



SECUENCIA DIDÁCTICA EN TORNO A CONCEPTOS DE LUZ Y ONDAS, BASADOS EN EL APRENDIZAJE DEDUCTIVO-DIALÉCTICO DESARROLLADO EN UN PROCESO DE EDUCACIÓN POPULAR

DIDACTIC SEQUENCE AROUND CONCEPTS OF LIGHT AND WAVES BASED ON DEDUCTIVE-DIALECTICAL LEARNING IN A PROCESS OF POPULAR EDUCATION

SEQUÊNCIA DIDÁTICA EM TORNO DOS CONCEITOS DE LUZ E ONDAS A PARTIR DA APRENDIZAGEM DEDUTIVA-DIALÉTICA EM UM PROCESSO DE EDUCAÇÃO POPULAR

Iván Darío Piernagorda Peña*

Cómo citar este artículo: Piernagorda Peña, I. D. (2024). Secuencia didáctica en torno a conceptos de luz y ondas basados en el aprendizaje deductivo-dialéctico desarrollado en un proceso de educación popular. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 19(2), 219-233. <https://doi.org/10.14483/23464712.20204>

Resumen

El presente trabajo de acción-investigación busca crear y cambiar en el transcurso de la implementación una secuencia didáctica en física de características liberadoras-emancipadoras en un proceso de educación popular desarrollado en la localidad de Ciudad Bolívar, en la unidad de planeamiento zonal Ismael Perdomo, Bogotá (Colombia). Mediante diferentes técnicas de enseñanza/aprendizaje, como los métodos deductivos, dialógicos, discrepantes y dialécticos, se dividió el desarrollo de la clase en cuatro momentos: discrepante, filosófico, científico natural (sobre ondas sonoras, refracción y reflexión de la luz) y, por último, social y político. En conclusión, una participación activa y crítica de las y los estudiantes; así mismo, se evidenció un desarrollo deductivo y dialéctico de pensamientos científicos (lógicos e históricos) en torno a problemáticas discrepantes, sociales y políticas con base a los conceptos de ondas mecánicas, interferencia, reflexión y refracción. Asimismo, se demostró que en los barrios populares las y los estudiantes crean y construyen conocimiento a partir de sus saberes previos, superados por ellas y ellos mismos a saberes científicos; así, desarrollan transversalmente su capacidad organizativa y de trabajo colectivo, y hacen de los procesos de aprendizaje/enseñanza en la clase una forma local de liberación y emancipación de las ideologías impuestas por el sistema económico mundial.

Palabras clave: educación popular, ciencias físicas, didáctica, pedagogía de la liberación.

Recibido: 11 de Diciembre del 2022; aprobado: 11 de Octubre de 2023

* Licenciado en Física, Sotavento Parche de Investigación y Educación Popular, Colombia, ivandpp97@gmail.com

Abstract

This action-research work seeks to create and change during the implementation of a didactic sequence in physics with liberating-emancipatory characteristics in a process of popular education developed in the town of Ciudad Bolívar in the Ismael Perdomo zonal planning unit, Bogotá, Colombia. Using different teaching-learning techniques such as deductive, dialogical, discrepant and dialectical methods. Dividing the development of the class into four moments, a discrepant moment, a philosophical materialist-dialectical moment, a natural scientific moment (about sound waves, light refraction and reflection) and finally, a social and political moment. Concluding an active and critical participation of the students; likewise, demonstrating a deductive and dialectical development of scientific thoughts (logical and historical) around discrepant, social and political problems based on the concepts of mechanical waves, interference, reflection and refraction; demonstrating that, in popular neighborhoods, students create and build knowledge based on their previous knowledge, surpassed by them and themselves to scientific knowledge, transversally developing their organizational capacity and collective work, making learning processes -teaching in the class, a local form of liberation and emancipation from the ideologies imposed by the global economic system.

Keywords: Popular education, physics science, didactics, liberation pedagogy.

Resumo

Este trabalho de pesquisa-ação busca criar e mudar durante a implementação de uma sequência didática em física com características libertadoras-emancipatórias em um processo de educação popular desenvolvido na cidade de Ciudad Bolívar na unidade de planejamento zonal Ismael Perdomo, Bogotá, Colômbia. Utilizar diferentes técnicas de ensino-aprendizagem como métodos dedutivos, dialógicos, discrepantes e dialéticos. Dividindo o desenvolvimento da aula em quatro momentos, um momento discrepante, um momento filosófico materialista-dialético, um momento científico natural (sobre o físico) e, por fim, um momento social e político. Concluindo uma participação ativa e crítica dos alunos; da mesma forma, demonstrando um desenvolvimento dedutivo e dialético do pensamento científico (lógico e histórico) em torno de problemas discrepantes, sociais e políticos com base nos conceitos de ondas mecânicas, interferência, reflexão e refração; demonstrando que, nos bairros populares, os alunos criam e constroem saberes a partir de seus saberes prévios, superados por eles e por eles mesmos ao saber científico, desenvolvendo transversalmente sua capacidade de organização e trabalho coletivo, tornando os processos de aprendizagem-ensino em sala de aula, uma forma local de libertação e emancipação das ideologias impostas pelo sistema econômico global.

Palavras chave: Educação popular, ciência física, didática, pedagogia da libertação

1. Introducción

En un mundo donde la desigualdad parece ser inmutable, se concentra y se hace cada vez más fuerte, todo a costa del enriquecimiento de otras personas, es indispensable pensar, construir y luchar. Ciudad Bolívar (CB) es una localidad periférica de la ciudad de Bogotá, que con el pasar de los años, se ha autoconstruido; sus casas, sus servicios, sus derechos, su espacio físico son fruto de una fuerte organización y amor por el territorio y la territorialidad (FOPAE, 2013). Se podría afirmar que se ha estado construyendo poder popular, el cual se defiende con el trabajo de las personas y las colectividades que viven allí. Sin embargo, la localidad por años ha sido estigmatizada principalmente por dos razones: la violencia y la pobreza económica. Esta percepción de la localidad construye un imaginario de opresión y de inferioridad sobre sus habitantes; crea un poder que se ejerce sobre ellos, poder sobre el pensamiento, poder sobre la cultura, es un poder hegemónico como lo diría Gramsci, y recopilado por KANOUSI, ORTEGA (2001) de la charla del profesor Benedetto Fontana: es la proliferación en el pueblo de una particular concepción del mundo y de un modo de vida que funda y *mantiene* el Estado.

