

ANALOGÍA ENTRE DIFERENCIA DE POTENCIAL ELÉCTRICO
Y DIFERENCIA DE POTENCIAL GRAVITACIONAL
EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

Analogy among electrical potential difference
and gravitational dotencial difference
on the teaching physics

RAIRA MARIA LIMA BAHIA*

Universidad del Suroeste del Estado de Bahía, Itapetinga, Brasil
rairabahia9@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0006-4998-3759>

PEDRO JAVIER GÓMEZ JAIME**

Universidad del Suroeste del Estado de Bahía, Itapetinga, Brasil
pedro.jaime@uesb.edu.br
<https://orcid.org/0000-0001-6249-0138>

Forma sugerida de citar: Lima Bahía, Raira Maria & Gómez Jaime, Pedro Javier (2024). Analogía entre diferencia de potencial eléctrico y diferencia de potencial gravitacional en la enseñanza de la física. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, (37), pp. 103-129.

* Licenciada en Física, graduada de nivel medio en curso técnico de Agropecuaria.

** Doctor en difusión del conocimiento, máster en Enseñanza, Filosofía e Historia de la Ciencia, licenciado en Física-Electrónica. Es profesor universitario con experiencia internacional en la Escuela Latinoamericana de Medicina (ELAM) y nacional en el Instituto de Física de la Universidad Federal de Recôncavo da Bahía (UFRB) en Cruz de las Almas-Bahía. Ocupa una silla efectiva en el Departamento de Ciencias Exactas y Naturales (DCEN) de la Universidad del Suroeste del Estado de Bahía en Itapetinga-Bahía. Es profesor colaborador del Polo 6 de la Maestría Profesional Nacional en Enseñanza de la Física (MNPEF). Es miembro efectivo de la Sociedad Brasileña de Acústica (SOBRAC).

Resumen

Con el presente trabajo se pretende crear una estrategia que posibilite un aprendizaje sólido del tema de potencial eléctrico, a través de una analogía entre los potenciales eléctrico y gravitacional. La actividad que se propone concibe el uso de materiales de bajo costo con el objetivo de aproximar el conocimiento físico al común de los estudiantes. Esto porque se ha percibido en la población foco de este estudio, un cierto desinterés por la física, lo que de alguna forma resulta contradictorio, una vez que la presencia de esta ciencia, en nuestro día a día, se manifiesta en las diversas actividades que desenvolvemos en el contexto en que estamos insertados, así como en el uso extendido de las nuevas tecnologías de información y comunicación (TIC) a que la especie humana ha venido teniendo acceso en los últimos años. Por su parte, para la creación de la citada estrategia se ha considerado el uso de una metodología que concibe una revisión de la bibliografía disponible sobre el tema y tiene una tendencia cualitativa-cuantitativa, siendo esta referida al análisis de los datos que serán colectados durante la experiencia. Los resultados muestran que hubo un mejor desempeño de los estudiantes durante la segunda etapa del proceso investigativo. Esto nos permite concluir que la enseñanza de la física a través de analogías elaboradas por los profesores de esta asignatura posibilita un mejor aprendizaje de esta ciencia en la medida en que se vinculan conocimientos científicos y cotidianos.

104



Palabras clave

Educación, inclusión, aprendizaje significativo, innovación pedagógica, pensamiento académico.

Abstract

The current research proposes to create a strategy that enables solid learning of the topic of electrical potential, through an analogy between electrical and gravitational potentials. The proposed activity conceives the use of low-cost materials with the objective of bringing physical knowledge closer to the students' daily lives. This is because a certain lack of interest in Physics has been perceived in the focus population of this study, which in some way is contradictory, since the presence of this science in our daily lives is manifested in the various activities that we carry out in the context in which we are inserted. As well as, in the widespread use of new information and communication technologies to which the human species has been having access in recent years. For its part, for the creation of the aforementioned strategy, the use of the methodology includes a review of the available literature on the subject and has a qualitative-quantitative tendency, referring to the collected data's analysis during the experience. The results shows that there were better students performances during the second stage of the research process. Which allows us to conclude that teaching Physics through analogies developed by the teachers of this subject enables better learning of this science to the extent that scientific and everyday knowledge are linked.

Keywords

Education, Inclusion, Significant Learning, Pedagogical Innovation, Academic Thinking.

Introducción

En las últimas décadas, de acuerdo con Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007), se ha vuelto un tema de suprema importancia la enseñanza de la ciencia. Por una parte, ese movimiento se ha concentrado, principalmente, en investigaciones y acciones que, regidas por instrumentos de la educación, demandan una atención significativa a estos temas. Así, ese enfoque como el de la experimentación en la enseñanza de la física, constituyen ten-

dencias sobre las cuales investigadores comprometidos con esa área han enfocado sus intereses con más énfasis en los últimos años. Esto se ha visto favorecido por las recientes concepciones propuestas por la Base Nacional Común Curricular (BNCC, 2018), en la cual se trazan habilidades y competencias más acordes con el ser humano que se pretende formar con la intención de que este conviva de mejor manera con las demandas ambientales y tecnologías del ya en marcha siglo XXI.

De esa forma, tales tendencias constituyen una forma de aproximación del conocimiento físico y científico, en general, a los estudiantes. Ya no desde una enseñanza de la física impregnada del clásico tradicionalismo skinneriano, donde el abordaje de los diferentes tópicos de esta ciencia se reduce al ultrapasado formato estímulo-respuesta de algunos. Hoy se proyectan nuevas visiones para el tratamiento de los contenidos de física en la enseñanza media; de forma que se potencialicen posicionamientos críticos y reflexivos sobre los temas estudiados, una vez que estos se reflejan en nuestro cotidiano vivir. Consecuentemente, se abre espacio a posibles comprensiones e interpretaciones de la naturaleza que sean más acordes con la estructura de la ciencia. De manera que se dejen a un lado percepciones comunes construidas a partir de experiencias individuales y observaciones sistematizadas, mas no permeadas de una lógica deductiva relativa a los eventos que suceden a nuestro alrededor.

La investigación que ahora se presenta concibe esa discusión de forma particular a partir del establecimiento de una analogía entre el potencial eléctrico y gravitacional. Esto porque se ha percibido, durante la enseñanza de física a través de los programas de Residencia Pedagógica (RP) y Universidad para Todos (UPT), promovidos por la Universidad del Suroeste del Estado de Bahía, en el municipio de Itapetinga-Brasil, que los estudiantes que forman parte de estos programas presentan dificultades en la comprensión e interpretación del concepto “potencial eléctrico”, tanto desde su forma más abstracta como desde su visualización en tomas de corriente y equipos eléctricos.

Una vez identificado el problema, vale destacar que con este estudio se pretende crear una estrategia que posibilite un aprendizaje sólido del tema de potencial eléctrico, a través de una analogía entre este y el “potencial gravitacional”. Para tal fin se considera el uso de materiales de bajo costo, pues como citan documentos rectores de la educación brasileña, en particular la BNCC (2018), con respecto a la enseñanza de ciencias en la escuela media, se piensa que:

El área de Ciencias de la Naturaleza y sus Tecnologías propone profundizar en los temas Materia y Energía, Vida, Evolución, Tierra y Universo.

Los conocimientos conceptuales asociados a esos temas constituyen una base que permite a los estudiantes investigar, analizar y discutir situaciones-problema que emerjan de diferentes contextos socioculturales, además de comprender e interpretar leyes, teorías y modelos, aplicándolos a la resolución de problemas individuales, sociales y ambientales (p. 548).

En ese sentido, el uso de materiales de bajo costo para la experimentación o como recursos didácticos en la enseñanza de la física, apunta al reciclaje y aprovechamiento de materias primas con el fin de posibilitar posturas y conductas diferentes de los estudiantes frente al medio ambiente. Además, permite que exista una visión diferente de la enseñanza científica cuando se muestran otras posibilidades de tratamiento sobre el tema en cuestión, con el fin de extender la educación científica (física) a todas las capas sociales de este inmenso país.

