

Artículo de Investigación

Enfoque STEM y aprendizaje basado en proyectos para la enseñanza de la física en educación secundaria

STEM approach and project-based learning to teach physic in high school

Alejandra Fonseca-Factos¹*, Verónica Simbaña-Gallardo²

Universidad Indoamérica, Quito, Ecuador, 170136; vsimbana3@indoamerica.edu.ec

*Correspondencia: sonia.fonseca@educacion.gob.ec

Citación: Fonseca-Factos, A., & Simbaña-Gallardo, V., (2022). Enfoque STEM y aprendizaje basado en proyectos para la enseñanza de la física en educación secundaria. Novasinerгия. 5(2). 90-105. <https://doi.org/10.37135/ns.01.10.06>

Recibido: 29 octubre 2021

Aceptado: 07 junio 2022

Publicación: 05 julio 2022

Novasinerгия
ISSN: 2631-2654

Resumen: El objetivo de este trabajo fue analizar la implementación del enfoque educativo Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemática (Science, Technology, Engineering, and Mathematics, STEM) para la enseñanza de la Física mediante el aprendizaje basado en proyectos (ABP) en estudiantes de primero de bachillerato. La atención se fijó en el desarrollo del contenido disciplinar y de habilidades científicas planteadas en el Currículo Nacional. En el estudio participaron 197 estudiantes y 11 Docentes que imparten las asignaturas de Física y Matemática en una institución educativa rural de sostenimiento fiscal. La técnica de recolección de datos utilizada fue una encuesta y el instrumento cuestionario incluye ítems con escala Likert. Con los resultados evidenciaron el interés y la necesidad que existe en el ámbito educativo por la implementación de este enfoque. Los hallazgos ofrecen una visión general referente al conocimiento a STEM por parte de los docentes y del desarrollo de habilidades científicas en los estudiantes a través del ABP.

Palabras clave: Aprendizaje basado en proyectos, enseñanza de la física, habilidades científicas, STEM.

Abstract: The objective of this work was to analyze the implementation of the Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) educational approach for the teaching of Physics through project-based learning (PBL) in first-year high school students. Attention was focused on developing the disciplinary content and scientific skills proposed in the National Curriculum. The study involved 197 students and 11 teachers who teach Physics and Mathematics in a rural educational institution of fiscal support. The data collection technique used was a survey, and the questionnaire instrument included Likert scale items. The results showed the interest and need that exists in the educational field to implement this approach. The findings provide an overview of teachers' knowledge of STEM and the development of scientific skills in students through APB.

Keywords: Project-based learning, science skills, teaching physics, STEM.



Copyright: 2022 derechos otorgados por los autores a Novasinerгия.

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de una licencia de Creative Commons Attribution (CC BY NC). (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introducción

El sentido innovador dentro del ámbito educativo se enfoca en la capacidad de adaptación al contexto y la aplicación de estrategias, recursos o metodologías nuevas y novedosas que generen aportes en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En este caso el término innovación está relacionado a la implementación de una educación con actividades interdisciplinarias relacionadas con la Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemática que acompañadas de una adecuada planificación curricular y metodológica permiten mejorar el aprendizaje en las diferentes áreas de estudio. Tomando en cuenta que el enfoque STEM a través de la interdisciplinariedad y ABP pretende fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje y las disciplinas que conforma el acrónimo (Asinc-Benites & Ramos-Ramos, 2019).

Partiendo del hecho que la sociedad actual se enfrenta a cambios constantes y acelerados en aspectos relacionados con la ciencia y tecnología. Según Zamorano-Escalona, Cartagena-García & Reyes-González (2018), “este contexto conlleva, progresivamente, al desarrollo de un estilo de vida dinámico, conectado e instantáneo, con estilos de existencia, trabajos y desafíos que, probablemente, en el futuro serán muy distintos a los actuales”. Por ello, es necesario que el ámbito educativo y específicamente los modelos de enseñanza sean redefinidos de tal manera que fomenten el desarrollo de habilidades y competencias que permitan a los jóvenes adaptarse a las nuevas condiciones.

Una de las alternativas que se avizora para responder a las necesidades e inquietudes del estudiantado es la implementación del enfoque educativo STEM. De acuerdo a Pelejero (2018), se trata de “un enfoque pedagógico prometedor, que puede ayudar efectivamente a los estudiantes a alcanzar los objetivos en las disciplinas que están inmersas mientras que desarrollan al mismo tiempo habilidades del siglo XXI que los prepararán para liderar y asumir desafíos futuros”. Por su parte, Martín & Santaolalla (2020), considera que el enfoque STEM en la actualidad “es una necesidad educativa que favorece la participación activa de las personas en la sociedad, que posibilita el acceso al conocimiento, al aprendizaje y al desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo”. Al respecto, se puede mencionar que el enfoque educativo STEM integra las disciplinas que conforman el acrónimo y aprovecha los aportes que puedan ofrecer en la práctica educativa. Para ello, es necesario que exista una interrelación de las denominadas ciencias puras y la aplicación de teorías científicas mediante actividades didácticas aplicadas al contexto real (García, Reyes & Burgos, 2017).

El enfoque educativo STEM aplicado en el aula se enmarca dentro de las metodologías activas, siendo la más adecuada el ABP. Según Botella-Nicolás & Ramos-Ramos (2019), “a diferencia de la metodología clásica, el ABP parte de una pregunta concreta a la que el alumnado trata de dar respuesta mediante la construcción de un proyecto”. Al respecto, Domènech-Casal, Lope & Mora. (2019) refiere que dentro del ABP se incluyen 4 categorías que tienen relación “el propósito que los anima, y que se podría resumir en: elaborar un producto, resolver un problema, disfrutar de una experiencia estética y obtener un conocimiento.”. De acuerdo con lo citado, se puede mencionar que el ABP ha sido considerado como una metodología privilegiada para alcanzar los objetivos STEM, es decir, STEM se apoya en la metodología activa ABP. Con la peculiaridad de que la solución del

problema, pregunta orientadora o reto planteado suele ser un objeto tecnológico (un dispositivo, un programa, entre otros) (Sánchez-Ludeña, 2019). De modo que permita a los docentes adquirir habilidades sociales y científicas.