El panorama parece triste y desolador; sin embargo, la organización y la lucha por parte de colectividades que trabajan allí desprende un aire de esperanza y de aliento. La educación popular se nos presenta como una alternativa a esta hegemonía (forma de entender y comprender a CB); una contrahegemonía y una forma de hacer educación que tiene como fin empoderar y dar herramientas a las clases populares en función de las necesidades inmediatas de las personas de la localidad. El Colectivo Sotavento Parche de Investigación y Educación Popular ha trabajado en esto por más de cinco años, ha caminado las montañas de la unidad de planeamiento zonal (UPZ) 69, en particular, como respuesta a la

necesidad del acceso de las y los estudiantes a estudios de educación superior en las universidades públicas, como aporte concreto a la mitigación de estas problemáticas. Además, busca mostrar y crear otra perspectiva a las y los estudiantes sobre CB, demostrar que es un territorio de lucha donde se construye y desea la paz, que es, en últimas, un territorio de historias, memorias e infinitas posibilidades.

Apoyando a la solución de esta problemática, en este trabajo de investigación de tipo cualitativo, se toma como objetivo general plantear e implementar una secuencia didáctica en la Enseñanza de la Física a través del *aprendizaje deductivo* con una problemática discrepante inicial con bases en la *educación popular* (EP) en la UPZ 69 de CB, Bogotá (Colombia). Dentro del Preicfes Popular y Comunitario Ciudad Bolívar, llevado a cabo por el colectivo Sotavento en el componente de física del año 2022, se tomaron como base los componentes disciplinarios que aborda el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (Icfes) sobre ondas sonoras y geometría de la luz, específicamente, interferencia de ondas, descripción pictórica de una onda, intensidad, y refracción de la luz, esto con el propósito de:

- A. Crear un ambiente de preguntas, de construcción de hipótesis, preguntas problemas y razonamientos contraintuitivos, con la finalidad de desarrollar el componente creativo, dialéctico y filosófico en las y los estudiantes.
- B. Brindar y construir conceptos sobre fenómenos físicos (sin abordar el modelo matemático) a las y los estudiantes, sobre lo planteado en ondas sonoras y luz.
- C. Generar que las y los estudiantes sean partícipes de la construcción de su empoderamiento sobre su territorio y conductas, para esto, no solamente hace falta enseñar los contenidos disciplinares, sino generar dentro de esta momentos de trabajo colectivo, crítica-autocrítica, reconocer la importancia de

organizarse y dialogar, en respuesta a realidades sociales, mundiales o territoriales que impliquen una distinción entre quién cumple el papel de la o del opresor y quién el de la o del oprimido.

2. Marco teórico

A partir del segundo punto del *Decálogo de Educación Popular* del colectivo SOTAVENTO (2019) (“construimos herramientas de empoderamiento a través de la educación para nosotros, los excluidos y desiguales”), se parte de la elaboración de una secuencia didáctica que desarrolle y amplíe este manifiesto. De manera que se utilicen diferentes bases teóricas para la producción de este.

a. Dimensión didáctica

Partiendo del concepto de didáctica de la física desarrollado por CASTIBLANCO, NARDI (2014), se entiende que

- El educador debe comprender mínimamente los conceptos físicos, los cuales se van a abordar, tener claro los conceptos de ondas mecánicas y lo que respecta a reflexión y refracción de la luz. Se plantea que los ejercicios de metacognición no se dan únicamente antes a la intervención, sino también durante este proceso. Sin embargo, para esta investigación no se analizan los procesos metacognitivos del educador popular, aunque en la elaboración de la secuencia didáctica se tendrá en cuenta.
- El contexto social y de conocimientos previos se tuvo en cuenta al momento de realizar la secuencia didáctica, ya que, previamente se habían ejecutado dos clases sobre fuerzas y electrostática, con la gran mayoría de estudiantes, en donde se observaron diferentes características de las y los estudiantes: estudian en colegios públicos y privados; en su gran mayoría se encuentran en grado undécimo;

tenían un acercamiento a conceptos y modelos matemáticos sobre física (electrostática); no se les dificultaba el análisis sobre lecturas y la utilización de tecnologías para el aprendizaje y el conocimiento (TAC), comentando que en sus colegios ya habían utilizado diferentes simulaciones de PhET¹.

b. Empoderamiento

Según FREIRE (2002), los oprimidos por sus mismas condiciones materiales e históricas tienden a recrear en sí mismos las siguientes conductas:

- Proyectan la sombra del opresor desde sí mismos sobre otras personas.
- Se tiende a crear un imaginario de inferioridad sobre sí mismos, sobre las cosas que no tienen y otros sí, como por ejemplo, capital económico y capital cultural.
- Su visión de persona nueva se da individualmente y no colectivamente.
- Temen a la libertad, por cuanto no saben cómo es, y llegan a creer que la libertad es la que se da desde la perspectiva capitalista.

A partir de esto se plantean diferentes fases que pueden mitigar estas conductas:

- A. Mostrar un problema por grupos de tal manera que sea discrepante², con el fin de generar un ambiente menos tenso, lleno de preguntas, y con intención de participar en clase.
- B. Analizar el problema y arrojar hipótesis sobre la solución, en busca de que sean lo más conspirativos posible, y con el propósito de que las y los estudiantes puedan dejar a un lado su miedo por la participación generando en sí más libertad al momento de crear y participar.
- C. Dar pistas que:

1. PhET es una herramienta online de simulaciones interactivas sobre ciencias y matemáticas.

2. Según BARBOSA, MORA-LEY (2010) un experimento discrepante es aquel que genera un entendimiento fenomenológico contraintuitivo.