En medio de la desertificación, el aumento de la temperatura global del planeta, los incendios forestales en el Amazonas, las recientes inundaciones en Río Grande del Sur y los descuidos sucesivos con el medio ambiente, se ve un comportamiento irracional y no sustentable por parte del hombre. Así, el devenir de cambios en favor de una mejoría sostenida de la vida en la Tierra, gana una base sólida en la enseñanza de disciplinas científicas que, tradicionalmente, han sido adoptadas dándoles gran peso al aprendizaje memorístico y repetitivo de ecuaciones. Así, se hace necesario destacar el papel fundamental que la enseñanza de la física tiene en ese proceso de inclusión científica de la sociedad. La física abre puertas a aprendizajes que parten de la creación de estrategias que lleven a un pensamiento crítico.

Dentro de ese dominio de estudio, es necesario que se tenga conciencia de que la enseñanza tradicional de esa ciencia ha creado percepciones negativas sobre la misma; erradas sobre su propia naturaleza, haciéndose eco de la displicencia frente a interpretaciones inductivas relacionadas a fenómenos que a nuestro alrededor suceden. Esto resulta evidente cuando es limitada a la resolución de listas de ejercicios, cuando no son abordados temas próximos a lo cotidiano de los estudiantes o simplemente cuando no se tratan tópicos sobre los cuales generalmente no nos detenemos a pensar críticamente. En este estudio son destacados asuntos de cierto impacto social que en muchas ocasiones son descartados por los profesores.

Al considerar el conjunto de temas tratados durante la escuela media en la enseñanza de la física, el asunto relativo a los fenómenos eléctricos gana relevancia, una vez que la humanidad actual se constituye, de alguna forma, dependiente de tales eventos. Sea en la utilización de equi-



pamientos electrónicos y electrodomésticos, en empresas e industrias, teatros, cines, en la propia iluminación de casa o de las calles y avenidas de nuestras ciudades; tales eventos se hacen presentes. Aun así, al ser impartido tal tema, sobresalen opiniones en los estudiantes que revelan carencia en la comprensión de los fenómenos de esta naturaleza. Dificultad que se manifiesta en la interpretación que se ofrece al voltaje con que trabajan los equipamientos en el hogar. Por ejemplo, la diferencia de potencial comúnmente encontrada en los consumidores de 110 V o 220 V, se le llama con frecuencia corriente. Esto muestra cierto desconocimiento por parte no solo de los estudiantes con los que compartimos conocimiento en las aulas, sino también de personas comunes dentro y fuera de los establecimientos académicos. En ese sentido, en el estudio realizado por Dias et al. (2009), el autor declara que:

Es posible observar que algunos alumnos afirman que no comprendieron los contenidos dados por el profesor, creyendo que hay diversas dificultades. Los estudiantes consideran que presentan dificultades en interpretar los contenidos impartidos por el profesor, algunos, inclusive, observan que los conocimientos son muy abstractos, lo que les dificulta la comprensión (p. 112).

Acontecimientos como el mencionado, muestran que muchos estudiantes tienen dificultades en establecer relaciones claras entre los principios trabajados durante el estudio del campo eléctrico y su vida diaria. Esta percepción se hace manifiesta cuando son indagados sobre aspectos relacionados con el tema en cuestión. En ese momento se hacen explícitas ponderaciones negativas referentes a las clases, donde se destaca la latente dificultad en entender y establecer relaciones que muestren la aplicación de tales conocimientos en el día a día. De manera que los conceptos, a este nivel, abstractos, se quedan sin respaldo con la realidad de los estudiantes, según interpretación de Dias et al. (2009, p. 114), cuando se refiere a las respuestas ofrecidas en entrevista con los discípulos.

La falta de representaciones concretas se ha visto desplazada de los eventos naturales que se estudian en los cursos de física, al punto que esto impacta en la no concretización de competencias y habilidades trazadas por los documentos rectores de la educación en Brasil. Lo que no se limita, como pudiera pensarse, a temas de la física moderna, contemporánea y cuántica, sino también a tópicos que son abordados en la física clásica. Se destaca la física clásica porque aun cuando los fenómenos que en ella se describen constituyen eventos macroscópicos, el tratamiento ofrecido no deja de resultar abstracto para los discentes. Esta falta de representación

o modelaje de los fenómenos que se estudian en la enseñanza media pasa además por falta de una continua y adecuada formación de los profesores de física, responsables estos, por impartir y hacer llegar a los estudiantes tales conocimientos de manera sólida. Con este artículo se pretende crear una estrategia que posibilite un aprendizaje sólido del tema de potencial eléctrico, a través de una analogía entre los potenciales eléctrico y gravitacional, como dicho previamente. Esta, la estrategia, ha sido construida de forma que se pueda conseguir un aprendizaje realmente significativo del asunto que se aborda.

Así mismo, la pesquisa que aquí se presenta concibe una metodología de naturaleza experimental, pues considera el manoseo y el contacto directo con los materiales de bajo costo que se proponen, una vía directa para el aprendizaje e interpretación con el evento en cuestión, como sugerido por Piaget (1967). Por otra parte, durante el tratamiento que se ofrece a los fundamentos teóricos del estudio, se considera la utilización de un abordaje con perspectiva histórica sobre la corriente eléctrica, de forma que otra de las tendencias actuales de la enseñanza de la ciencia (física), se ponga de manifiesto. Durante la presentación de los resultados, se hace una descripción de los mismos teniendo en cuenta las respuestas de los estudiantes al cuestionario. Luego, en las conclusiones, se llega a consideraciones que se obtuvieron fruto de la investigación.

108



La electricidad desde la enseñanza de la física

A continuación, se propone un tratamiento sobre tópicos relativos al tema de electricidad sin dejar de lado elementos relacionados a la enseñanza de la física en la escuela media. Viajando desde elementos históricos, pasando por definiciones relativas al tema en cuestión, en busca de que sean abordados de manera más firme elementos previamente citados. De esa forma, se pretende tocar en aquellos aspectos relacionados con el papel la experimentación en la enseñanza de la física, una vez que este sería el medio por el cual, en este estudio, se defiende la idea de una comprensión más acabada y profunda del potencial eléctrico.

Un breve histórico corriente eléctrica

La corriente eléctrica es un concepto que desempeña un papel fundamental en nuestra vida cotidiana. Su rica historia muestra señales más sistemáticas de su estudio por el siglo XVI y deja bien claras, aun en nuestros días, las contribuciones y descubrimientos realizados por varios cien-

tíficos que se dedicaron a ese campo de la física. Vale la pena destacar que hasta el siglo XVII poco se conocía sobre la electricidad. El autor cita que los saberes recolectados de manera más cuidadosa y sistemática sobre este asunto fueron construidos por Cardano, cuando se interesó por las propiedades medicinales del ámbar. Aunque se hace necesario reconocer que tales propiedades ya eran conocidas por los griegos por el año 600 a. C., cuando filósofos de la altura de Thales de Mileto ya sabían que, al provocar rozamiento entre una pieza de este material y un pedazo de lana o piel, el ámbar atraía pequeños pedazos de paja, según apunta Oka (2000).