Por otro lado, la enseñanza de la Física y la ciencia en general presentan importantes desafíos, como refiere Saravia-Vásquez (2013), “los avances continuos mueven la frontera del conocimiento de manera tal que resulta imposible pensar en cubrir todos los temas”. Del mismo modo, García-Olmo (2017) considera que otro desafío al que se enfrenta la enseñanza de la Física “es la falta de motivación: si el alumno no está interesado en aprender, difícilmente va a conseguir un aprendizaje significativo”. En este sentido, desde la experiencia de la autora existen también otros factores como el temor que existe hacia la asignatura dada su naturaleza abstracta y de cierto modo, el grado de dificultad con la que es considerada por una gran parte del alumnado.

Con esta perspectiva, a nivel mundial muchos países han implementado este enfoque educativo como política de estado desde la primaria hasta la educación superior. Con el propósito de mejorar la calidad educativa y desde las aulas impulsar la evolución de la Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) que es un indicador de la capacidad de crecimiento y producción de un país. Es así, que se han encontrado diferentes estudios relacionados con el enfoque educativo STEM, mayoritariamente en Europa y de acuerdo a Yépez-Miranda (2020), un 45% de proyectos se desarrollaron en América. En ellos se destaca el desarrollo de “habilidades y destrezas necesarias para que los estudiantes puedan competir en un mundo cada vez más exigente, que sepa trabajar en equipo y fortalezca las disciplinas STEM desde el campo de estudio” (Yépez- Miranda, 2020).

En el contexto ecuatoriano, el modelo de educación STEM no ha sido adoptado como una política de estado, sino que se ha ido implementando progresivamente por organizaciones enfocadas en la innovación educativa. Las mismas que centran su actividad en ofrecer concursos, talleres, cursos y charlas con la finalidad de difundir las experiencias obtenidas desde su propia interpretación del enfoque. Aportando de esta manera con el mejoramiento de la calidad educativa a nivel nacional. En este orden, el Ministerio de Educación en alianzas con otras instituciones privadas inician en el 2017 a propiciar espacios como talleres o cursos online para tratar el tema relacionado a la educación STEM, sin embargo, hasta la actualidad no se ha evidenciado un progreso para la aplicación en las aulas. Debido a esto, los trabajos de investigación dentro del contexto ecuatoriano son pocos con referencia a este tema o su aplicación en la enseñanza de la Física, por lo que constituye un ámbito con grandes oportunidades investigativas para evidenciar y demostrar los aportes del enfoque STEM en el desarrollo de competencias en las áreas científicas y matemáticas a través de la integración de herramientas tecnológicas y conceptos relacionados con la ingeniería.

Por lo expuesto, el problema que se aborda guarda relación con el escaso conocimiento o limitada aplicación que existe dentro del contexto educativo local por parte de los docentes en referencia a enfoques educativos innovadores como STEM para la enseñanza de la Física. En consecuencia, la importancia de analizar la implementación de este enfoque educativo radica en la necesidad de cambiar los esquemas mentales actuales y fomentar la integración del ser humano a la sociedad del conocimiento, empezando desde las aulas de clase, siendo

conscientes que: Al ser la educación un fenómeno altamente cultural y contextual, se requiere que cada docente pueda adaptar a su estilo propio, a las necesidades de su alumnado y a las demandas de su entorno aquellos principios e ideas avalados desde la investigación (Couso, Jiménez-Liso, Refojo & Sacristán., 2020). De acuerdo con lo citado, se puede mencionar que los docentes y estudiantes están obligados a desarrollar habilidades y competencias necesarias para innovar y adaptarse a las nuevas condiciones. Al respecto, se puede mencionar que es ese precisamente el principal desafío de esta investigación, pues al requerirse de la experiencia y habilidades del profesorado no siempre se tiene la predisposición. Considerando que gran mayoría de docentes vienen de un modelo tradicional que aún persiste, se sienten desmotivados o incluso la limitación que a veces se tiene al tener un currículo fragmentado.

En relación con lo anterior, el problema planteado se fundamenta sobre las siguientes interrogantes:

1. ¿Qué habilidades adquieren los estudiantes al estudiar la asignatura de física mediante el aprendizaje basado en proyectos?
2. ¿Qué conocen los docentes sobre el enfoque educativo STEM para el fortalecimiento de la enseñanza de la Física?

En el presente artículo se muestran las respuestas a estas interrogantes, las cuales reflejan el conocimiento que tienen los docentes de Física y Matemática acerca de este enfoque innovador y las habilidades científicas que desarrolla el estudiantado al revisar los contenidos de Física mediante la metodología activa ABP. Con ello, se pretende alcanzar el objetivo del estudio, como es el analizar la implementación del enfoque educativo STEM en la enseñanza de la Física a través del ABP.

2. Metodología

Este estudio está basado en un enfoque cuantitativo que guarda concordancia con los objetivos planteados. En este caso la recolección de datos fue numérica a través de la técnica encuesta e instrumento cuestionario. Además, la información obtenida se cuantifica para su correspondiente análisis a través de procesos o gráficos estadísticos con la finalidad de obtener conclusiones. Las etapas desarrolladas se describen de manera secuencia en la figura 1.

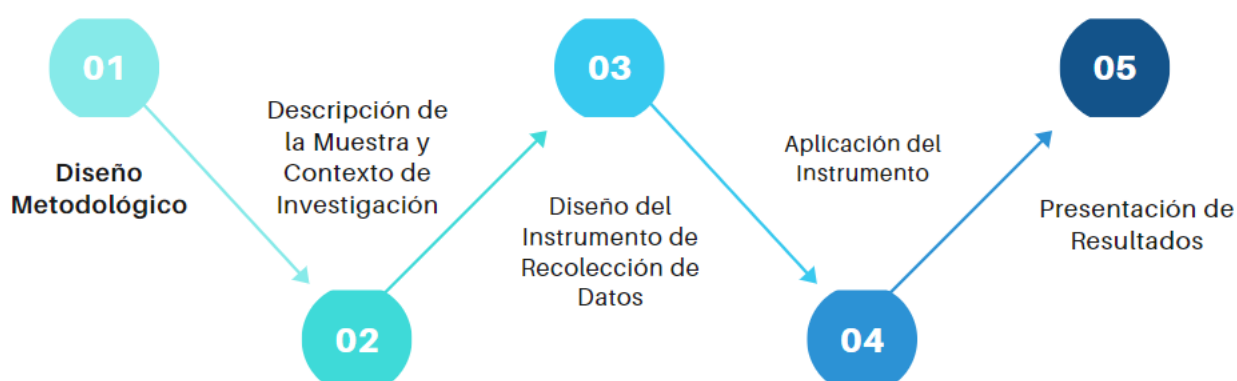


Figura 1: Etapas de la investigación.

a. *Descripción de la muestra y contexto de investigación*

La investigación se desarrolla dentro del contexto del Estado ecuatoriano, bajo la normativa de la Constitución y del Ministerio de educación. Específicamente en una Institución Educativa de sostenimiento fiscal y régimen sierra, que atiende a una población educativa de niños, niñas y adolescentes del sector, caracterizado por la ubicación estratégica que facilita la movilidad y por el desarrollo agrícola-ganadero, con presencia de grandes industrias a su alrededor.

