

UNA REVISIÓN SOBRE EL TRABAJO EXPERIMENTAL EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA EN EDUCACIÓN SECUNDARIA

A REVIEW ON THE EXPERIMENTAL WORK IN THE TEACHING OF PHYSICS IN SECONDARY EDUCATION

UMA REVISÃO DO TRABALHO EXPERIMENTAL NO ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO SECUNDÁRIO

Nelson Alexander Del Río Osorio* , **Mónica Eliana Cardona Zapata**** 

Del Río, N.; Cardona, M. E. (2023). Una revisión sobre el trabajo experimental en la enseñanza de la física en educación secundaria. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, Número especial, v18, pp.1-14

Resumen

El presente artículo corresponde a la síntesis de una revisión crítica de literatura que tuvo como objetivo analizar el aporte de la producción académica en relación con la implementación de diversas estrategias y recursos para el trabajo experimental en la enseñanza de la física a nivel de secundaria. En dicha revisión se identificaron tendencias sobre la implementación de estrategias y recursos en la actividad experimental, favoreciendo el aprendizaje significativo crítico desde la perspectiva de Moreira. Bajo un enfoque cualitativo, siguiendo los criterios propuestos por Hoyos sobre la investigación documental, se efectuó una búsqueda en 53 revistas en las principales bases de datos: Science Direct, Scopus, Web of Science y Google Scholar y se incluyeron 41 publicaciones en las que se identificaron diferentes recursos, estrategias y enfoques pedagógicos para la implementación del trabajo experimental en la educación secundaria. Así mismo, se definieron dos núcleos temáticos para el análisis de la información, relacionados con la producción académica sobre el trabajo experimental en la enseñanza de la física en secundaria; las estrategias y recursos para la implementación del trabajo experimental. Los resultados revelaron que entre los años 2011 a 2020, se propusieron diversas estrategias y recursos que pueden acompañar la enseñanza de la física con propósitos más experienciales, desde los diversos escenarios de la didáctica de la física como la resolución de problemas, la implementación de tecnologías de la información y la comunicación, la naturaleza de las ciencias y la argumentación.

Palabras-Clave: Educación Básica. Educación Científica. Trabajos Prácticos. Medios de Enseñanza.

Abstract

This article corresponds to the synthesis of a critical literature review that aimed to analyze the contribution of academic production in relation to the implementation of various strategies and resources for experimental work in the teaching of physics at the secondary level. This review

* Magíster en Enseñanza de las Ciencias Naturales y Exactas. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Colombia. ndel@unal.edu.co. <https://orcid.org/0000-0002-1572-5691>

** Magíster en Educación en Ciencias. Universidad de Antioquia. Colombia. meliana.cardona@udea.edu.co. <https://orcid.org/0000-0002-3697-2288>



identified trends on the implementation of strategies and resources for experimental activity, favoring critical significant learning from Moreira's perspective. Under a qualitative approach, following the criteria proposed by Hoyos on documentary research, a search was carried out in 53 journals in the main databases: Science Direct, Scopus, Web of Science and Google Scholar and 41 publications were included in which different resources, strategies and pedagogical approaches for the implementation of experimental work in secondary education were identified. Likewise, two thematic cores were defined for the analysis of the information, related to the academic production on experimental work in the teaching of physics in secondary education; strategies and resources for the implementation of experimental work. The results revealed between the years 2011 to 2020, various strategies and resources that can accompany the teaching of physics with more experiential purposes were proposed, from the various scenarios of the didactics of physics such as problem solving, implementation of information and communication technologies, the nature of science and argumentation.

Keywords: Basic Education; Science Education; Practical Works; Means of instruction.