- Generen una intencionalidad en dar respuesta por grupos, para que la colaboración y la organización sean incentivadas indirectamente en el estudiantado.
- Puedan ser deducidas a través de la pregunta planteada, con el fin de generar un diálogo entre docente-compañeras y compañeros (teniendo en cuenta que la o el docente no responderá ninguna pregunta, sino que guiará el proceso de deducción).

D. Realizar una lista de preguntas e hipótesis que respondan a la problemática.

E. Analizar las pistas y retomar de nuevo el documento.

c. Aprendizaje deductivo

Como lo describe HARVEY (2018), el aprendizaje es un proceso dialéctico que encuentra un inicio y un fin, el cual pasa por múltiples procesos, errores y aciertos, que se concluyen, lo que permite aprehender de procesos anteriores, sin eliminarlos de todo su aprendizaje, sino que se interiorizan y dan una respuesta de ser, por lo que en la práctica, al momento de aplicar una secuencia didáctica con *aprendizaje deductivo*³, se le debe reconocer positivamente al estudiante los errores que cometa durante toda la aplicación de esta.

Además, como se comprende que la o el estudiante son participantes activos de su proceso de aprendizaje, es importante recalcar que la o el docente cumple el papel de mediadores y no de centro de atención (como en muchos casos, autoritario). Por esta razón, se propone trabajar con el *aprendizaje deductivo*, ya que, si bien existen diferentes métodos de aprendizaje/enseñanza, creemos que este en particular puede

ser implementado para responder a este objetivo emancipador de la EP.

3. Metodología

La investigación se realizó en la localidad de Ciudad Bolívar, en la UPZ 69, en la sede del sindicato Sintrafilmtext, con un total de 25 estudiantes entre los 16 y 18 años aproximadamente, en su mayoría de grado undécimo. Se obtuvo la ayuda de tres educadoras populares, las cuales participaron en la recolección de audios e interacción con las y los estudiantes; además, el investigador de este trabajo intervino con los instrumentos previamente creados, con un tiempo de 1 h y 40 min.

Se planearon cuatro momentos de acuerdo con las fases teóricas propuestas inicialmente.

a. Momento discrepante

Según PIERNAGORDA PEÑA *et al.* (2020), es pertinente trabajar con la imaginación, incentivando y estimulando a la o el estudiante a través de una situación que les sea cotidiana o impactante. Además, como lo indican BARBOSA LIMA, CATARINO (2022) es importante combatir el carácter antagónico de la Física con otros campos del conocimiento, como la Literatura, por lo que para este trabajo se creó un pequeño relato sobre un asesinato con el cual se plantearon varias incógnitas para la discusión, incógnitas que normalmente una persona soluciona bajo aprendizajes que ha obtenido de su experiencia, pero que no son razonamientos científicos y que crean obstáculos epistemológicos⁴ en el aprendizaje de algunos conceptos.

Dejamos el escrito elaborado por dos integrantes del colectivo Sotavento:

3. Conforme lo expone DÁVILA (2006) "el razonamiento deductivo permite establecer un vínculo de unión entre teoría y observación, además, permite deducir a partir de la teoría los fenómenos objeto de observación" (p.181).

4. Según BACHELARD (2007), un obstáculo epistemológico no es algo externo, sino interno, y se da en el momento mismo de conocer; también, vale la pena recalcar que no se discriminan los conocimientos empíricos obtenidos a través de los sentidos, sino que es una etapa más, la cual debe superarse.

Todo comienza con un ser al cual llamaremos persona A, esta persona trabaja como vendedor de televisores en algún lugar del mundo. Como es usual, empieza su día en el trabajo barriendo el piso de rombos, diagonal a la persona se encuentra la típica pecera con agua medio verde, emanando un olor peculiar, de nostalgia y desagrado acompañada de ese molesto ruido del filtro; una típica pecera inútil de una típica tienda. Al lado de esta se encuentran dos televisores que transmiten el rutinario programa del gobierno, tan plano y absurdo, declamando propuestas y proyectos que seguramente no serán cumplidos; pero en ese momento, la persona A se queda observando a otro ser a quien llamaremos persona C, pues este le intriga y le llama la atención.

La persona C está inmóvil en medio de los dos televisores, su rostro es tétrico pues tiene los labios secos, el ceño fruncido y una mirada perdida. Es probable que esté oyendo una noticia perturbadora y desgarradora –no es raro en un país como este–, o simplemente el olor de la pecera lo ha dejado estupefacto. Pero, acto seguido, casi rozando su cuerpo aparece otro ser, lo llamaremos persona B, la persona A lo observa. Sin embargo, sucede algo más extraño que el rostro de C, pues en el instante en que la persona B pasa a su lado, esta sale corriendo y la persona C comienza a comportarse chocante y raro, pues sus músculos se ponen rígidos, sus ojos se abren completamente y su boca se llena de saliva; su cuerpo se sacude en movimientos bruscos mientras su vejiga comienza a fallar. Finalmente, yace en el piso, de sus oídos y fosas nasales sale sangre de un color alarmante, fue bastante perturbador.

La persona A entra en desesperación, los olores y fluidos lo perturban un poco, pero comienza a correr fuera de la tienda y pide ayuda mientras C muere lentamente en el piso. Momentos después, llega la policía –bastante tarde para la urgencia de la situación– e interroga a A, quien responde: “¡Vi a la persona que mató a la persona C, lo vi todo con sus ojos! ¡Es esta la culpable!, por eso corrí como cobarde”. No obstante, la policía también interroga

a B, pero esta declara: “¡Yo no hice nada! Yo estaba lejos de C cuando empezó a temblar, pues ya se comportaba bastante extraño cuando pasé por su lado y, sin mediación ni contacto de ninguna persona, empezó a convulsionar. ¡Es obra del demonio! ¡Todos sabemos que esa calle siempre ha estado maldita! ¡MALDITA!”.