La Institución Educativa está conformada en la actualidad por 1676 estudiantes y 80 docentes calificados en las diferentes áreas del conocimiento, los mismos que están organizados en dos secciones: Matutina y Vespertina. Actualmente, dentro de su oferta educativa, cuenta con Nivel Inicial, Preparatoria, Educación General Básica, Bachillerato General Unificado en Ciencias y Bachilleratos Técnicos con sus correspondientes especializaciones: Instalaciones, Equipos y Máquinas Eléctricas; Contabilidad; Electromecánica Automotriz; Mecanizado y Construcciones Metálicas. Además, en sus instalaciones funciona la oferta extraordinaria correspondiente a la Campaña Todos ABC Monseñor Leónidas Proaño dirigido a jóvenes y adultos con escolaridad inconclusa.

Para efectos del presente estudio se ha considerado una población de 256 individuos conformada por estudiantes de primer año de bachillerato que asisten en el horario vespertino y docentes que imparten las asignaturas de Física y Matemática. El detalle de los participantes se presenta en la tabla 1.

Tabla 1: Población.

UNIDADES DE OBSERVACIÓN	No.	PORCENTAJE
Docentes	11	4.30
Ciencias A	35	13.67
Ciencias B	35	13.67
Electromecánica Automotriz A	35	13.67
Estudiantes de primer año de bachillerato.	35	13.67
Electromecánica Automotriz B	35	13.67
Mecanizado y Construcciones Metálicas	35	13.67
Instalaciones Eléctricas	35	13.67
Contabilidad	35	13.67
TOTAL	256	100.00

Para determinar el tamaño de la muestra de los 256 estudiantes se considera la fórmula citada en Fernández & Oliveres (2004) con una población finita (Ecuación (1)).

$$n = \frac{N \cdot Z_{\frac{\alpha}{2}}^2 \cdot p \cdot q}{d^2(N - 1) + Z_{\frac{\alpha}{2}}^2 \cdot p \cdot q} \quad (1)$$

En donde:

N: corresponde al total de la población (254).

$Z_{\frac{\alpha}{2}}$: es 1,96 si el nivel de confianza es del 95%.

d: margen de error en este caso el 5%.

q: probabilidad de fracaso 50%.

p: probabilidad de éxito 50%.

Reemplazando estos valores en la ecuación 1 se tiene:

$$n = \frac{256 \cdot (1,96)^2 \cdot (0,50)(0,50)}{(0,05)^2(256 - 1) + (1,96)^2(0,50)(0,50)}$$

$$n = 153,8 \approx 154$$

El tamaño de la muestra mínima calculado corresponde a 154 estudiantes. Sin embargo, este número fue superado en 47 participantes que proporcionaron datos válidos al responder la encuesta, por lo que se completaron 197 encuestas en total. Al tener un mayor tamaño de muestra se reduce el margen de error y se incrementa el nivel de confianza de los datos recabados, el detalle de los participantes se muestra en la tabla 2.

Tabla 2: Detalle de participantes en la encuesta.

UNIDADES DE OBSERVACIÓN	No.	PORCENTAJE	
Docentes	Mujeres	4	1,92
	Hombres	7	3,37
Estudiantes de primer año de bachillerato.	Mujeres	90	43,27
	Hombres	107	51,44
TOTAL		208	100,00

Si la cantidad de participantes de la encuesta fuese inferior al tamaño mínimo de la muestra calculada no se tendría los datos suficientes para realizar un análisis óptimo, por lo que el margen de error se incrementa y el nivel de confianza disminuye.

b. *Diseño del instrumento de recolección de datos*

Para la recolección de los datos se aplicaron dos encuestas dirigidas a estudiantes y docentes, cada instrumento cuestionario incluyó diez (10) ítems, los mismos que fueron construidos con base en una Matriz de Operacionalización de Variables para garantizar una medición válida y confiable de las variables de estudio (Zepeda-del Valle & Pesci-Gaitán, 2018). Además, se consideró una escala de Likert que consiste “en un grupo de ítems (tres, cinco o siete) o categorías de escala, presentados a través de afirmaciones, a los cuáles se solicita la reacción de un grupo determinado” (Hernández-Sampieri & Mendoza-Torres, 2018). La ponderación o puntaje que se asigna de acuerdo con la afirmación es: (4) Siempre, (3) Casi Siempre, (2) A veces y (1) Nunca. Bajo estas especificaciones se estructuran los cuestionarios de estudiantes y docentes que se presentan en las figuras 2 y 3, respectivamente.

El cuestionario dirigido a docentes incluyó preguntas referentes a los aspectos generales del Enfoque Educativo STEM, tales como: clasificación, integración de disciplinas, objetivos, metodologías y roles docente/estudiante. Mientras que el cuestionario de estudiantes fue centrado en las habilidades científicas contempladas en el Currículo Nacional para Física, en donde se hace referencia al fortalecimiento de la “capacidad de preguntar y predecir, de planificar y conducir una investigación y/o experimentación, procesar y analizar datos, evaluar, concluir y finalmente comunicar los resultados obtenidos” (Ministerio de Educación Ecuador, 2016).

ENCUESTA DIRIGIDA A ESTUDIANTES

OBJETIVO: El presente instrumento tiene como objetivo analizar el enfoque educativo STEM para la enseñanza de la física mediante el aprendizaje basado en proyectos en estudiantes de primer año de bachillerato.