Resumo

Este artigo corresponde à síntese de uma revisão crítica da literatura que visava analisar a contribuição da produção acadêmica em relação à implementação de várias estratégias e recursos para o trabalho experimental no ensino da física a nível do ensino secundário. Esta revisão identificou tendências na implementação de estratégias e recursos para a actividade experimental, favorecendo uma aprendizagem crítica significativa na perspectiva de Moreira. Sob uma abordagem qualitativa, seguindo os critérios propostos pela Hoyos sobre investigação documental, foi realizada uma pesquisa em 53 revistas nas principais bases de dados: Science Direct, Scopus, Web of Science e Google Scholar e foram incluídas 41 publicações nas quais foram identificados diferentes recursos, estratégias e abordagens pedagógicas para a implementação de trabalho experimental no ensino secundário. Do mesmo modo, foram definidos dois núcleos temáticos para a análise da informação, relacionados com a produção acadêmica sobre o trabalho experimental no ensino da física no ensino secundário; estratégias e recursos para a implementação do trabalho experimental. Os resultados revelaram que entre 2011 e 2020, foram propostas várias estratégias e recursos que podem acompanhar o ensino da física com objectivos mais experimentais, a partir dos vários cenários da didáctica da física como a resolução de problemas, a implementação de tecnologias de informação e comunicação, a natureza da ciência e da argumentação.

Palavras-Chave: Educação Básica; Educação Científica; Trabalho Prático; Recursos Didáticos

1. Introducción

En la enseñanza de la física en la escuela, propiamente en la implementación del trabajo experimental se han presentado algunas problemáticas que se reflejan en el poco dominio

que tienen los estudiantes de los conceptos físicos, la falta de comprensión de los fenómenos naturales y dificultades para la resolución de problemas. Algunos autores como Chávez y Andrés (2016), Carrascosa et al. (2005), mencionan que esta

actividad en la enseñanza de la física aún se realiza en forma de receta; es decir, de una forma tradicional, rígida y centrada en seguir instrucciones. Además, Carrascosa et al. (2005) afirman que el laboratorio tradicional no aporta una visión realista de la ciencia, ni de cómo se construye el conocimiento científico; a su vez, esta forma tradicional no permite despertar el interés por la física ni aprenderla significativamente, entendiendo este aprendizaje como la capacidad de explicar, describir y aplicar conocimientos, incluso en situaciones nuevas, pero siempre con significado (Moreira, 2005).

Una posible causa de lo descrito anteriormente, de acuerdo con diversos autores (Jiménez-Tenorio y Oliva, 2016; Cardona, 2018), se debe a que los profesores en su formación inicial no adquieren una fundamentación pedagógica y didáctica suficiente para implementar el trabajo experimental en su práctica docente; pues a pesar de la importancia de este espacio para la enseñanza de la física, los profesores no acceden a recursos apropiados y las estrategias formativas suelen estar muy alejadas de los planteamientos constructivistas que predominan en la actualidad.

De acuerdo con lo anterior, se realizó una revisión de literatura, que tuvo como propósito analizar los aportes de la producción académica en relación con la implementación de diversas estrategias y recursos para el trabajo experimental en la enseñanza de la física a nivel de secundaria. Se tuvieron en cuenta factores como: referentes teóricos de aprendizaje, conceptos de física abordados, perspectivas sobre el trabajo experimental, estrategias de enseñanza, entre otros. De igual manera, se definieron dos categorías para el análisis de resultados: la producción académica relacionada con el trabajo experimental en secundaria y, las estrategias y recursos para la implementación del trabajo

experimental que favorecieron el aprendizaje de la física.

A continuación, se describen los referentes teóricos que fundamentaron la investigación.

2. Marco de referencia

2.1. Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico

La teoría del aprendizaje significativo crítico (TASC) desarrollada por Moreira (2005), es una propuesta que encierra una condición esencial donde los sujetos tienen la posibilidad de ser parte de una cultura y al mismo tiempo estar fuera de ella. En esta teoría Moreira indica que el aprendizaje actual de las personas debe ser no solo significativo sino también subversivo o crítico, buscando que el estudiante pertenezca a una cultura sin ser subyugado por esta; es decir, que se desligue de ella para construir sus propias concepciones; convirtiéndose en un sujeto activo en la construcción de su aprendizaje y asumiendo una posición crítica de su alrededor.

Para favorecer el aprendizaje significativo crítico, Moreira describió 11 principios, ideas o estrategias que orientan la implementación en el aula. No obstante, para este artículo se tuvieron en cuenta dos principios fundamentales, basados en la interpretación y categorización realizada por López (2014) sobre el TASC para focalizar el análisis de la información y el reconocimiento de estrategias y recursos empleados. En dicha categorización se proponen los siguientes principios como pedagógico-didácticos:

Principio de la no centralización en el libro de texto, del uso de documentos, artículos y otros materiales educativos, de la diversidad de materiales educativos.