Es una situación incierta para la policía, no tienen testimonios sólidos ni para crear una conjetura, lo extraño del caso es que en donde sucedieron las cosas es un punto ciego para las cámaras de seguridad, hecho que levanta aún más sospechas. No había más testigos en la escena, solo un perro negro de abundante pelaje que se encontraba dormido en medio de los dos televisores y frente a la persona C.

¿Puede usted resolver esto y ser mejor que los policías? Siga las pistas que le puede brindar el o la docente. (Texto creado por las y los sotaventistas Iván Piernagorda e Isabel Penagos)

b. Momento filosófico

Según SUCHODOLSKI (1965), en la teoría marxista “la tarea de la filosofía consiste principalmente en la liberación del ser humano de las ilusiones, al mostrarle las raíces sociales de las mismas y en estimular a una acción para cambiar el mundo” (p. 5).

Este momento es fundamental, ya que las y los estudiantes estarán realizándose múltiples preguntas respecto al ¿quién?, ¿cómo?, ¿cuándo?, etc. De manera que, indirectamente, la o el docente deben incentivarlos a través de pistas, dudas o soluciones prácticamente imposibles, que generen contradicciones (proceso de análisis) para que se puedan crear múltiples determinaciones abstractas en sus procesos de construir la “verdad”.

Para este caso se les dividió en diferentes grupos, a los cuales se les entregó una pista o pregunta (P), para este caso utilizamos las siguientes:

P 1.1: ¿Nuestros sentidos captan la realidad tal cual es?

Si no conoce pregúntele a algún o alguna profe.
Letra clave “e” (está de primera, cuarta y octava posición).

P 1.2: ¿Cómo identificar la verdad? (o acercarse)

–¿Diciendo mentiras?

–¿Observando la situación?

–¿Escuchando a las demás personas?

–¿Tachando de mentirosas a las personas?

–¿Escribiendo lo que se observa?

–¿Discutiendo con argumentos con nuestros compañeros o nuestras compañeras?

–¿Algo más?

Si no conoce, pregúntele a algún o alguna profe.

P 1.3: ¿Es necesario negar la realidad para conocerla?

P 1.4: ¿Qué se sabe realmente del caso?

Pista 1.1⁵

La palabra clave, en esta primera parte, tiene que ver con la forma de acercarnos a la verdad. (¡Las ciencias lo utilizan todo el tiempo!)

c. Momento científico natural (sobre lo físico)

La base de este momento es la deducción y la recolección de las respuestas que se les dieron a las preguntas en el momento filosófico, por lo que se pretende crear las siguientes necesidades:

A. Una situación en la que sea necesaria la experimentación.

B. Una situación en la que sea necesario el conocer sobre conceptos físicos (para nuestro caso, *óptica* y *ondas mecánicas*).

Para esto, se preparó un espacio en donde se pudiera experimentar en un recipiente con agua y un láser en el que se podía simular *la pecera* de la historia, con el fin de que las y los estudiantes pudieran hilar los testimonios de las personas A y B con el

fenómeno físico con el cual están interactuando. Además, se buscó adelantar diferentes tipos de experimentos mentales que fueran cotidianos, los cuales llevaran a una deducción frente a la intensidad del sonido y su frecuencia.

Asimismo, se preparó un espacio en donde las y los estudiantes pudieran leer o indagar en textos sobre física, con los cuales afianzaran sus razonamientos y lograran una superación de los obstáculos epistemológicos.

Finalizado este momento, las y los estudiantes ya deberían haber realizado varios procesos de síntesis y creado una estructura mental respecto a la explicación de los fenómenos físicos y el asesinato, e ideado múltiples determinaciones naturales pero no sociales; por esta razón, es importante llevarlos a una situación en la cual todo lo ocurrido en el asesinato pueda tener una intensión social, política e histórica.

Las preguntas que se utilizaron para abordar todas las cuestiones anteriores fueron:

P 2.1: ¿Qué ve la persona A y C?

Escriba en su cuaderno u hoja todos los detalles, su entorno, qué ve, qué dice, etc.

Letra clave “f” (tercera posición).

P 2.2: Un experimento interesante podría ser utilizar un vaso con agua y apuntar con un láser.

¿Qué pasa?

Intente apuntar a un objeto con el láser a través del vaso con agua.

¿Qué pasa?

¿Es importante para el caso este experimento? (Recuerde que en el caso había algo con agua).

P 2.3: ¿Cree usted que el concepto de *onda* será importante para el caso?

P 2.4: ¿Se ha preguntado qué es el sonido?

P 2.5: ¿Qué tienen que ver los televisores con el caso?

P 2.6: ¿Cree usted que el sonido puede matar a una persona?

5. Para este caso, se deberá llenar los espacios en blanco con letras para hallar el concepto buscado.

P 2.7: Si se hace algún sonido incómodo como el de pasar un tenedor sobre una vajilla, ¿usted reaccionaría?

Pista 2.1

La palabra clave en esta segunda parte tiene que ver con la propiedad de la luz la cual hace que cambie en ángulo de incidencia.

R _ _ _ _ _ C _ _ _ _ _

Pista 2.2

La palabra clave en esta segunda parte tiene que ver con la propiedad de las ondas que se cancelan unas con otras.

S _ _ _P_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _N_

P 3.1: ¿Qué puede causar la muerte de una persona?
P 3.2: Según todo lo anterior ¿Quién o qué mató al sujeto C?

P 3.3: Recuerda lo sucedido en el “atentado” a la escuela de policía General Santander en Bogotá Si no conoce pregúntele a algún o alguna profe

P 3.4: ¿Conoce ROT13? es una forma de cambiar las letras para ocultar mensajes (figura 1)

ry cebsrfbe gvrrar vasbeznpiba ;cvqnfryn!