INSTRUCCIONES:

A continuación, usted encontrará una serie de preguntas relacionadas a las habilidades desarrolladas a partir del estudio de la física. No hay respuestas correctas o incorrectas

Leer detenidamente cada pregunta y responda marcando con una (X) la opción que más se acerque a su criterio.

ÍTEMES GENERALES

1. Marque el paralelo:

Ciencias A Electromecánica Automotriz Instalaciones Eléctricas
 Ciencias B Mecanizado Contabilidad

2. Edad:

14 años 15 años 16 años
 17 años Más de 17 años

3. Género:

Masculino Femenino Otro

ÍTEMES ESPECÍFICOS

	Siempre	Casi Siempre	A veces	Nunca
1. ¿Suele exteriorizar su curiosidad a través de la observación del entorno y plantear preguntas?				
2. Cuando usted identifica un problema en su entorno, ¿suele recurrir a fuentes confiables de consulta para extraer información sobre el tema?				
3. ¿En el aprendizaje de la física ha utilizado simuladores virtuales?				
4. ¿En el aprendizaje de la física ha desarrollado prácticas de laboratorio?				
5. ¿Maneja con solvencia conocimientos y procesos matemáticos para la caracterización e interpretación de situaciones planteadas en el aprendizaje de la física?				
6. ¿Interpreta con facilidad tablas o gráficos para comprender de mejor manera una situación o resultado?				
7. ¿Interpreta con facilidad los resultados obtenidos de un experimento o problema planteado?				
8. ¿El aprendizaje de la física aplica en resolver problemas de la vida diaria?				
9. ¿Se considera hábil en la utilización de herramientas tecnológicas para la organización de información?				
10. ¿Se expresa con facilidad frente a una audiencia y comunica de forma eficaz los resultados de un proyecto o investigación realizada?				

Gracias por su información.

*“Lo maravilloso de aprender algo, es que nadie puede arrebatárnoslo”.
B.B King*

Figura 2: Modelo de encuesta dirigida a estudiantes.

ENCUESTA DIRIGIDA A DOCENTES

OBJETIVO: El presente instrumento tiene como objetivo analizar el enfoque educativo STEM para la enseñanza de la física mediante el aprendizaje basado en proyectos en estudiantes de primer año de bachillerato.

INSTRUCCIONES:

Leer detenidamente cada pregunta y responda marcando con una (X) la opción que más se acerque a su criterio.

ÍTEMES GENERALES

1. Rango de edad:

25-35 36-45 46-55 Mayor a 55

2. Sexo:

Masculino Femenino

3. Grado académico de mayor rango que haya obtenido:

Bachillerato Tecnología Licenciatura
 Ingeniería Maestría Doctorado

4. Años de experiencia profesional:

1-5 5-10 10-15 15-25 Más de 25

ÍTEMES ESPECÍFICOS

	Siempre	Casi Siempre	A veces	Nunca
1. ¿El enfoque educativo ciencia, ingeniería, tecnología y matemática (STEM) está presente en su planificación?				
2. ¿Piensa que al integrar aspectos de ingeniería (planificación, diseño y creación) en la enseñanza de la física permitirá al estudiantado llegar a un proceso práctico de aprendizaje?				
3. ¿Considera que el uso de las nuevas tecnologías para la enseñanza de la asignatura de física mejorará la comprensión y motivación por parte del estudiantado?				
4. ¿Cree que al establecer proyectos interdisciplinarios permitirá integrar contenidos y experiencias de aprendizaje en el aula?				
5. ¿Considera que el estudiantado en su mayoría ha desarrollado la innovación, la comunicación y colaboración, el pensamiento crítico y resolución de problemas?				
6. ¿Motiva la investigación y proporciona orientaciones referentes a fuentes de consulta confiables?				
7. ¿Considera que el estudiantado desarrolla el pensamiento creativo en la elaboración y ejecución de proyectos?				
8. ¿Considera que el estudiantado está capacitado para resolver alguna problemática de la vida real?				
9. ¿Al aplicar la metodología de aprendizaje cooperativo, forma grupos de trabajo por afinidad?				
10. ¿Actualmente considera que los estudiantes participan de forma activa en el aprendizaje de la física?				

Figura 3: Modelo de encuestas dirigidas a docentes.

Una vez diseñados los instrumentos de recolección de datos, se torna necesario analizar la legibilidad del texto con la intención de garantizar una adecuada lectura y comprensión de las preguntas. En este sentido, se ha utilizado la herramienta online legible.es, basada en modelos y fórmulas con sustento científico, para determinar el grado de dificultad de comprensión lectora. Obteniéndose índices en los dos cuestionarios que reflejan que la comprensibilidad es normal y que el texto puede ser entendido fácilmente por individuos de edades comprendidas entre 14 y 17 años, rango de edad de los participantes.

La validez de los instrumentos se estableció a través de Juicio de Expertos, para este efecto se contó con el apoyo de una Asesora del Ministerio de Educación y un docente investigador relacionado con innovación educativa. La valoración del cuestionario fue de forma cualitativa mediante un formato diseñado para el efecto, el mismo que considera los siguientes criterios de validación generales: a) El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para su llenado, b) La escala propuesta para medición es clara y pertinente, c) Los

ítems permiten el logro de los objetivos de investigación, d) Los ítems están distribuidos en forma lógica y secuencial, y; e) Si el número de ítems es suficiente para la investigación.; mientras que, los criterios de validación específicos fueron: a) Claridad en la redacción, b) Presenta coherencia interna, c) Libre de inducción a respuestas, d) Lenguaje culturalmente pertinente, e) Mide la variable de estudio y; f) Si se recomendaba eliminar o modificar el ítem.

Con referencia a la confiabilidad se ejecutó una encuesta piloto con la participación de quince (15) estudiantes y cuatro (4) docentes con la finalidad de obtener el Alfa de Cronbach. Según el cálculo en el software estadístico SPSS el resultado de fiabilidad para el cuestionario de estudiantes es 0,879 y para el cuestionario de docentes es 0,908, valores que se mantienen dentro de los parámetros óptimos (de 0,80 a 0,90) y garantizan la aplicación del instrumento.

c. *Aplicación del instrumento*

Con la autorización de la máxima autoridad de la institución educativa se procede a aplicar la encuesta dirigida a estudiantes de primer año de bachillerato y docentes de las asignaturas de física y matemática a través de un formulario configurado en Google Forms.