Con el conocimiento de la existencia de la electricidad estática o como conocida, la electrostática en el siglo XVII, científicos como Otto von Guericke y Stephen Gray condujeron experimentos con electricidad que demostraban su capacidad de atraer objetos. Tales descubrimientos y experimentaciones lanzaron las bases para nuestra actual comprensión de estos eventos y sirvieron de fundamentos para avances en estudios de esta área. En esa misma línea, ganan destaque los trabajos de Benjamín Franklin con sus experiencias sobre la electricidad en el siglo XVIII, las cuales contribuyeron significativamente para un mejor entendimiento de los principios eléctricos. Vale señalar que en varios textos, como los libros de texto de física dirigidos a su enseñanza aquí en Brasil, son utilizadas narrativas sobre el experimento en que este investigador emplea una llave amarrada a un papalote por medio de un hilo de seda humedecido y lanzado al aire en medio de una tempestad eléctrica. El objetivo que perseguía era verificar si la electricidad estaba presente en las nubes durante la tempestad una vez que era de ella que brotaban los rayos que consiguió visualizar. El hecho de aproximar la punta de los dedos y percibir, consecuentemente, que brotaba hacia sus dedos una chispa eléctrica, demostraba la presencia de electricidad en las nubes durante la tormenta.

Este episodio puede parecer muy simple a los ojos de personas iniciantes en materias científicas o cuyas actividades cotidianas no se relacionan directamente con esta forma de construcción de conocimiento. Así, es probable que se deje en los individuos una percepción errada sobre la construcción del saber científico y sobre la ciencia en particular. Es una visión sobre la física que desconsidera el trayecto por el cual hombres y mujeres circundan para construir tales principios y enunciados, sobre los que se basa el funcionamiento de muchos de los dispositivos tecnológicos con los que convivimos. Ese es el riesgo que se corre al introducir una breve historia de la ciencia en clases de física con el fin de cumplir lo difundido en los documentos que orientan la educación científica en



Brasil. La idea que se persigue con este tipo de enfoque o tendencia para la enseñanza de la física, es la de eliminar la tendencia a idealizar acontecimientos y personajes vinculados a los principios y leyes que se estudian esta asignatura. Por esa razón, se hace este apunte una vez que generalmente se desconsidera que los científicos y sus teorías están permeados por concepciones filosóficas e insertados en contextos históricos que muchas veces tienen sus motores propulsores en cuestiones de índole: política, económica, social, cultural dentro de otros factores. Por tanto, no debe haber duda de que tales aspectos suelen influenciar construcciones gnoseológicas relativas al campo de la electricidad. En ese sentido, Pimentel y Silva (2006) declaran:

Ese descubrimiento no ocurrió repentinamente luego de la realización de un experimento, en ese caso la experiencia del papalote propuesto en 1752, como los libros didácticos llevan a que creamos. En varios momentos, Franklin manifestó sus ideas sobre la naturaleza eléctrica de los rayos. Esto ocurrió bien antes de proponer el experimento del papalote, como puede ser notado en su correspondencia (p. 5).

El experimento de Franklin posibilitó que se le diera una explicación, bien más elaborada, a los rayos y truenos, los que eran vistos como fenómenos inexplicables o se les atribuían al poder soberano de los dioses. En su explicación sobre los rayos, Franklin sugirió que estos constituían descargas eléctricas que acontecían debido a la diferencia de potencial que se establece en determinada región, entre las nubes y la Tierra. Los truenos, por su parte, se refieren a un fenómeno de naturaleza mecánica y, por tanto, son relativos a la propagación del sonido producido por las descargas eléctricas citadas. Además, este experimento permitió que la electricidad fuese comprendida como un fenómeno natural y no solamente como un evento observado en laboratorios.

Y ya que se menciona la experimentación, al hacer alusión a los laboratorios, vale la pena referenciar las contribuciones de Michael Faraday, quien dejó un legado que perdura hasta nuestros días. Sus estudios sistemáticos, muchas veces frutos de la curiosidad, lo llevaron a construir e introducir conceptos bastante relevantes relacionados a los campos eléctrico y magnético, en su teoría. Conceptualizaciones que están ampliamente vinculadas al movimiento dirigido y ordenado de cargas eléctricas a través de un conductor: corriente eléctrica, tema sobre el cual ya André Marie Ampère había publicado sus trabajos desde 1825. La comprensión de la relación entre los campos eléctrico y magnético, a la que Faraday llegó por medio de la experimentación, tuvo como consecuencia directa



el descubrimiento del fenómeno de la “inducción electromagnética”, en 1831. Sus impactos sociales son visibles aún hoy, pues este descubrimiento abrió paso para la construcción de máquinas eléctricas generadoras de corriente. Vale señalar que la primera de estas máquinas fue construida por el propio Faraday y fue conocida como dínamo de disco. De esa forma, se abrió caminos para la construcción por el hombre de máquinas generadoras de corriente, las que en nuestros días son utilizadas en hospitales, *shoppings*, cines evidenciando así una diversa gama de aplicaciones.

A fin de ir finalizando este recorrido histórico sobre la corriente eléctrica y teniendo conciencia que lo descrito no es más que un resumen bastante reducido, se hace necesario que sean abordadas las contribuciones de James Clerk Maxwell. Su gran aporte a la ciencia se refleja en el hecho de haber conseguido unificar los eventos eléctricos y magnéticos en una misma teoría. Maxwell propuso que esos dos campos estaban interconectados y que los cambios que uno de ellos puede experimentar, influencia o induce variaciones en el otro. Así, Maxwell formaliza en cuatro ecuaciones diferenciales la descripción dinámica de los campos eléctrico y magnético: la ley de Gauss del campo eléctrico, la ley de Gauss para el campo magnético, la ley de inducción de Faraday y la ley de Ampère-Maxwell. Estas ecuaciones describen el comportamiento que experimentan cargas y corrientes eléctricas cuando son influenciadas por los campos previamente citados.

Al analizar históricamente y de manera crítica el curso de los adelantos científicos relativos a este campo de la física, la elaboración de principios y leyes que rigen el funcionamiento de aparatos eléctricos o electrodomésticos que tenemos en casa, percibimos que fundamentos históricos y filosóficos están presentes. Los conocimientos a que tales científicos arribaron tienen sus bases en percepciones filosóficas o paradigmas que rigen el pensamiento científico en un determinado contexto. Pensamientos e ideas que responden a cuestiones de índole política, económica, social, cultural y que buscan solucionar una demanda o problema de la humanidad en un momento específico. Considerando tales elementos es posible apreciar la importancia de la historia y la filosofía en el desarrollo de la física y los productos de esta ciencia. Es una vía de comprender la influencia e impactos de óbices enfrentados por los científicos al intentar asimilar y dar respuesta a una determinada demanda social. Dificultades que no se quedan en el ámbito de sus aplicaciones tecnológicas, sino que pesan mucho en la resistencia u oposición que frecuentemente hacemos para cambiar nuestra forma de pensar sobre un cierto acontecimiento. Esto es perceptible en las clases de física cuando



continuamos manifestando el poder del censo común en nuestras interpretaciones sobre los fenómenos eléctricos del día a día. De manera muy significativa la referida a, cómo decodificamos el conocimiento relativo a la diferencia de potencial eléctrico o como conocido popularmente: el voltaje.

La diferencia de potencial eléctrico desde un abordaje ciencia, tecnología y sociedad

La perspectiva ciencia, tecnología y sociedad (CTS) se constituye en una vía que posibilita aproximaciones significativas relativas a la diferencia de potencial, como foco de nuestro estudio. Según Pinheiro, et al. (2007), la relevancia de la estrategia CTS en el contexto de la enseñanza media, posibilita visiones contextualizadas del conocimiento que se imparte en clases de física, en particular. Su impacto extrapola las aulas y clases de esta asignatura, desde el momento en que se reconoce la aplicación de tales saberes en el contexto cultural, social, político y económico de cualquier población actual. El enfoque CTS en la enseñanza de las ciencias, tiene como eje a la divulgación y alfabetización científica (AC) de los individuos. Alfabetización que lleva en su núcleo el objetivo de formar ciudadanos críticos, reflexivos que se posicionen vehementemente frente a las diversas situaciones que afectan la vida en el planeta hoy.