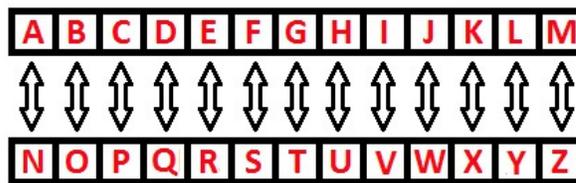


Figura 1. Representación de cifrado rot13 utilizado para decodificar la frase dada en la pregunta (P 3.4). **Fuente:** DARK [BYTE], 2011.

d. Momento social y político

En este último momento, se dedujo la “solución” respecto al problema planteado; además, se dio algunas pistas para relacionarlo con algunas problemáticas al tipo de armas y posibles experimentos realizados en seres humanos. La información para este ejercicio se tomó de la página WikiLeaks, la cual dio a conocer múltiples testimonios sobre situaciones en común que tenían que ver con ondas sonoras, radiación y experimentos mentales, por lo que el objetivo último de este momento es dar una discusión respecto a cómo la tecnología y las Ciencias Naturales son también utilizadas para fines políticos y sociales.

También, creímos que aspectos básicos de criptografía harían más interesante el proceso deductivo e investigativo, ya que es importante comprender el uso de la información, y cómo esta se puede ocultar por razones sociales.

Las preguntas que se plantearon para este último momento fueron:

e. Matriz metodológica

La recolección de datos se hizo a través de un audio complementado con la experiencia del investigador dentro del espacio, el cual posteriormente se transcribió a un texto plano, para finalmente analizar las matrices mostradas en las tablas 1, 2 y 3, las cuales contienen las categorías, las variables y los instrumentos de investigación. Cabe aclarar que la fuente de datos en todo momento fue primaria (conversaciones de las y los estudiantes) y la técnica de recolección de datos fue *acción participante* u *observación participante activa*. Esto se debe a que el educador popular que lleva a cabo la intervención es el mismo investigador. Además, como lo menciona ANGUERA (1995), el observador activo maximiza su participación en lo observado, integrándose en su rol (en este caso como educador popular) con los demás existentes en la situación (las y los estudiantes).

4. Análisis de resultados

Tabla 1. Matriz de metodológica para el objetivo específico 1.

| Objetivo específico | Categoría de análisis | Variable | Instrumentos |
|--|---|--|--|
| Crear un ambiente de preguntas, de construcción de hipótesis, y razonamientos contraintuitivos, con la finalidad de desarrollar el componente creativo, dialéctico y filosófico en las y los estudiantes . | <i>Pensamiento filosófico y dialéctico.</i> Se entiende que el pensamiento filosófico es un pensamiento crítico y reflexivo, pero además, dialéctico. Tal como lo menciona HARVEY (2018), esta forma de pensar ayuda a observar el devenir las cosas como procesos, flujos y fusiones, lo que permite crear un espíritu investigativo en la y el joven; de tal manera que, observamos el cambio a través de contradicciones desde un punto de partida inicial en el conocimiento hasta un punto de partida final, para demostrar que los procesos de aprendizaje no son <i>inmutables</i> . | Respuesta a preguntas. Hipótesis construidas por las y los estudiantes. | Grabadora, materiales, marcadores, tablero, lápices, secuencia didáctica del momento 1, 2 y 3. |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Matriz de metodológica para el objetivo específico 2.

| Objetivo específico | Categoría de análisis | Variable | Instrumentos |
|---|--|---|--|
| Brindar y construir conceptos sobre fenómenos físicos (sin abordar el modelo matemático) a las y los estudiantes sobre lo planteado en ondas sonoras y luz. | <i>Ondas sonoras.</i> Según ALONSO, FINN (1976), una onda sonora recae en la categoría de ondas elásticas, debido a que su perturbación (deformación, presión o el desplazamiento de un volumen que contiene átomos) se propaga con cierta velocidad que depende de las propiedades del medio. Además, para el presente trabajo es importante resaltar el principio de superposición de ondas, el cual indica que si dos o más ondas progresivas se mueven a través de un medio, el valor de la función de onda en cualquier punto será la suma de funciones de onda de manera individual (SERWAY, JEWETT, 2006), de manera que, tenemos la siguientes relaciones de acuerdo con la definición $y_1 + y_2 = 0$ o aproximadamente a cero, lo cual implica una interferencia destructiva. <i>Refracción de la luz.</i> Una onda electromagnética plana al alcanzar una superficie plana, tiende a dividirse en dos partes: 1) una parte será <i>reflejada</i> de nuevo en el medio inicial con un ángulo igual al inicial, y 2) una parte de la onda será <i>refractada</i> a través del material con superficie plana, y su ángulo de incidencia estará sujeto a la <i>ley de Snell</i> , según ALONSO, FINN (1976). | Planteamiento de preguntas. Formas de deducción. | Grabadora, materiales, botella de agua, láser rojo, marcadores, tablero, lápices, secuencia didáctica del momento 2. |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Matriz de metodológica para el objetivo específico 3.