Al tener todos los datos recopilados se hizo una revisión general con la finalidad de organizar y verificar que no se tenga datos erróneos o vacíos. Posteriormente, utilizando IBM SPSS y Excel, se realizó un análisis de frecuencias y porcentajes por cada ítem, el mismo que se presenta en formato de cuadros y gráficas.

3. **Resultados**

a. *Habilidades Científicas*

Los ítems generales permiten conocer que en la investigación participaron 197 estudiantes, distribuidos en siete paralelos, de ellos el 16,4% pertenecen al bachillerato en ciencias y el 83,6% a especialidades técnicas. La edad de los participantes oscila entre los 14 y 17 años, con una participación del 1% de estudiantes de 14 años y un 75,6 % de estudiantes de 15 años, por lo que la media corresponde a 15,32. Con referencia a los diez ítems específicos referentes a las habilidades científicas desarrolladas al estudiar Física mediante el ABP se obtuvieron los resultados que se resumen en la figura 4. Los cuales advierten que:

1. El 53,3 % de estudiantes señala que a veces exteriorizan la curiosidad a través de la formulación de preguntas que surgen de la observación del entorno.
2. El 37,1 % de estudiantes señala que a veces recurre a fuentes confiables de consulta para extraer información relacionada con un problema identificado y el 8,1 % respondieron este ítem con la categoría nunca de la escala.
3. El 41,1 % de estudiantes señala que a veces ha utilizado simuladores virtuales, el 20,8 % casi siempre, el 13,2 % siempre y el 24,9 % nunca.
4. El 51,3 % de estudiantes señalan que nunca han desarrollado prácticas de laboratorio en la asignatura de Física.

5. El 47,7 % señala que a veces maneja con solvencia conocimientos y procesos matemáticos para la caracterización e interpretación de situaciones planteadas en el aprendizaje de la Física.
6. El 39,6 % de estudiantes señala que casi siempre interpreta con facilidad tablas o gráficos para comprender de mejor manera una situación o resultado.
7. El 38,6 % responde que casi siempre interpreta con facilidad los resultados obtenidos de un experimento o problema planteado.
8. El 38,6 % indica que solamente a veces aplica el aprendizaje de la Física para resolver problemas de la vida diaria.
9. El 30,5 % de estudiantes responde que siempre se considera hábil en la utilización de herramientas tecnológicas para la organización de información.
10. El 43,1 % de los estudiantes indican que solamente a veces se expresan con facilidad frente a una audiencia y comunica de forma eficaz los resultados de un proyecto o investigación.

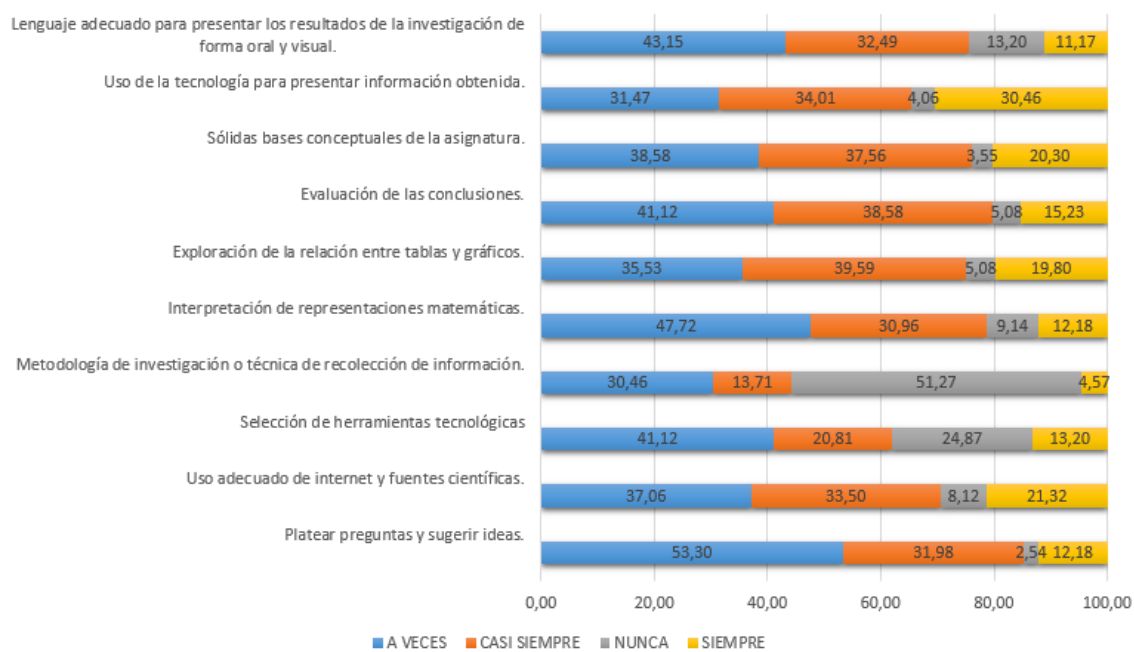


Figura 4: Resultado del cuestionario referente a habilidades científicas.

b. *Conocimientos referentes al Enfoque Educativo STEM*

En la investigación participaron 11 docentes que imparten las asignaturas de Física y Matemática, con edades que comprenden entre los 25 a 55 años. Teniendo una mayor participación de docentes de 46 a 55 años, puesto que representan el 54,5 %. Con referencia al grado académico de mayor rango, se puede mencionar que 6 docentes tienen un título de tercer nivel relacionado al ámbito educativo, específicamente licenciatura. Mientras que 2 docentes tienen una ingeniería y 3 docentes cuentan con un título de cuarto nivel.

Los ítems específicos permitieron obtener los resultados presentados en la figura 5, los cuales están relacionados con el nivel de conocimiento que tiene los docentes sobre el enfoque educativo STEM.