Desde este principio se combate la idea que los textos son los poseedores de conocimiento como verdad única y acabada. Ya que, en la actualidad,

contrariamente, la información está más accesible y en diferentes fuentes de información. Este principio bajo el aprendizaje significativo crítico considera el libro de texto como otro entre varios materiales de apoyo educativo, no como el único.

Principio de la no utilización de la pizarra, de la participación activa del alumno, de la diversidad de estrategias de enseñanza.

Es claro el principio de la utilización de la pizarra como un medio no absoluto; la no utilización inspira a la creatividad, a pensar estrategias de enseñanza diferentes y obtener como resultados estudiantes más activos con enseñanza centrada en él, favoreciendo el aprendizaje significativo crítico. Estas estrategias diferentes a la pizarra, conducen a actividades colaborativas, seminarios, proyectos, investigaciones, discusiones, paneles, entre otros.

Teniendo en cuenta lo anterior, la TASC se concibe como un referente para las estrategias de enseñanza que puede generar un aprendizaje significativo y en algunos casos crítico, por medio de estos en las aulas, suministran instrumentos para la construcción de conocimientos con un carácter crítico, admitiendo las transformaciones percibidas y representándolas en el mundo cambiante (López, 2014).

2.2. Trabajo experimental en la enseñanza de la física

Para establecer una relación con los propósitos de los principios pedagógico-didácticos planteados en la TASC, se concibe que el trabajo experimental permite un papel activo en el proceso de aprendizaje; desde luego, con actividades que trasciendan “el seguimiento mecánico de instrucciones de una guía pautada y, además, se reconozca una relación de interdependencia entre el dominio teórico y experimental en la construcción del conocimiento” (Pabón et al., 2021, p. 425). Además, la actividad experimental en física

posibilita la observación sobre la realidad y desarrolla las habilidades experimentales (Jaime y Escudero, 2011).

De acuerdo con Romero et al. (2016), la experimentación tiene dos conceptos fundamentales: como una actividad experimental de verificación de conocimientos y la otra como una construcción de social. Desde luego, algunos autores mencionan que no se puede separar la experimentación de la teoría, entendiendo que “de lo que se trata cuando se hace ciencia es de ver el modo en que los pensamientos y la vida experimental concuerdan hasta darnos la idea que efectivamente conocemos algún aspecto de la naturaleza o de la realidad” (Iglesias, 2004, p. 107, citado en Romero, Aguilar y Mejía, 2016). Lo expuesto anteriormente se tuvo en consideración para identificar los tipos de trabajos experimentales que predominan en la enseñanza a nivel de secundaria, de acuerdo con los objetivos expuestos en la presente revisión literaria.

3. Metodología de investigación

La revisión de literatura presentada en este artículo se fundamenta desde un enfoque cualitativo, por el interés de realizar un análisis descriptivo e interpretativo de la producción académica identificada en la literatura académica y científica, en relación con la problemática del trabajo experimental en la enseñanza de la física a nivel de secundaria. Para su desarrollo, se toma como referente la perspectiva de investigación documental propuesta por Hoyos (2000), quien considera que este tipo de investigación genera aportes, referentes teóricos y perspectivas metodológicas sobre un fenómeno de interés social y cultural.

Bajo este enfoque, se retoman algunos elementos metodológicos como los “núcleos temáticos, que son los subtemas que delimitan el campo de

conocimiento; las unidades de análisis, que son los textos individuales como libros, artículos, tesis; y los factores, que son elementos que se destacan como relevantes en las unidades” (Del Río, 2022, p. 26). Así mismo, para dar a conocer las investigaciones que se han tratado sobre el tema de esta revisión, se desarrollaron las cinco fases propuestas por la autora, a saber, preparatoria, descriptiva, interpretativa por núcleo temático, construcción teórica global y, extensión y publicación.

Atendiendo a esta perspectiva, se definieron dos núcleos temáticos: producción académica relacionada con el trabajo experimental en la enseñanza de la física en secundaria y, estrategias y recursos para la implementación del trabajo experimental que favorezcan el aprendizaje de la física a nivel de secundaria. A partir de dichos núcleos, se tuvieron en cuenta como principales factores la población de estudio, los referentes teóricos de aprendizaje, los conceptos de física abordados, las perspectivas sobre el trabajo experimental, las estrategias de enseñanza, el material para el trabajo experimental, entre otros elementos de gran relevancia para el procedimiento de análisis de cada unidad.