| Objetivo específico | Categoría de análisis | Variable | Instrumentos |
|--|--|---|--|
| <p>Generar que las y los estudiantes sean partícipes de las construcción de su empoderamiento sobre su territorio y conductas.</p> | <p><i>Trabajo colectivo y organización.</i> La estrategia del neoliberalismo y el capitalismo ha sido la individualización de las y los sujetos, estrategia que se ha evidenciado en las formas de trabajo, tales como el <i>home office</i>, el <i>teleperformance</i> y los negocios independientes. En el caso de la educación, como lo describe DÍEZ (2021), se puede ver en la individualización entre estudiantes/estudiantes y estudiantes/profesores, tal como se da en el <i>homeschooling</i>, por lo que es menester, en un trabajo de educación popular, volver a la juntanza, a entablar una conversación a través del diálogo y el juego. Como lo enuncia RICAURTE (2021), somos seres sociales, que interactuamos entre sí; expresamos y debatimos ideas en torno a diferentes posiciones, por lo que la organización es fundamental para entendernos y escucharnos en un diálogo permanente, sin saltar o pasar por encima de otras ideas.</p> | <p>Creación de grupos de trabajo.</p> <p>Formas de trabajo en grupo.</p> | <p>Grabadora, materiales, botella de agua, láser rojo, marcadores, tablero, lápices, secuencia didáctica del momento 1, 2 y 3.</p> |
| | <p><i>Crítica y autocrítica.</i> En los procesos de organización marxistas leninistas, como lo es el colectivo Sotavento, los procesos de reflexión y análisis son fundamentales, ya que, como lo expresa ZAPATA (2022), la consolidación de la colectividad en periodos de transición está sujeta a constantes ejercicios de crítica y autocrítica, lo cual permite superar las problemáticas frente a lo organizativo, pues se da cara a las coyunturas políticas y sociales que surjan. De manera que se cree importante para los ejercicios de educación popular generar un ambiente donde las y los estudiantes puedan realizar constantemente este ejercicio, al mostrar sus problemáticas individuales y colectivas al momento de aprender.</p> | <p>Planteamiento de ideas</p> <p>Refutación de ideas entre las y los mismos estudiantes</p> | |

Fuente: elaboración propia.

a. Momento filosófico-dialéctico

Cuestionando la realidad

Las primeras preguntas que se les formuló a las y los estudiantes fueron: “¿Qué es la realidad?”, “¿Sus sentidos los engañan?”, “¿Cómo podemos aproximarnos a una cuasiverdad?”, de manera que ellas y ellos respondieron lo siguiente:

Tal vez es producto de su imaginación, o todos nosotros somos producto de nuestra imaginación [...]. Nuestros sentidos captan la realidad tal cual es [...]. Es un instante, pero no es real. Es una imaginación del hombre que construyó, pero no es real, es hecho, es elaborado. (Estudiantes, intervención, 2022)

Las pregunta en torno a lo que es y no es verdad fue una buena táctica para introducir los conceptos de *realidad*, *engaño* e *ideología*; ya que muchas y muchos estudiantes en este primer momento mostraron gran interés en este tema. Este concepto de *lo real* pudo haberse gestado debido a el momento histórico transcurrido en los años 2020-2021 por la pandemia del covid-19, puesto que la especulación, las noticias falsas, el control ideológico y político frente a la desinformación dieron paso al desarrollo de la creatividad e imaginación conspirativa, crítica, pero no científica del problema histórico.

Prejuicios y saberes previos

Los prejuicios y saberes previos también se mostraron en las intervenciones, saberes que, si bien responden a las preguntas sobre la realidad, algunos concurrían a prejuicios de clase y racismo. Se muestran las siguientes intervenciones que dieron lugar e importancia de la experimentación en el proceso científico

O sea; por ejemplo, para usted, ¿qué es real? ¿Los ovnis son reales? ¿Usted es real? ¿Usted cómo sabe que es real? [...] pensando... nosotros somos reales

porque si yo lo pellizco a usted le duele [...]. Algo que está comprobado científicamente. (Estudiantes, intervención, 2022)

Para las y los estudiantes el concepto de “comprobado científicamente” estaba asociado a la experimentación inmediata, de manera que, deductivamente, las y los estudiantes encontraron la necesidad de la experimentación como herramienta para descartar y concluir una verdad de lo sucedido en el texto.

Las siguientes intervenciones causaron malestar en algunas y algunos estudiantes que vieron un prejuicio racista en otros estudiantes con el concepto de “perro negro”. Si bien, la metodología de la investigación no tuvo en cuenta este concepto, es menester analizar esta situación: “Tenemos una teoría de que todo es culpa del perro negro porque realmente todos los libros hacen referencia a que eso es lo malo [...]. Es que... ¿por qué tiene que ser un perro negro?” (estudiantes, intervención, 2022).

Muchos de estos conceptos trascienden en el lenguaje cotidiano del racismo; esto nace de la herencia colonial e imperialista con la que fuimos y somos criados. De aquí también se desprende la actitud de las y los estudiantes que estuvieron en desacuerdo con las intervenciones, ya que no realizaron ningún acto de protesta o de inconformismo, y que finalmente estudiantes que realizaron la intervención no dieron disculpa alguna y tomaron el tema como una broma.

Hipótesis y conjeturas

Las siguientes intervenciones se dan por la necesidad de responder a la interrogante del texto:

Yo digo que es una enfermedad [...]. De pronto lo dejó al lado de la pecera [el perro] para que se envenenara el pez y pasara justo C y convulsionara, pero el perro estaba muerto, no estaba dormido. [...] Pues yo digo que no se puede tratar de un homicidio,

sino que la persona estaba enferma. (Estudiantes, intervención, 2022)

En este momento, no se observa la relación entre la pregunta sobre lo que es *la realidad* y el texto; sin embargo, sí se observa el entusiasmo por dar cualquier solución para responder al interrogante. Este hecho demuestra la importancia de que el texto sea discrepante, pues ayuda a las y los estudiantes a crear, participar, dialogar y dar soluciones a una situación problema.

b. Momento científico natural (sobre lo físico)

Experimentación y deducción

Para este momento, aún no encontraban relación alguna con la experimentación, de manera que fue importante dar pequeñas pistas o sugerencias de lo que debían hacer para entender la situación del texto:

Porque se refracta la luz con el agua. O sea, allá... y como es un material que refleja se refracta, es una onda. [...] ¿Tiene que ver algo el hecho de que sea plástico o vidrio? [...] Sí, vea que sí, fue la pecera quién lo mató. O sea, no la pecera, pero sí el reflejo, que pecado, entonces sí fue así [...]. La pecera tiene algo que ver [...]. No, él solo vio cuando se tapó los oídos y la convulsión. Él solo vio a la persona B cerca, pero según, la pecera puede distorsionar todo, puede estar lejos. (Estudiantes, intervención, 2022)

Para este momento se identificó, 1) la necesidad de las y los estudiantes para experimentar 2) la necesidad y la curiosidad de cambiar parámetros y encontrar variables y 3) relacionar los conceptos previamente dialogados sobre realidad y experimentación. Todo esto representó la deducción y solución del problema de la pecera, además de incorporar conceptos como *ángulo, luz, onda, reflexión y refracción*; también, fomentó la participación colectiva en el diálogo

estudiantes-educador popular y aumentar el apetito por descubrir y aprender más.