La no comprensión de concepto de diferencia de potencial, como la diferencia de energía eléctrica entre dos o más puntos de un conductor en los que pasan las cargas eléctricas en movimiento (corriente), por gran parte del público lego en ciencias e incluso por aquellos que están dentro de la academia, puede reflejarse en accidentes que suceden con cierta frecuencia. Incendios provocados por desbalances energéticos en las líneas que conducen el fluido; quema de cables; electrodomésticos que se pierden debido al mal uso o al no entendimiento de las etiquetas que describen como debe ser el consumo y manipulación de los mismos. El hecho frecuente de no saber interpretar lo que significa el voltaje con que trabaja determinado electrodoméstico, sea de 110 V o de 220 V, y frecuentemente llamar a tales magnitudes como “corriente”, deja claro el analfabetismo científico al que se hizo alusión previamente. En ese sentido, el desarrollo del abordaje CTS tiene un lugar de destaque en las propuestas actuales de enseñanza de las ciencias. Urge la preparación de profesores capacitados para que desarrollen visiones actualizadas en la enseñanza de la física. Visiones que contemplen la tecnología, tan ampliamente utilizada y divulgada en nuestros días, de forma que se coloque al alcance de las



personas, la posibilidad de pensar críticamente el impacto que algunas de estas tienen sobre el ambiente y la sociedad.

Asimismo, debe darse un distanciamiento conscientemente de la enseñanza repetitiva de “fórmulas”, que no representan o no se traducen en algo beneficioso y significativo para los estudiantes. Según Chassot (2006), la alfabetización científica —incluimos aquí el enfoque CTS— son herramientas potentes para cualquier país que busca una educación investigativa. Así como una educación científica que tenga la intención de formar ciudadanos que no se limiten a repetir lo que escuchan, o dar veracidad absoluta al conocimiento proveniente del medio común.

El papel de la abstracción en el tema de la corriente eléctrica: dificultades

La dificultad de los estudiantes para comprender conceptos relacionados con la diferencia de potencial eléctrico, así como otros temas relacionados con la electricidad y vincularlos con la vida cotidiana, se puede atribuir a una serie de factores complejos. Dentro de estos, puede ser citada, como uno de los principales desafíos, la abstracción, pues al parecer esta se muestra inherente a estos conceptos. Tengamos en cuenta que la electricidad concibe fenómenos que no son perceptibles visualmente, una vez que trata de electrones en movimiento, de campos eléctricos variables y de cargas eléctricas; al punto que se exige al estudiante cierto nivel de abstracción, que le permitirá hacer efectiva la comprensión del contenido impartido por el profesor. La falta de representaciones concretas puede dificultar que los estudiantes visualicen y, por tanto, comprendan estos conceptos abstractos (*cf.* Dias et al. 2009, p. 112).

Muchos estudiantes muestran dificultades a la hora de establecer conexiones claras entre los principios de la electricidad, relaciones de proporcionalidad entre magnitudes que aparecen en la ley de Ohm y sus aplicaciones en la vida diaria. Generalmente, cuando se les pregunta sobre los aspectos negativos del abordaje que se le da al tema por parte del profesor, en sus respuestas emerge la dificultad para establecer relaciones entre conceptos abstractos y la realidad en la que están insertados (Dias et al. 2009, p. 114). La falta de esas conexiones puede resultar en el desinterés por el tema, el refuerzo de actitudes que van en contra de los fundamentos educacionales establecidos en la BNCC para la formación del ciudadano brasileño del siglo XXI. Esto último se refleja en lo declarado por Santos y Dickman (2019):

La enseñanza de la física debe dejar de centrarse en la simple memorización de fórmulas o la repetición automatizada de procedimientos, en situaciones artificiales o excesivamente abstractas, contribuyendo en consecuencia a que las clases resulten poco interesantes para el estudiante, resultando en un bajo rendimiento (p. 34).

La complejidad de los cálculos matemáticos involucrados en el asunto de la electricidad también puede ser un obstáculo importante. Según lo informado por Dias et al. (2009) en su estudio mencionado anteriormente, estudiosos sobre el tema en cuestión observaron en encuestas a estudiantes que la dificultad para interpretar textos y resolver problemas matemáticos se mencionan como factores que representan desafíos en el aprendizaje. La ley de Ohm, por ejemplo, que relaciona voltaje, corriente y resistencia, requiere habilidades matemáticas avanzadas. Habilidades que los estudiantes muchas veces no desarrollan y no las desenvuelven, también por la falta de preparación de algunos profesionales que actúan en el área de la enseñanza de la física, pues carecen de un grado en esta disciplina. Esto puede llevar a una sensación de desafío insuperable, frustración por parte de los estudiantes en la comprensión de la electricidad como evento cotidiano, lo que lleva a conflictos, estados de repulsión al respecto del tema y de la propia física.

Otro problema a ser considerado es la falta de oportunidades para la experimentación en los procesos de enseñanza de la ciencia, en particular de la física. La electricidad como tema científico o de estudio, es un área en la que la experimentación constituye un elemento fundamental para la construcción del conocimiento, según se ha visto en el subtema anterior, respecto al descubrimiento de Faraday. Sin embargo, es posible que muchas escuelas no tengan recursos adecuados para realizar experimentos, lo que limita la capacidad de los estudiantes para visualizar y aplicar conceptos de electricidad en la práctica.

El miedo al fracaso, la presión que algunos profesores crean sobre los estudiantes con respecto a esa asignatura, manifestando así sus concepciones tradicionales de educación; la desvalorización del error en la experimentación, como posibilidad de transformarlo en construcción de saberes en la escuela media, son preocupaciones adicionales que se manifiestan en la enseñanza de la física. En particular la electricidad como tema de estudio suele ser percibida como un tópico difícil y esta percepción puede generar ansiedad e inseguridad entre los estudiantes, afectando negativamente su motivación para estudiar la materia.

Con el fin de ayudar a los estudiantes a superar estas dificultades, es importante que los educadores adopten enfoques de enseñanza más

prácticos, contextualizados e interactivos. Además, es esencial crear un entorno alentador y de apoyo donde los estudiantes se sientan cómodos haciendo preguntas y buscando ayuda cuando sea necesario. La combinación de métodos de enseñanza actualizados y recursos prácticos puede marcar una diferencia significativa en la comprensión de estos, sobre el tema que aquí se discute.

De la experimentación al pensamiento crítico en la enseñanza de la física

Al analizar la organización educativa brasileña, es posible percibir que esta presenta problemas en diferentes perspectivas y enfoques que repercuten en la enseñanza media. Tales cuestiones se reflejan en las estructuras de las escuelas públicas, en los contenidos impartidos y en el grupo de profesores responsables de impartir la materia, una vez que la formación continua de los profesionales no es una prioridad. Esto lo observamos en los informes y documentos que llegan al Instituto Nacional de Estudios e Investigaciones Educativas Anísio Teixeira (INEP) y al Ministerio de Educación y Cultura (MEC). Así mismo, los referidos estatutos destacan que el sistema educativo viene presentando con mayor insistencia, en los últimos años, inconsistencias y desafíos, que deben ser de difícil resolución en mediano plazo. Dentro de estas problemáticas, están incluidos problemas como la falta de materiales, escuelas mal estructuradas, instituciones educativas carentes de laboratorios y profesores nada preparados para sumir la experimentación en la enseñanza de la física con perspectivas constructivistas.

Vale la pena señalar que en los documentos oficiales supra citados, se hace referencia a la falta de continuidad en la preparación de los profesores de Física cuando exponen, en interpretación nuestra, que:

En Brasil, actualmente existe un número muy reducido de docentes capacitados en la materia específica de física y, según los datos recopilados, ese número no es suficiente para satisfacer la demanda de docentes para esta materia. Encontramos problemas relacionados con el pequeño número de estudiantes de primer año y, de estos, un pequeño número de egresados, lo que indica que pocos docentes han sido capacitados con calificaciones específicas para impartir la materia de física.