En el proceso de revisión de literatura se consultaron 53 revistas, de las cuales se eligieron 22 (14 internacionales y 8 nacionales) encontradas en bases de datos como Scopus, Science Direct, Web of Science y Google Scholar, en los niveles de la educación en general, educación en ciencias y enseñanza de la física. Se estableció un rango de 10 años, entre 2011 y 2020, y se seleccionaron artículos de revistas nacionales e internacionales como unidades de análisis. Los criterios establecidos para dicha revisión fueron los documentos correspondientes a los núcleos temáticos y factores descritos anteriormente.

En cada una de estas revistas se identificaron inicialmente 198 artículos que cumplían los criterios

de revisión. Posteriormente, se establecieron criterios de exclusión como reflexiones teóricas, revisiones documentales y artículos netamente instrumentales; a partir de lo cual se eligieron 41 artículos como unidades de análisis. Así mismo, se realizó un análisis de contenido, mediante el cual se caracterizaron e interpretaron las unidades de análisis, y se establecieron los principales resultados que se describen a continuación.

4. Resultados

Los resultados de la presente revisión dan cuenta de la implementación de diversas estrategias y recursos en el trabajo experimental en física a nivel de secundaria, que buscan favorecer el aprendizaje significativo crítico de los estudiantes. Las unidades de análisis seleccionadas corresponden a artículos de investigación de carácter tanto cuantitativo como cualitativo y se presentan en Tabla 1.

Tabla 1. Unidades de análisis para la revisión de literatura.

Nivel	Nombre de la Revista	Autores
Educación	Unipluriversidad	García y Rentería (2011a)
	Revista Electrónica de Investigación Educativa	Domínguez (2013)
	Tecné, Episteme y Didaxis: TED	García y Rentería (2011b); Acevedo et al. (2013); Méndez y Rodríguez (2014); Quintero (2018)
	Revista científica	Osorio y Patiño (2011); Cifuentes y Reyes (2013)
Enseñanza de las ciencias	Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas	Sánchez (2017); Da Silva y Orkiel (2017)
	Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias	Torres (2011); Ezquerro, Iturrioz y Díaz (2012); Petit y Solbes (2015);



		Calderón et al. (2014); Arandia et al. (2016); Dávila (2017); López et al. (2018); Roldán et al. (2018); Soto et al. (2018); Tomas y Hurtado (2019)
Science & Education		Alpaslan et al. (2017); Hardahl et al. (2019); Ha y Kim (2020)
Investigações em Ensino de Ciências		Prados y Da Silva (2013)
Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias		Franzoni et al. (2011)
Enseñanza de la física	Revista Brasileira de Ensino de Física	Hessel et al. (2013); Fanaro et al. (2014); Michels y Zannin (2019); Mendes et al. (2011); Silva et al. (2011); Ribeiro et al. (2012); Silveira et al. (2019)
Latin American Journal of Physics Education		Gil y Di Laccio (2017); Sinning y Sánchez (2019); Boscolo y Loewenstein (2011); Habte (2020)
Revista Enseñanza de la Física		Dima et al. (2015); Alemán (2015); Mesa (2019); Braga y de Franca (2015); Cortela y Sanson (2019)

Fuente: Adaptado de Del Río (2022)

A continuación, se discuten los principales hallazgos para cada una de los núcleos temáticos.

4.1. Producción académica relacionada con el trabajo experimental en la enseñanza de la física en secundaria

Inicialmente se realiza una caracterización de la producción académica relacionada con la temática de investigación; que se presenta en las Tablas 2 y 3.

Tabla 2. Distribución de las unidades de análisis según el año de publicación

Cantidad de artículos por año	
2011	8
2012	2
2013	5
2014	3
2015	4
2016	1
2017	5
2018	3
2019	8
2020	2

Tabla 3. Distribución según el país en el que se realizó el estudio y el idioma

Cantidad de artículos por país		Cantidad de artículos por idioma	
Argentina	7	Español	26
Colombia	9		
España	9		
México	1		
Estados Unidos	2	Inglés	5
Etiopía	1		
Italia	1		
Corea del Sur	1		
Brasil	10	Portugués	10

Fuente: los autores.