El siguiente momento finalizó con intervenciones deductivas y concluyentes, las cuales daban lugar a los conceptos de sonido como onda mecánica y de interferencias destructiva

Además podemos decir que los televisores estaban en un lugar alto, y el perro estaba en el piso, entonces las ondas le pegarían a C, no al perro. [...] Yo digo que las ondas en un punto se repelen, de que hay un punto ciego [...] ¿no hay sonido? ¿O baja su volumen? [...] Se chocan, pierde la fuerza [...]. O sea el sonido [...]. Por eso al perro no le afectaron las ondas. (Estudiantes, intervención, 2022)

El trabajo en equipo fue impresionante, ya que las y los estudiantes se encontraban en constante diálogo frente al concepto de *ondas*; también, las y los estudiantes se tomaron el espacio del tablero para realizar representaciones pictóricas sobre la forma de las ondas (figura 2). Al final concluyeron sobre por qué el perro se encontraba dormido y a la persona C le afectó el sonido. Cabe recalcar que el espacio del tablero representa un espacio de poder donde históricamente las únicas personas que pueden y han podido estar ahí han sido las y los docentes, por esto, para el proceso de educación popular es importante que las y los estudiantes tomaran este espacio, entendiendo también que el poder es de estudiantes-educador popular y no solo de uno o una.

c. Momento social y político

Para este momento es indispensable comentar que, a diferencia de cómo se tenía previsto, los análisis sociales y políticos realizados por las y los estudiantes fueron transversales en momentos previos, ya que siempre existió la duda sobre quién asesinó a la persona C y por qué. Además, la falta de tiempo fue contraproducente, puesto no se pudo concluir con la actividad y la metodología planeadas, por lo que el educador popular tuvo

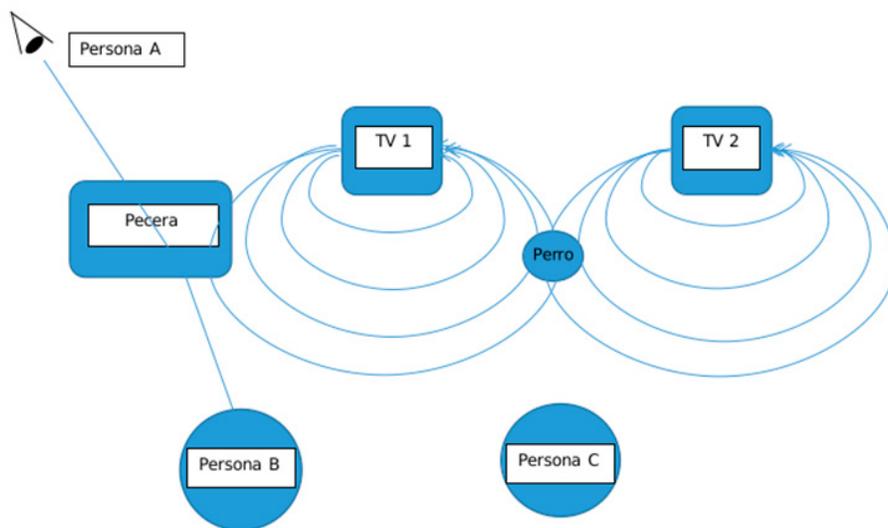


Figura 2. Representación pictórica dada por las y los estudiantes al estudiar los conceptos de *luz* (refracción y reflexión) y *ondas mecánicas* (sonido) sobre el texto abordado.

Fuente: estudiantes, 2022.

que resumir el tema de la lectura final y concluir con algunas palabras al respecto.

5. Conclusiones y recomendaciones

El momento discrepante inicial es indispensable, pues este propicia un ambiente de dudas y preguntas que dan lugar a la intriga y al planteamiento de hipótesis sobre lo que sucedió o sucederá, lo cual motivó a las y a los estudiantes a formular preguntas entre ellas y ellos, perdiendo el miedo a relacionarse y plantear hipótesis sin ser juzgadas y juzgados. Además, el texto, como instrumento para alcanzar este objetivo, incentivó a que las y los estudiantes llevaran a cabo ejercicios autónomos de lectura y relectura, con la finalidad de decodificarlo y encontrar las respuestas.

El aprendizaje deductivo fue una herramienta indispensable para la deducción y comprensión de los conceptos, dado que las y los estudiantes pudieron definir a través de la experimentación la ley de *Snell* en su forma conceptual. Esto quiere decir que observaron relaciones directas entre el ángulo de entrada, ángulo de salida y

el tipo de material; también, cómo las ondas se propagan por diferentes medios, su forma pictórica y la relación entre dos ondas sonoras cuando se encuentran (lo que constituye el principio de superposición destructiva). Además, la propuesta didáctica incentivó la participación colectiva y la organización, brindando a las y los estudiantes herramientas para resolver problemas de manera científica (histórica y lógica). Se cree que, al interiorizar estos conceptos, las preguntas relacionadas en la Prueba Saber 11 serían analizadas de una mejor manera; sin embargo, este trabajo no tiene la facultad de concluir que sea así, puesto que no se ejecutó la resolución de preguntas planteadas en la prueba.

La enseñanza de la física también se puede dar desde los barrios populares, pues las y los estudiantes pueden democratizar, problematizar y dialogar sobre las ciencias naturales, así mismo los procesos de educación popular dan herramientas a ellas y ellos para el acceso a la educación superior. Asimismo, este trabajo puede concluir que el entendimiento de los fenómenos naturales son también consecuencia del desarrollo social,

económico y político por el cual atraviesa una sociedad. Además, la creación, comprensión y aplicación de estos conceptos no se dan únicamente en la academia (donde se cree que no se puede realizar investigación sin esta) sino también desde los diálogos y saberes populares, que son valiosos para comprender el mundo capitalista en el cual vivimos y salir de esa caverna con sombras que representan una idea de mundo que no es.