Aún en esa misma dirección, encontramos las ideas de (Pacca y Villani, 2018) cuando luego de realizar un estudio sobre el tema formación de profesores de Física, declaran a modo de conclusión que:

La continua formación del profesor de Física llega, aun en nuestros días, a no mostrar procedimientos eficaces y tampoco resultados adecuados. Ella (la formación continua) tuvo sus primordios efectivamente en la década de 1960 cuando físicos de este país percibieron que la enseñanza de esa ciencia no iba bien. Su objetivo era entrenar a los profesores para que supiesen utilizar los proyectos de enseñanza de la Física que eran elaborados. Posteriormente, se percibió que esa formación debía ser entendida como actualización de los profesores, sin embargo, aún persiste ésta como una cuestión sin resolución definitiva. Y más aún, constituye hoy por hoy, un problema que sólo tiende a aumentar (p. 1).

Esto significa que la materia es impartida por docentes que no están capacitados en el área, lo que hace que la situación sea preocupante, ya que la formación de docentes especializados es fundamental para garantizar la calidad de la enseñanza de la física en las escuelas. La ausencia de un número adecuado de docentes con cualificaciones específicas compromete el aprendizaje de los estudiantes, perjudicando el desarrollo de habilidades y la comprensión en esta área del conocimiento.

En este sentido, tanto el sistema educacional como los docentes deben visar una formación que abra espacio a la creatividad de los profesionales y al estado de bienestar de estos. Que considere las horas de clases compatibles con las demandas y orientaciones que aparecen divulgadas en los documentos rectores de la educación media en el país. En la preparación y formación continua de los profesionales, en cursos de especialización, maestrías y doctorados. Todo esto, sin dejar de responder a la carencia de equipamientos, recursos didácticos y materiales para la experimentación, necesarios para el desarrollo de experiencias didácticas que hagan cada vez más significativo el conocimiento físico que se imparte.

Ante tal situación, es necesario hacer explícito que, entre las competencias específicas del licenciado en Física, está la de que este sea capaz de elaborar o adaptar materiales didácticos de distinta naturaleza a las diversas situaciones de enseñanza. De esa forma, este debe identificar los objetos que contribuyen para una formación adecuada de los estudiantes, de manera que se fortalezca el aprendizaje y la educación científica de los individuos. Esto, sobre la base de una percepción participativa y con una visión crítica sobre su entorno. Al respecto, el dictamen del Consejo Nacional de Educación (CNE/CES 1.304/2001, p. 3) refleja como uno de sus objetivos el de hacer que los estudiantes piensen críticamente, creando así un ambiente de reflexión al respecto del cotidiano de cada uno de ellos.

En apoyo a tales sentencias Freire (1996) describe este proceso de rigor metodológico y su distanciamiento del conocimiento bancario:



El educador democrático no puede negarse el deber, en su práctica docente, de reforzar la capacidad crítica del alumno, su curiosidad, su insubordinación. Una de sus principales tareas es trabajar con los estudiantes sobre el rigor metódico con el que deben “aproximarse” a los objetos cognoscibles. Y este rigor metódico nada tiene que ver con un discurso “bancario” que se limita a trasladar el perfil del objeto o contenido. Es precisamente en este sentido que la enseñanza no se limita al “tratamiento” del objeto o contenido, hecho superficialmente, sino que se extiende a la producción de las condiciones en las que el aprendizaje crítico sea posible. Y estas condiciones implican o requieren la presencia de educadores y estudiantes creativos, instigadores, inquietos, rigurosamente curiosos, humildes y persistentes (p. 13).

En este sentido, Freire (1996) describe condiciones que posibilitan el aprendizaje crítico, considerando que para ello sea necesario que el docente además de poseer conocimientos específicos, tenga el don de transmitirlos de forma adecuada y coherente con el contexto en que está envuelto el estudiante. Bajo esa perspectiva, el reconocido intelectual, insiste en la necesidad de que sean los estudiantes entes activos en la construcción de sus saberes. Ante esto, podemos decir que la participación activa del estudiante en la construcción de su aprendizaje es fundamental; especialmente en la disciplina de física, donde muchos conceptos se pueden explorar a través de actividades prácticas, proporcionando una comprensión más tangible y atractiva.

Por lo tanto, aunque existen obstáculos y condiciones precarias en la educación brasileña, es necesario que se continúe buscando la posibilidad de ofrecer educación digna y de calidad para todos. En alusión a esto último, la Constitución Federal (Brasil, 1988) y la Ley de Directrices y Bases de la Educación Nacional (Brasil, 1996) ratifican que la educación es deber del Estado y de la familia, con miras al desarrollo integral del estudiante. Por lo tanto, para garantizar el pleno cumplimiento de los requisitos legales y mantenerse al día con los avances tecnológicos del siglo XXI, la sociedad necesita adaptarse a los nuevos tiempos y eso también le compete a la educación científica.

Concibe esta visión, por tanto, una vía en que se transite en doble sentido, el primero de estos es aquel donde el estudiante aprende con la mediación de profesor; el otro, en el que el profesional adquiere conocimiento a través de su actuación en el aula. Así, el docente, fundamentalmente el profesor de física, puede utilizar diferentes recursos para viabilizar los contenidos con el fin de garantizar un aprendizaje significativo por parte de los estudiantes. Al respecto de esa cuestión Fiasca (2021) destaca



que “enseñar no es transmitir conocimientos, sino crear las posibilidades para su producción o construcción”.

Con foco en esa producción y construcción de saberes, este trabajo centra su interés en la experimentación como tendencia sobre la cual camina la enseñanza de la física, para así alcanzar resultados más robustos, en lo que se refiere al aprendizaje. Para tal se tiene en cuenta que esta tendencia puede utilizarse para mediar dificultades en relación con ciertos temas específicos de la disciplina ya que involucran contenido abstracto y poca comprensión (Araujo y Abib, 2003).

Un contenido que se presenta pertinente para tal abordaje es el tema relativo a la Diferencia de Potencial Eléctrico, una vez que es un tema accesible desde el punto de vista de su presencia en el cotidiano de cualquier sujeto. Según Piassi (1995) la experimentación es fundamental para comprender verdaderamente los conceptos físicos, permitiendo a los estudiantes descubrir las leyes de la naturaleza e internalizar los principios fundamentales. Así el referido autor destaca que “dispositivos y montajes improvisados, realizados con los más modestos recursos de laboratorio, deben considerarse no como una solución de emergencia, sino por el contrario, como una nueva técnica deseable para desarrollar las capacidades constructivas e inventivas del estudiante” (p. 6).

Destacando la relevancia de utilizar equipos y componentes improvisados en los laboratorios educativos, este enfoque se considera no solo una solución temporal o de emergencia, sino también una nueva tecnología deseable. La idea central es que se “anime” a los estudiantes a desarrollar sus habilidades constructivas e inventivas utilizando recursos simples e improvisados. Este punto de vista sostiene que algunas instituciones educativas pueden tener acceso limitado a instrumentos sofisticados y laboratorios bien equipados debido a restricciones monetarias o de infraestructura, las cuales se extiende lamentablemente a todas las regiones del país.

