill.
- Schwab, K. y Davis, N. (2018). *Aplicando a Quarta Revolução Industrial*. Tradução de Daniel Moreira Miranda. Edipro.
- Veiga, I. P. A. (2000). *Técnicas de ensino: Por que não?* Papirus.
- Wiertel, W. J. (2016). *Gamificação, Lúdico e Interdisciplinaridade como instrumentos de ensino*. Instituto Latino-Americano de Arte, Cultura e História da Universidade Federal da Integração Latino-Americana.
- Zanette, M. S. (2017). Pesquisa qualitativa no contexto da Educação no Brasil. *Educar em Revista*, 33(65), 149-166. <https://revistas.ufpr.br/educar/article/view/47454/33236>