También, es importante concluir que la o el educador popular debe propiciar la crítica y la reflexión de manera certera y clara cuando se realiza algún tipo de comentario despectivo; ella o él tienen el deber histórico de intervenir, corregir, analizar y concluir críticamente sobre cualquier comentario de odio sobre la clase oprimida.

Por último, respecto al espacio físico, el lugar donde se encuentra el tablero debe ser replanteado; también quién y quiénes lo usan, de manera que es importante no tener un único tablero sino varios, con los que las y los estudiantes puedan ejercer su derecho a plasmar y mostrar su conocimiento. La disposición de estos puede ser circular, ya que así todas y todos podrían ver y participar en las diferentes ideas de manera colectiva. Esta recomendación no desconoce las capacidades materiales y monetarias de las colectividades, se reconoce que la inversión monetaria es mínima en un proceso popular debido a que la gran mayoría de personas que trabajan allí también provienen de barrios y sectores populares, por lo que sus preocupaciones y obligaciones no solo recaen en la colectividad, sino que también en la manutención individual o familiar, sin olvidar que, en este sistema neoliberal la cantidad de horas dentro de un trabajo formal no se respeta o se realizan jornadas extremadamente largas, lo cual implica que el tiempo para realizar actividades fuera del trabajo formal sea prácticamente nulo. Por estas razones invertir tiempo para el crecimiento de un proceso o actividad dentro de una colectividad se hace revolucionario por el doble trabajo que deben realizar las y los integrantes de estas, pero además

se convierte en un proceso difícil y complejo de mantener.

6. Agradecimientos

Agradecemos a María Isabel Penagos y a Kenny Zapata por tomarse el tiempo de leer y realizar las respectivas retroalimentaciones para la publicación de este artículo; además, al proceso de educación popular llevado por las y los compañeros que conforman y llevan adelante el colectivo Sotavento Parche de Investigación y Educación Popular, por enseñarnos, por ayudarnos y por entendernos como sujetos diferentes con problemas individuales y situaciones complejas. La juntanza en los procesos populares nos enseñó que la utopía de un mundo mejor puede llevarse a cabo por medio de procesos de educación revolucionarios.

7. Referencias

- Alonso, M.; Finn, E. J. (1976). *Física: Volumen II: Campos y ondas*. Addison-Wesley Iberoamericana.
- Angura, M. T. (1995). *Metodología de la observación en las ciencias humanas*. Cátedra Teorema.
- Bachelard, G. (2007). *La formación del espíritu científico*. Siglo XXI.
- Barbosa, L. H., Mora-Ley, C. (2010). Los experimentos discrepantes como una herramienta pedagógica en el aprendizaje de la Física. *Revista Colombiana de Física*, 42(1), p. 5. <http://fisica.udea.edu.co/rcf/ojs/index.php/rcf/article/download/420103/38>
- Barbosa Lima, M. C. A., Catarino, G. F. (2022). Ciencia y Literatura: análisis de un poema de Gedeão para la Enseñanza de la Física a la luz de la interdisciplinariedad y la teoría bajtiniana. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 17(1), 14-29. <https://doi.org/10.14483/23464712.18244>.
- Castiblanco Abril, O. L., Nardi, R. (2014). *Didáctica da física*. Cultura Acadêmica.
- Dark [Byte] (Ed.). (2011). Criptografía – ROT13. *Darkbyteblog*. <https://darkbyteblog.wordpress.com/2011/06/15/criptografia-rot13/>

- Dávila Newmann, G. (2006). El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y sociales. *Laurus*, 2(1), 180-205. <https://www.redalyc.org/pdf/761/76109911.pdf>
- Díez, E. (2021). Gobernanza híbrida digital y Capitalismo EdTech: la crisis del COVID-19 como amenaza. *Foro de Educación*, 19(1), 105-133. <https://doi.org/10.14516/fde.860>
- Freire, P. *Pedagogía del oprimido*. Siglo XXI.
- Fondo de Previsión y Atención de Emergencias (Ed.). (2013). *Altos de la estancia*. https://issuu.com/fopae/docs/altos_de_la_estancia.
- Harvey, D. (2018). La dialéctica. *Territorios*, 39, 245-272. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-84182018000200245&lng=en&tlng=es
- Kanoussi, D., Ortega, C. (2011). Gramsci y Estado. En D. F. Ruccio (ed.). *Hegemonía, estado y sociedad civil en la globalización* (pp. 15-38). Plaza y Valdés, S. A.
- Piernagorda Peña, I. D., Ávila, A. V., Castiblanco, O. L. (2020). Construcción de lenguaje científico en niños de preescolar, en torno al concepto de luz. *Ciências Em Foco*, 13, e020017. <https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/cef/article/view/14755>
- Ricaurte, D. (2021). Sobre la enseñanza-aprendizaje desde una concepción marxista y leninista de la educación. *Revista Marxismo y Educación*, 2, 73-58. <https://revistamarxismoyeducacion.blogspot.com/2021/11/sobre-la-ensenanza-aprendizaje-desde.html>
- Serway, R. A., Jewett, J. W. (2006). *Física para ciencias e ingeniería*. Paraninfo.
- Sotavento (2019). *Caracterización Sotavento*. Archivos Internos.
- Suchodolsky, B. (1965). Evolución de los problemas pedagógicos en los escritos de Marx y Engels. En J. GRIJALBO (Ed.). *Teoría marxista de la educación* (pp. 4-5). Grijalbo.
- Zapata Gómez, K. (2023). *Educación y poder popular sistematización de experiencias del colectivo sotavento entre los años 2018 y 2021 en Ciudad Bolívar*. Universidad Santo Tomás.