Metodología

La analogía que se propone establecer entre la diferencia de potencial eléctrico con la diferencia de potencial gravitacional, se basa en la idea de que la electricidad puede ser entendida a través de una comparación con eventos de índole gravitacional. Esta idea surge, como se dijo al inicio del trabajo, por la necesidad de representación visual de la que carece la enseñanza de la física, en el contexto actual lo cual tiene sus bases en las



problemáticas antes expuestas. En lo que se refiere a esta investigación, se considera que la percepción visual; la experimentación; la interacción social entre los sujetos; el reconocimiento de saberes previos en los que el nuevo conocimiento se ancla para elevarse a etapas superiores, psicológicamente hablando, constituyen elementos, entre otros, que favorecen la comprensión del contenido en la enseñanza de la física. Así, se parte en este estudio de la idea de que tales aspectos refuerzan los procesos de construcción del conocimiento, según apuntan teorías epistemológicas conocidas (Piaget, 1967; Moreira, 2015; Vygotsky en Ledesma Ayora, 2014). Para ello debe considerarse el papel que estas teorías nos ofrecen, la formación continua de profesores de física, con la intención de modelar los procesos de enseñanza-aprendizaje de manera que se apunte a la obtención de resultados cada vez más alentadores.

De esa manera y volviendo al tema de nuestro trabajo, tales aspectos permiten que profesores sean capaces de establecer relaciones y analogías entre los diversos contenidos que se tratan. Por tanto, así como la diferencia de altura determina la energía potencial gravitatoria de un sistema en movimiento vertical, en el tema de la electricidad se tiene que la diferencia de potencial está relacionada con la energía eléctrica almacenada en una región del sistema. Sobre esta base, es posible establecer una relación con la fluidez del agua dentro de una manguera y de los electrones en un conductor metálico, como Ewald George von Kleist hizo en 1745, al observar que la electricidad fluía de un cuerpo a otro como el agua en la corriente de un río con ancho caudal. La analogía se hace físicamente posible, pues como apuntan Aguiar, Faraco e Texeira (2022), tenemos que:

A pesar de que esas fuerzas tengan naturalezas distintas, ambas leyes describen fuerzas de interacción entre partículas que presentan características en común: ellas se relacionan al producto de una propiedad intrínseca de las partículas envueltas en el proceso (carga en un caso, masa en el otro) y presentan una dependencia que varía con el inverso del cuadrado de la distancia que las separa (p. 1).

En otras palabras, la analogía se hace físicamente posible cuando consideramos el hecho de que dos fuerzas son relacionadas a interacciones centrales regidas por la misma ley. Por fuerzas centrales entendemos aquellas que actúan a lo largo de la línea que une dos o más partículas en un sistema y que así mismo dependen a penas de la distancia entre ellas.

En esta perspectiva fue propuesta una actividad experimental simple, en la que se utilizan materiales de bajo costo como: manguera, po-



zuelos plásticos, pegamento caliente y agua. La idea de que se utilicen materiales de bajo costo o alternativos, además de que se basa en nuestra creencia de que ellos posibilitan una forma de llevar esta experiencia a cualquier contexto educacional en que el tema esté siendo tratado, favorece una visión de reaprovechamiento y preservación del medio ambiente. De esa manera se hace posible también el acceso al conocimiento científico de forma que se estimule la participación activa de los estudiantes en la construcción del saber relativo al tema que se presenta, teniendo en vista la perspectiva CTS, previamente abordada.

En este estudio se considera la investigación bibliográfica, una vez que fue realizada una revisión de artículos y textos que tratan sobre la diferencia de potencial eléctrico y el establecimiento de analogías con el potencial gravitacional. A continuación, realizamos una selección de materiales de bajo costo y el montaje del sistema experimental utilizando los materiales citados, como representado a continuación:

120



Figura 1
Materiales seleccionados para el experimento
(acervo personal)



Población y muestra

El presente artículo contempla como muestra a los estudiantes del tercer año de enseñanza media de los programas educacionales y formadores “Universidad para todos” y “Residencia pedagógica” del municipio de Itapetinga, en

la región suroeste del Estado de Bahía, en Brasil. De manera particular se hará referencia a un grupo de 22 voluntarios del colegio perteneciente al estado de Bahía: Alfredo Dultra, localizado en la ciudad de Itapetinga.

El montaje experimental fue comandado por los propios estudiantes, con la intención clara de favorecer la participación activa de estos desde el inicio de las actividades. De esa forma, incentivados por la perspectiva didáctica que apunta para la enseñanza por investigación, los jóvenes juntaron ambas vasijas a través de las extremidades de la manguera transparente. Una vez hecha esta conexión a través de los orificios laterales de los recipientes, se colocó pegamento caliente con el objetivo de fijar la manguera a los pozuelos. Al sistema le fue incorporado agua, conteniendo pequeñísimos pedazos de poliespuma, los que representaban las cargas eléctricas en movimiento dentro del fluido. Tales partículas de poliespuma fueron previamente coloreadas de rojo, para así aumentar la visualización de estas en el desplazamiento descrito por el fluido hídrico dentro de la manguera transparente. De esa forma, esta última simboliza el conductor eléctrico por el que circulan los electrones en movimiento (corriente eléctrica):

Figura 2
Sistema experimental montado por los estudiantes
(acervo personal)



La figura muestra el sistema experimental montado por los estudiantes en el aula. Durante el proceso de montaje percibimos que los estudiantes estaban más envueltos, curiosos y comprometidos con el hecho de colocar manos a la obra, y ser capaces de accionar los materiales que estaban a disposición.

Para la colecta de los datos de interés en la investigación fue utilizado un cuestionario que dio la posibilidad de diagnosticar el nivel de

conocimiento que sobre el tema poseían los estudiantes. Una vez concebida esta idea, tal instrumento fue aplicado en dos etapas diferentes a los discípulos. El primero de estos momentos, previo a la experimentación, mientras que el segundo fue aplicado *a posteriori*. Las diez interrogantes que formaron para esta técnica fueron:

- ¿Cuáles son las partículas que componen un átomo?
- ¿Qué son los llamados electrones libres?
- ¿Qué estudia la electrodinámica?
- ¿Cuál es la causa del movimiento de los electrones?
- ¿Qué es la diferencia de potencial eléctrico?
- ¿Qué es corriente eléctrica?
- ¿Cuál es la unidad de medida de la tensión eléctrica?
- ¿Cómo obtener la intensidad media de la corriente eléctrica?
- ¿Qué es la resistencia eléctrica?
- ¿Qué dispositivos provocan la diferencia de potencial eléctrico?

122



El cuestionario como técnica de recolección de datos en una investigación científica consiste en la elaboración, por parte de los interesados, de un conjunto de preguntas que estén destinadas a comprender, estimar o percibir ideas u pareceres de los participantes respecto a un tema específico. Es un instrumento, a decir de García (2003), que debe ser preparado sistemática y cuidadosamente, sobre los hechos y aspectos que interesan en una investigación o evaluación, y que puede ser aplicado en formas variadas, entre las que destacan su administración a grupos específicos de personas o su envío por correo a los voluntarios.

Luego de esta etapa se promovió una lluvia de ideas, de manera que algunos cuestionamientos fueron discutidos en grupo posibilitando el intercambio de experiencias entre los mismos, favoreciendo de esa forma, la socialización del conocimiento.

Esta investigación concibe el elemento empírico y la acción sobre los objetos como elemento fundamental en la construcción del conocimiento científico relativo al contenido que se ha declarado. En la aplicación de esta perspectiva de enseñanza, se tuvo como foco la resolución de un problema relacionado al cotidiano de los estudiantes, de forma cooperativa y participativa. De esa manera, se pretendió que fuesen sanadas las incongruencias conceptuales inicialmente detectadas —al menos en un primer nivel— para posteriormente verificar tal resolución a través de la aplicación del instrumento mencionado. Así y ya a manera de conclusión de la actividad, fue colocado por segunda vez el mismo cuestionario, de forma que se pudieran comparar las respuestas iniciales con las encontradas al final

de proceso. De esa forma, se comprobaría la validez de la propuesta y de la metodología utilizada, en las condiciones en que fue aplicada.