1. El 45,5 % de docentes afirman que casi siempre el enfoque educativo STEM está presente en sus planificaciones.
2. El 54,5 % señala que casi siempre el integrar aspectos de ingeniería (planificación, diseño y creación) en la enseñanza de la Física permite al estudiantado llegar a un proceso práctico de aprendizaje.
3. El 81,8 % de docentes señala que siempre el uso de las nuevas tecnologías para la enseñanza de la asignatura de Física mejorará la comprensión y motivación por parte del estudiantado.
4. El 72,7 % de docentes cree que siempre al establecer proyectos interdisciplinarios permitirá integrar contenidos y experiencias de aprendizaje en el aula.
5. El 54,5 % de docentes considera que solamente a veces el estudiantado ha desarrollado la innovación, la comunicación y colaboración, el pensamiento crítico y resolución de problemas.
6. El 54,5 % de docentes encuestados indica que casi siempre motiva la investigación y proporciona orientaciones referentes a fuentes de consulta confiables.
7. El 63,6 % de docentes considera que casi siempre el estudiantado desarrolla el pensamiento creativo en la elaboración y ejecución de proyectos.
8. El 54,5 % de los docentes encuestados considera que a través de las actividades que propone casi siempre el estudiantado está capacitado para resolver alguna problemática de la vida real.
9. El 54,5 % de docentes señala que casi siempre forma grupos de trabajo por afinidad al aplicar la metodología de aprendizaje cooperativo.
10. El 63,6 % considera que actualmente casi siempre el estudiantado participa de forma activa en el aprendizaje de la Física.

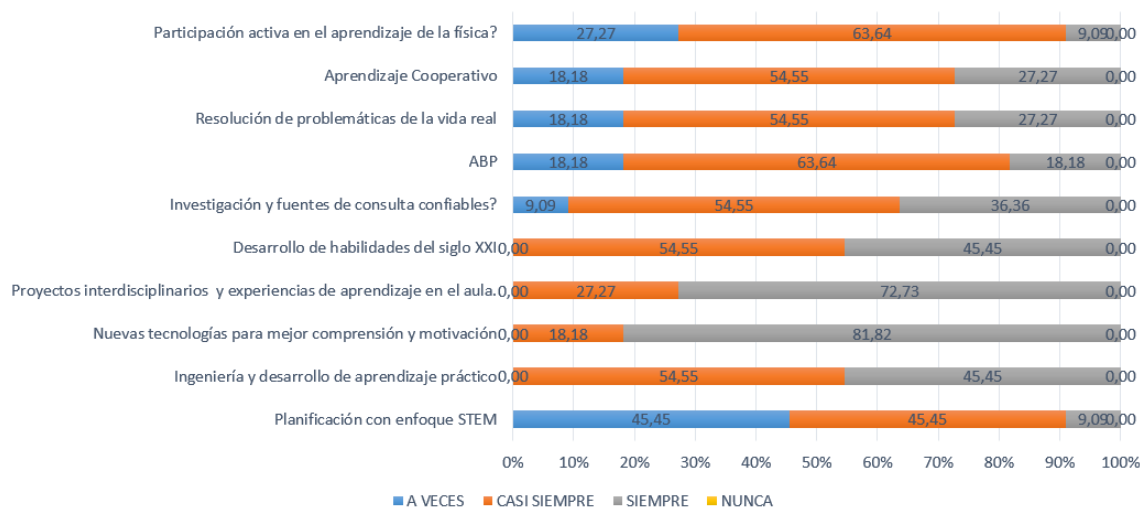


Figura 5: Resultado del cuestionario referente a conocimiento enfoque educativo STEM.

c. *Triangulación de resultados*

Una vez realizada la sistematización de los resultados obtenidos a través de los dos instrumentos aplicados, se realiza una comparación y contraste denominada Triangulación de resultados. A través de esta técnica, se puede determinar concordancia y discrepancia de las fuentes de datos con la intención de validar los resultados y para establecer conclusiones. Es así como para este estudio la triangulación se consideran aspectos que caracterizan al enfoque educativos STEM y que se relacionan con las habilidades científicas, tales como: la experimentación a través del desarrollo de actividades prácticas, investigación, habilidades del siglo XXI, Aprendizaje Basado en proyectos como metodología privilegiada para la implementación de este enfoque y la tecnología. Los resultados se detallan a continuación en la tabla 3.

Tabla 3: Triangulación analítica de resultados.

ASPECTO	DOCENTES	ESTUDIANTES	OBSERVACIÓN
Actividades prácticas	Los docentes en su mayoría consideran que casi siempre el integrar aspectos de ingeniería (planificación, diseño y creación) en la enseñanza de la Física permite al estudiantado llegar a un proceso práctico de aprendizaje. 54,5%	Un gran porcentaje de estudiantes refieren que a veces durante el aprendizaje de la Física han utilizado simuladores virtuales. 41,12% Más de la mitad responde que en el aprendizaje de la Física nunca han desarrollado prácticas de laboratorio. 51,3%	DISCREPANCIA
Investigación	Casi siempre durante las clases motivan la investigación y proporcionan orientaciones referentes a fuentes confiables. 54,5%	Los estudiantes señalan que recurren a fuentes confiables de consulta para extraer información relacionada con un problema identificado. 37,1%	DISCREPANCIA
Habilidades del Siglo XXI	A veces se evidencia que el estudiantado desarrolla la innovación, la comunicación y colaboración, el pensamiento crítico y resolución de problemas. 54,5%	Solamente a veces se expresan con facilidad frente a una audiencia y comunica de forma eficaz los resultados de un proyecto o investigación. 43,1%	DISCREPANCIA
Aprendizaje Basado en Proyectos	Los docentes consideran que casi siempre el estudiantado desarrolla el pensamiento creativo en la elaboración y ejecución de proyectos. 63,6%	La mayoría indica que el aprendizaje de la Física es aplicable para resolver problemas de la vida real a través de proyectos. 57,9%	CONCORDANCIA
Tecnología	Siempre el uso de las nuevas tecnologías para la enseñanza de la asignatura de Física mejorará la comprensión y motivación por parte del estudiantado. 81,8%	Se consideran hábiles en la utilización de herramientas tecnológicas para la organización de información. 65,5%	CONCORDANCIA

4. **Discusión**

Al comparar los resultados obtenidos a través de la triangulación se puede apreciar que existe una discrepancia en el aspecto de "Actividades Prácticas", puesto que al analizar las variables evaluadas se tiene que los docentes conocen la necesidad de la experimentación en el estudio de la Física y por ende, el aspecto práctico existente en el enfoque STEM, sin embargo los estudiantes reflejan limitaciones en las habilidades de planificación y conducción de una investigación debido a que la gran mayoría nunca han desarrollado una

práctica de laboratorio o simulación virtual. Este hallazgo sugiere que en la institución la enseñanza de la asignatura que se ha mencionado continúa abordándose principalmente por la discusión, la resolución de problemas propuestos y las clases magistrales, teniendo una coincidencia con resultados obtenidos en otros trabajos como el desarrollado por (Ferreira & Rodríguez, 2011).

El segundo aspecto comparado es la “Investigación”, en donde se evidencia que un 54,5% de docentes menciona que durante las clases motivan la investigación y proporcionan orientaciones referentes a fuentes confiables de información, demostrando que tiene claro su rol como docente/facilitador en los procesos de enseñanza actuales y que constituye un criterio fundamental en el enfoque STEM. En cambio, un reducido porcentaje (37,1%) de estudiantes recurren a fuentes confiables de consulta para extraer información relacionada con un problema identificado, por lo que existe una debilidad en el desarrollo de la habilidad de preguntar y predecir al no estar haciendo uso adecuado del internet y fuentes científicas. En consecuencia, existe un escaso conocimiento sobre fundamentos de metodología de investigación o técnica de recolección de información por parte de los estudiantes, por lo que constituye otro aspecto en donde se tiene una discrepancia que puede ser atendida a través de la aplicación de STEM

Con referencia a las “Habilidades del Siglo XXI”, se puede mencionar que un 54,5 % de docentes refiere que el estudiantado ha desarrollado habilidades referentes a la innovación, la comunicación y colaboración, el pensamiento crítico y resolución de problemas, sugiriendo que durante sus clases aplican el ABP y que las actividades que propone incluyen de forma transversal el desarrollo de habilidades del siglo XXI que es uno de los objetivos del enfoque STEM. Afirmación que se contrapone al criterio sugerido por el estudiantado, pues el 43, 1% se expresan con facilidad frente a una audiencia y comunica de forma eficaz los resultados de un proyecto o investigación. La discrepancia detectada en este aspecto denota que la habilidad científica relacionada con la comunicación no está siendo desarrollada en su totalidad por el alumnado, lo que significa que se debe replantear las actividades para hacerlas emocionalmente significativas e intelectualmente desafiantes de acuerdo a la conclusión alcanzada por Pinto (2019), de tal manera que motive al alumnado por el aprendizaje.

El aspecto relacionado con el “Aprendizaje basado en Proyectos” registra una concordancia entre la información obtenida de los dos sectores de encuestados. El 63,6 % de docentes consideran que el estudiantado desarrolla el pensamiento creativo en la elaboración y ejecución de proyectos. Mientras que el 57, 9 % de estudiantes refiere que el aprendizaje de la Física es aplicable para resolver problemas de la vida real a través de proyectos. Cabe señalar que el ABP es una metodología activa que puede ser implementada en conjunto con el enfoque STEM y que en la enseñanza de la física permite del desarrollo de habilidades evaluar situaciones/resultados y generar conclusiones. Estas afirmaciones se ven contrastadas con los resultados obtenidos por Higuera, Guzman & Ángel (2019) al mencionar que los estudiantes al elaborar cada uno de los proyectos planteados se convierten en grandes investigadores, además de motivarlos a realizar diferentes instrumentos para demostrar otros fenómenos físicos, dando como resultado un conocimiento más duradero y sólido.

Finalmente, el aspecto relacionado con la “Tecnología” evidencia una concordancia. El 81,8% de docentes considera que el uso de las nuevas tecnologías para la enseñanza de la asignatura de Física mejorará la comprensión y motivación por parte del estudiantado. Por su parte un 65,5% de estudiantes se consideran hábiles en la utilización de herramientas tecnológicas para la organización de información. Esta concordancia se debe a que desde hace algunos años atrás se incluye el uso de herramientas tecnológicas como apoyo y medio de motivación en el proceso de enseñanza aprendizaje. Por lo que de cierto modo y debido a los avances tecnológicos docentes y estudiantes se han visto en la necesidad de al menos adquirir la habilidad científica de comunicación al hacer uso de la tecnología para presentar información. El reto que se plantea a través de STEM es que los estudiantes pasen de consumidores de tecnología a ser creadores de la misma, situación que se puede verificar con mayor amplitud al momento de implementar actividades ABP con enfoque STEM en el aula.

5. Conclusiones

Los resultados obtenidos en la investigación ofrecen una visión general referente al conocimiento del enfoque educativo STEM para la enseñanza de la Física a través del ABP. Así como también, sobre las habilidades científicas que se desarrollan durante el estudio de esta ciencia y que están apegadas al perfil de salida del bachiller ecuatoriano. Al contrastar los datos se originan algunas concordancias y discrepancias que requieren una profunda reflexión docente para lograr articular en el proceso educativo diferentes alternativas de ambientes y situaciones de aprendizaje que impacten de manera significativa al alumnado.

En este sentido se puede afirmar, de acuerdo con la información recabada, que los docentes de cierta manera aplican algunos aspectos evaluados relacionados con STEM. Del mismo modo, aquellos criterios en donde se encontró discrepancia pueden ser reforzados a través de ABP con STEM, puesto que los docentes evidencian poseer nociones o al menos conocen los aportes que las actividades prácticas, la investigación y el desarrollo de habilidades del siglo XXI tienen en el desarrollo integral de los discentes. Así mismo, a partir de los resultados se denota las necesidades actuales del alumnado dentro del proceso educativo para el desarrollo de habilidades que les permita enfrentar los retos futuros relacionados con la Cuarta Revolución industrial y aprovechar las oportunidades.

También se evidenció que los docentes continúan aplicando estrategias tradicionales que limitan el desarrollo de las habilidades planteadas en el currículo para la asignatura de Física. Lo que implica que hay un área de oportunidad en relación con la implementación del enfoque educativo STEM para la enseñanza de la Física para favorecer las competencias cognitivas de los estudiantes.

Como una forma de contribuir a la implementación del enfoque educativo STEM para la enseñanza de la Física a través del aprendizaje basado en proyectos se recomienda elaboración de una guía metodológica. Documento que servirá de apoyo para los docentes en la implementación este enfoque en el aula para mejorar e innovar la práctica docente,

específicamente en la enseñanza de la Física que muchas veces ha sido dejada de lado en estos procesos innovadores debidos a su naturaleza.