Los datos recolectados fueron analizados de forma cualitativa y cuantitativa, teniendo la comprensión de que la pesquisa cualitativa tiene como foco el estudio de las características de la muestra, según afirma Godoy (1995, p. 21). Este tipo de investigación científica ocupa un reconocido lugar entre las varias posibilidades en que pueden ser estudiados los fenómenos relativos a los seres humanos. De esa forma, el análisis que se deriva de este tipo de metodología envuelve la interpretación de datos y la búsqueda por entender las percepciones, opiniones y experiencias de los sujetos que son parte del público objeto de la investigación.

Por su parte la investigación cuantitativa se ocupa por incluir la comparación de datos estadísticos, ecuaciones, así como el procesamiento matemático de los mismos, para llegar a comprender el problema en cuestión. Lo que envuelve la obtención de datos provenientes de técnicas e instrumentos que guardan una relación estrecha con este tipo de perspectiva metodológica. Componen los referidos datos: notas, puntuaciones en pruebas y/o evaluaciones, gráficos que denotan el comportamiento temporal de variables meteorológicas, por ejemplo, durante un período determinado.

Ya en lo que se refiere a nuestro trabajo, la obtención y análisis de estos datos puede ofrecer informaciones sobre el desempeño de los estudiantes frente a la actividad que se propone. Para Galvão y Bastos (2007), usar el abordaje cuantitativo:

Cuando se tienen datos numéricos parece existir una respuesta correcta y obvia, mas hay otro aspecto que debe ser considerado. La pesquisa cuantitativa solo tiene sentido cuando hay un problema muy bien definido, hay información y teoría al respecto del objeto de conocimiento, entendido aquí como el foco de la investigación y/o de aquello que se desea estudiar (p. 3).

En el caso que se estudia en este artículo, el hecho de utilizar una metodología como la propuesta contribuye a decir de Godoy (1995, p. 21), al análisis reflexivo y crítico de un fenómeno que puede ser mejor comprendido en el contexto en que ocurre y del que se es parte en la construcción de ese saber. Siendo importante una perspectiva integradora en la que se compare el desempeño de los estudiantes antes y después de la intervención con el abordaje de enseñanza propuesta.



Resultados y discusión

Durante este estudio se adoptó un abordaje en que las tendencias: “ciencia, tecnología y sociedad”, “historia y filosofía de la ciencia”, “enseñanza por investigación” y “experimentación en ciencias”, constituyesen la plataforma didáctica sobre la cual se sustentase la propuesta aquí presentada. En esencia, el hecho de crear una estrategia que posibilite un aprendizaje sólido del tema de potencial eléctrico, a través de una analogía entre los potenciales eléctrico y gravitacional, busca en sí potencializar la alfabetización científica de los estudiantes a partir de ese contenido. El gráfico que se muestra a continuación muestra el comportamiento de los datos que fueron recolectados en el aula durante la actividad experimental que se propuso. Vale destacar que la primera intervención del cuestionario fue realizada previamente al montaje experimental realizado por los estudiantes, mientras que la segunda intervención, fue a posteriori de la representación del fenómeno, en cuestión.

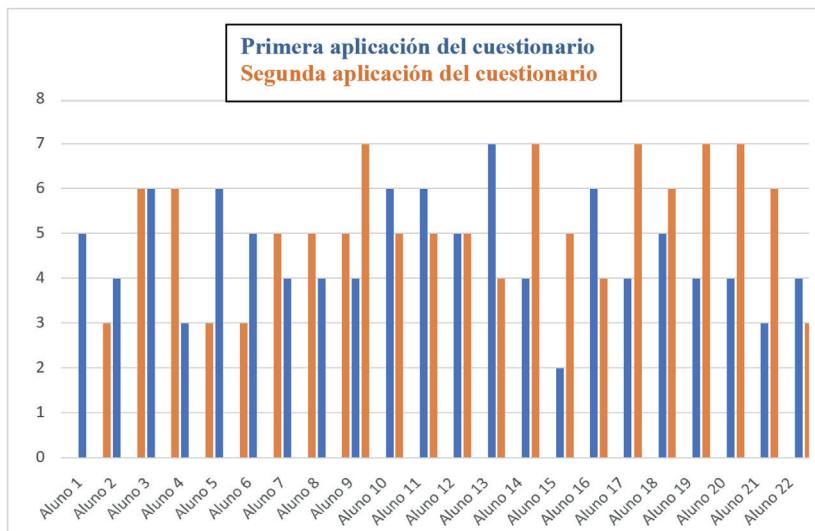
124



Los resultados muestran que ha habido un mayor rendimiento de los estudiantes llevando en consideración la mayor cantidad de respuestas ciertas en la segunda etapa de aplicación del cuestionario. El análisis de los datos recolectados se desarrolló a través de la distribución de frecuencias de las respuestas, lo que permitió que estos (los datos) fuesen representados por medio de una gráfica de barras para mejor explicar los resultados y así ganar en visualización del comportamiento de las respuestas al cuestionario, según apunta Hernández (2012). De esa forma, siguiendo lo aquí dispuesto fue posible comprobar, en principio que hubo una cierta comprensión del fenómeno estudiado durante la propuesta. Vale destacar que el cuestionario aplicado enfocaba sus preguntas en la electrodinámica de la partícula, de forma que los estudiantes pudiesen percibir la relación del tema relativo al montaje experimental con la secuencia de preguntas realizadas.

Durante el análisis a las respuestas se verificó que, de los 22 estudiantes que compusieron el grupo de muestra, 16 no sabían el concepto de diferencia de potencial eléctrico en la primera etapa de aplicación. Sin embargo, 11 (50 %) de ellos respondieron mejor a esa pregunta del cuestionario en el segundo momento. Por su parte, en lo que se refiere a los que se mantuvieron en el mismo nivel podemos decir, según el análisis realizado a las respuestas, que fueron 4 los estudiantes con esa característica, valor que representa un 18,1 % de los participantes. Con respecto al total, 7 de los estudiantes, lo que equivale al 31,8 % estuvieron mejor en la primera etapa que en la segunda:

Figura 3
Gráfico de frecuencias de las respuestas
de los estudiantes al cuestionario



Con esta investigación es posible afirmar que los estudiantes consiguieron comprender mejor el concepto de diferencia de potencial eléctrico. En ese sentido, basta hacer referencia al comportamiento de las respuestas para la séptima pregunta en la que de los 22 participantes el 86,3 %, esto equivale a 19 respuestas acertadas, consiguieron un mejor desempeño.

Debe hacerse explícito que al introducir esa metodología durante el estudio percibimos cuan enriquecedor fue ver la participación activa de los estudiantes frente a la propuesta. Estos se manifestaron interesados, participativos lo que promovió un ambiente de aprendizaje renovador e incentivador de pensamientos reflexivos y críticos sobre el tema. De esa manera se abrió paso para el fortalecimiento de una alfabetización científica basada en la integración de los conceptos científicos y la comprensión del mundo, en este caso relativo a los fenómenos eléctricos del día a día. A través de la estrategia, los estudiantes no solo adquirieron conocimiento teórico, sino también práctico por medio del montaje experimental. Lo que les proporcionó instantes de intercambio, de forma que experimentaron, a través de las discusiones, una abertura para posicionamientos y puntos de vista diferentes sobre el tema. De esa manera, también fueron capaces de relacionar los conceptos tratados bajo el lente de la ciencia,

dejando delimitadas concepciones y definiciones científicas de aquellas elaboradas por medio del censo común.