Para trabajos futuros se debe considerar realizar pruebas piloto de implementación del enfoque educativo STEM en la enseñanza de la Física con la finalidad de analizar los aportes dentro de un contexto real de aprendizaje.

Contribución de los Autores

En concordancia con la taxonomía establecida internacionalmente para la asignación de créditos a autores de artículos científicos (<https://casrai.org/credit/>). Los autores declaran sus contribuciones en la siguiente matriz:

	Fonseca, A	Simbaña, V
Conceptualización	■	■
Análisis formal	■	□
Investigación	■	□
Metodología	■	■
Recursos	■	□
Validación	■	■
Redacción-revisión y edición	■	■

Conflicto de Interés

Los autores declaran que no existen conflictos de interés de ninguna naturaleza con la presente investigación.

Referencias

- Asinc-Benites, E., & Alvarado-Barzallo, S. (2019). Steam como enfoque interdisciplinario e inclusivo para desarrollar las potencialidades y competencias actuales. *Identidad Bolivariana*, 1–12. Recuperado de: <https://identidadbolivariana.itb.edu.ec/index.php/identidadbolivariana/article/view/59>
- Botella-Nicolás, A. M., & Ramos-Ramos, P. (2019). Investigación-acción y aprendizaje basado en proyectos. Una revisión bibliográfica. *Perfiles Educativos*, 41(163), 127–141. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-26982019000100127&script=sci_arttext
- Couso, D., Jiménez-Liso, M. R., Refojo, C., & Sacristán, J. A. (2020). *Enseñando ciencia con ciencia*. Penguin Random House Grupo Editorial. Recuperado de: <https://www.fecyt.es/es/publicacion/ensenando-ciencia-con-ciencia>
- Domènech-Casal, J., Lope, S., & Mora, L. (2019). Qué proyectos STEM diseña y qué

dificultades expresa el profesorado de secundaria sobre Aprendizaje Basado en Proyectos. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 16(2). <https://doi.org/10.25267/RevEurekaensendivulgcienc.2019.v16.i2.2203>

Fernández, C., & Oliveres, À. (2004). Cálculo de la muestra. ¿Cómo y por qué? *GH CONTINUADA*, 3 (3), 5. Recuperado de: <http://aeeh.es/wp-content/uploads/2012/05/v3n3a192pdf001.pdf>

Ferreira, J., & Rodríguez, R. (2011). Efectividad de las actividades experimentales demostrativas como estrategia de enseñanza para la comprensión conceptual de la tercera ley de Newton en los estudiantes de fundamentos de Física del IPC. *Revista de Investigación*, 35(73), 61–84. Recuperado de: http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1010-29142011000200005&script=sci_arttext

García-Olmo, Á. (2017). *Propuestas Didácticas para La Asignatura “Física y Química” a través del deporte* (Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de Máster en formación del Profesorado de Educación Secundaria), Universidad de Cantabria, Cantabria:España. Recuperado de: <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/13134/GarciaOlmoAngel.pdf?sequence=1>

García, Y., Reyes, D., & Burgos, F. (2017). Actividades STEM en la formación inicial de profesores nuevos enfoques didácticos para los desafíos del siglo XXI. *Revista Electrónica Diálogos Educativos*, 18 (33), 37–48. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6212470>

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza-Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación*. McGRAW-HILL Interamericana Editores, S.A. <http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/handle/54000/1292>

Higuera, D., Guzman, J., & Ángel, R. (2019). Implementando las metodologías STEM y ABP en la enseñanza de la física por medio de Arduino. *III Congreso Internacional En Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software y Salud Electrónica y Móvil*, 5. Recuperado de: <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/memoutp/article/view/2304>

Martín, O., & Santaolalla, E. (2020). Educación STEM. *Revista Padres y Maestros / Journal of Parents and Teachers*, (381), 41–46. <https://doi.org/10.14422/pym.i381.y2020.006>

Ministerio de Educación Ecuador. (2016). *Currículo Nacional Ciencias Naturales*. Quito, Ecuador. Recuperado de: https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/CCNN_COMPLETO.pdf

Pelejero, M. (2018). *Educación STEM, ABP y aprendizaje cooperativo en Tecnología en 2º ESO* (Trabajo de Fin de Máster), Universidad Internacional de la Rioja, Valencia:España. Recuperado de: <https://reunir.unir.net/handle/123456789/6838>

Pinto, L. (2019). *Rediseñar la escuela para y con las habilidades del siglo xxi*. Fundación Santillana. Recuperado de: <https://fundacionsantillana.com/publicaciones/redisenar-la-escuela-para-y-con-las-habilidades-del-siglo-xxi/>

Sánchez-Ludeña, E. (2019). La educación STEM y la cultura «maker». *Revista Padres y*

Maestros / Journal of Parents and Teachers, (379), 45–51.
<https://doi.org/10.14422/pym.i379.y2019.008>

Saravia-Vásconez, D. (2013). *Incidencia de la observación y manipulación de material didáctico en el proceso de enseñanza-aprendizaje de Física unidad mecánica, en los estudiantes de Primer y Segundo Año de Bachillerato Unificado del Colegio Menor Universidad Central del Ecuador* (Trabajo de investigación previo a la obtención del título de Licenciado en Ciencias de la Educación mención Matemática y Física), Quito:Ecuador. Recuperado de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/3545>

Yépes-Miranda, D. D. (2020). *STEM y sus oportunidades en el ámbito educativo* (Monografía para optar al título de Licenciado en Informática y Medios Audiovisuales), Universidad de Córdoba, Montería: Colombia. Recuperado de: <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/2774>

Zamorano-Escalona, T., Cartagena-García, Y. & Reyes-González, D. (2018). Educación para el sujeto del siglo XXI: principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional. *Contextos: Estudios de Humanidades y Ciencias Sociales*, (41), 1–21. Recuperado de: <http://revistas.umce.cl/index.php/contextos/article/view/1395>

Zepeda-del Valle, J. M., & Pesci-Gaitán, A. M. (2018). La matriz de operacionalización del problema científico: Una herramienta para asegurar la coherencia epistemológica. *VI Encuentro Latinoamericano de Metodología de Las Ciencias Sociales*, 29. Recuperado de: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/108464>