Bajo estos principios, este trabajo coincide con los cuatro pilares de la educación definidos por la UNESCO: *aprender a conocer*, *aprender a hacer*, *aprender a vivir juntos* y *aprender a ser*. Dentro del ámbito de *aprender a conocer*, se destaca que los estudiantes obtuvieron una mejor comprensión de los conceptos científicos, desarrollaron habilidades para evaluar la información proporcionada de manera crítica y reflexiva, fortaleciendo así su capacidad de integrar y aplicar conceptos científicos para comprender el mundo a su alrededor. Con respecto al *aprender a hacer*, los discípulos aplicaron conocimientos teóricos en situaciones y proyectos prácticos, también pudieron identificar, analizar y resolver problemas que antes habrían sido vistos como complejos. De tal manera, que pudieron comprender la relevancia y aplicación práctica de conceptos científicos a la vida cotidiana. El *aprender a convivir*, se observa durante la práctica experimental, donde los estudiantes desarrollaron la experiencia colocando en práctica el trabajo en equipo. Durante ese momento y después, pudieron valorar la cooperación y el intercambio de ideas, realidad lograda gracias a un ambiente de aprendizaje participativo, donde se fomentó el respeto y la colaboración. Ya el *aprender a ser*, se manifestó cuando se concibe que la actividad promovió una mayor confianza en sí mismos y los incentivó a aprender, resultado de la participación activa en el proceso.

126



Conclusiones

Se espera que este trabajo contribuya a la apertura de ideas para el mejoramiento de las prácticas pedagógicas en la enseñanza de la ciencia y de la física de manera particular. Con respecto a los conceptos relacionados con el campo eléctrico se percibió que la aplicación de la estrategia de enseñanza ofreció vías de tratar el tema, lo se cree podrá ser extendido a asuntos con un cierto nivel de complejidad en la enseñanza de la física. De manera general, esta estrategia constituye una forma innovadora, significativa y accesible para que el conocimiento sea construido de forma que se transformen visiones erradas permeadas por el censo común.

Por fin, teniendo en vista los resultados obtenidos se hace necesario declarar que como concebida la investigación, fue posible verificar cuan positiva fue la enseñanza de este tema a través de la analogía ya mencionada. Vale así subrayar que resulta efectiva la metodología aplicada una

vez que se comprueba mayor cantidad de respuestas ciertas durante la aplicación de la segunda etapa del cuestionario. De esa forma, se puede convidar al lector interesado en el tema a pensar en estrategias como esa que puedan ser aplicadas a otros temas relativos a la enseñanza de esta ciencia, a fin de promover aprendizajes más significativos. Por lo tanto, hace explícita aquí una invitación a que se haga uso de la debida contextualización de los temas que se estudian, teniendo como foco lo relevante de cada contenido, de forma que se consiga formar seres humanos más activos y reflexivos por medio de la enseñanza de la física.

Bibliografía

- AGUIAR, Aruã M. de, FARACO, Thales A. & TEIXEIRA, Franciele
2022 *Campos elétrico e gravitacional produzindo um MHS*. UFJF.
- ARAUJO, Mauro; ABIB, Maria
2003 Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 25(2). <https://bit.ly/4eV9SFS>
- BNCC
2018 *Base Nacional Comum Curricular: educação é a base*. Brasília, DF.
- BRASIL
1988 *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF.
- BRASIL
1996 Lei nro. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 dez. 1996. <https://bit.ly/3zmXEFC>
- BRASIL
2001 Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior. Parecer N° CNE/CES 1.304/2001. Aprovado em 06 nov.
- CHASSOT, Attico
2006 Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, (22), 89-100. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782003000100009>
- DIAS, Ana, BARETTE & Vania, MARTINS, Carlos
2009 A opinião de alunos sobre as aulas de eletricidade: uma reflexão sobre fatores intervinientes na aprendizagem. *Experiências em Ensino de Ciências*, 4(1), 107-117. <https://bit.ly/3KR19JN>
- DUARTE, Sergio
2012 Física para o ensino médio usando simulações e experimentos de baixo custo: um exemplo abordando dinâmica da rotação. *Revista de Ensino de Física*, 29(1), 525-542. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2012v29nesp1p525>
- ESCOBAR, María Gisela
2004 Práctica pedagógica del pensamiento crítico desde la psicología cultural. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, (36), 301-326. <https://doi.org/10.17163/soph.n36.2024.10>



FIASCA, Angelo

- 2021 A utilização de metodologias ativas no ensino de física: uma possibilidade para o ensino de relatividade restrita na educação básica. *Experiências em Ensino de Ciências*, 16(2), 367-383. <https://bit.ly/3VzM8hV>

FREIRE, Paulo

- 1996 *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. Paz e Terra.

GADOTTI, Moacir

- 2007 *A escola e o professor: Paulo Freire e a paixão de ensinar* (1ª ed.). Publisher Brasil.

GALVÃO, Sofia & BASTOS, Murilo

- 2007 Estudo de usuários: visão global dos métodos de coleta de dados. *Perspectivas em Ciências da Informação*, 12(2), 168-184. <https://doi.org/10.1590/S1413-99362007000200011>

GARCÍA, Tomás

- 2003 *El cuestionario como instrument de investigación/evaluación*. Almendralejo.

GODOY, Arilda

- 1995 Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. *Revista de Administração de Empresas*, 35(3), 20-29. <https://doi.org/10.1590/S0034-75901995000300004>

HERNÁNDEZ, Zenaida

- 2012 *Métodos de análisis de datos: apuntes*. Universidad Nacional de Colombia.

KOMEZO, Flávia

- 2022 *O papel do professor no ensino de ciências sob uma perspectiva histórico-cultural* [Trabajo de pregrado]. Universidade Estadual Paulista.

LEDESMA AYORA, Marco

- 2014 *Análisis de la teoría de Vygotsky para la reconstrucción de la inteligencia social*. UCACUE. <https://bit.ly/3xqJQcT>

MORÃES, Roque

- 1998 O significado da experimentação numa abordagem construtivista: o caso do ensino de ciências. En R. M. Borges & R. Moraes (coords.), *Educação em ciências nas séries iniciais*. Sagra.

MOREIRA, Antônio

- 2015 *Aprendizaje significativo: un concepto subyacente*. Universidade Federal de Rio Grande do Sul.

OKA, Maurício

- 2000 *História da eletricidade*. USP. <https://bit.ly/3z5lwXu>

PACCA, Jesuína Lopes de Almeida & VILLANI, Alberto

- 2018 La formación continua del profesor de Física. Instituto de Física de la Universidad de São Paulo. *Ensino de Ciências*.

PIAGET, Jean

- 1967 *Psicología y Epistemología*. Editorial Ariel.

PIASSI, LUÍS

- 1995 *Que Física ensinar no 2º grau?* [Tesis de posgrado]. Universidade de São Paulo.

PIMENTEL, Ana Carolina & SILVA, Cibelle

- 2006 Benjamin Franklin e a história da eletricidade em livros didáticos. En *Resumos*. USP. <https://bit.ly/45xwuYX>

- 2007 Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque cts para o contexto do ensino médio. *Ciência & Educação*, 13(1), 71-84. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132007000100005>



- PINHEIRO, Nilcéia; SILVEIRA, Rosemari; BAZZO, Walter ROCHA, José
2002 Eletromagnetismo e ótica. *Origens e evolução das ideias da Física*. EDUFBA.
- SANTOS, José Carlos & DICKMAN, Adriana
2019 Experimentos reais e virtuais: proposta para o ensino de eletricidade no nível médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 41(1), <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0161>
- SILVA, Dirceu, LOPES, Evandro & JUNIOR, Sérgio
2014 Pesquisa quantitativa: elementos, paradigmas e definições. *Revista de Gestão e Secretariado*, 5(1), 1-18. <https://doi.org/10.7769/gesec.v5i1.297>

Fecha de recepción: 15 de julio de 2023

Fecha de revisión: 15 de septiembre de 2023

Fecha de aprobación: 20 de noviembre de 2023

Fecha de publicación: 15 de julio de 2024