De acuerdo con las Tablas 2 y 3, se da un indicio sobre la escasez de investigaciones referentes a la inclusión de la física experimental a nivel de secundaria en las fuentes de información consultadas y un predominio de las publicaciones en países Iberoamericanos.

Así mismo, se identificaron otros factores como los referentes teóricos de aprendizaje que fueron retomados en las unidades de análisis para

fundamentar el diseño de propuestas de enseñanza. En la Tabla 4 se presentan los referentes que fueron identificados.

Tabla 4. Referentes teóricos de aprendizaje identificados en las unidades de análisis

Referente	Autores	Descripción
Aprendizaje colaborativo	Torres (2011) Ezquerro et al. (2012)	Este referente tiene como propósito que los estudiantes trabajen de manera colaborativa para “mejorar la independencia cognitiva, desarrollar habilidades de organización y planeación, aumentar el interés, elevar la autoestima, mejorar la participación y la asistencia a clase” (Del Río, 2022, p.35)
Modelización experimental	García y Rentería (2011a, 2011b)	Consiste en integrar la enseñanza de los conceptos y las teorías científicas, con los procedimientos propios de la producción científica desde una perspectiva constructivista.
Aprendizaje activo	Dima et al. (2015) Gil y Di Laccio (2017)	“Se hace énfasis en el rol activo de quien aprende y su finalidad es que los estudiantes construyan su propio conocimiento” (Del Río, 2022, p.35).

Fuente: los autores.

Como se observa en la Tabla 4, el paradigma predominante en lo que se refiere a las teorías de aprendizaje adoptadas por los autores es el constructivismo; no obstante, en la mayoría de las unidades de análisis no se identificaron otros

referentes. Por otra parte, en relación con la implementación de trabajos prácticos de laboratorio, se identificó que predominan los enfoques propuestos por autores como Hodson (1994, 2003) y Gil-Pérez (1994, 2005, 2006), aunque estos solo se hacen explícitos en el 31% de las unidades de análisis. Así mismo, se encontraron diversas denominaciones para el trabajo experimental, tales como actividad experimental (7%), experiencias (3%), experimentación 3D (3%), experimento (17%), laboratorio (14%), modelización experimental (6%), trabajo experimental (19%), trabajo práctico de laboratorio (12%); en las restantes unidades de análisis (19%) no se especifican una denominación clara.

De acuerdo con lo anterior, se puede afirmar que predomina el uso de términos como experimento y trabajo experimental, lo que coincide con la nominación adoptada para la revisión de literatura que aquí se presenta; no obstante, a pesar de las diferentes nominaciones encontradas en la literatura, se observó que se prioriza “el propósito de favorecer la adquisición de habilidades prácticas del trabajo científico, y en particular, del quehacer de la física por parte de los estudiantes” (Del Río, 2022, p. 38).

Finalmente, se encontró que en la mayoría de los trabajos realizados se abordan conceptos de mecánica y termodinámica; y con menor frecuencia se abordan los conceptos sobre mecánica cuántica, ondas y óptica. A continuación, se profundizará sobre los principales hallazgos en cuanto a los principios del aprendizaje significativo crítico propuestos por Moreira y abordados en la presente revisión.

4.2. Estrategias y recursos para la implementación del trabajo experimental que favorezcan el aprendizaje de la física a nivel de secundaria.



Para el análisis de esta categoría, se consideraron los principios pedagógico-didácticos propuestos por Moreira en la TASC y clasificados por López (2014), los cuales están orientados a encontrar estrategias y recursos que proporcionen un aprendizaje más activo, y a superar las dificultades de la educación tradicional. A continuación, se describen los principales hallazgos en relación con estos principios.

Diversidad de estrategias

Una estrategia de enseñanza, de acuerdo con Anijovich y Mora (2009), se define como un conjunto de orientaciones metodológicas sobre cómo enseñar determinado contenido o área de conocimiento. De acuerdo con esta definición, para el análisis de esta subcategoría, se identificaron las unidades de análisis que describen diversas estrategias propuestas para la implementación del trabajo experimental; además, que pudieran relacionarse con el principio de la diversidad de estrategias propuesto por Moreira (2005).

A partir del análisis de cada una de las unidades revisadas, se encontró que las principales estrategias implementadas por los autores corresponden a aquellas que le son propias a la enseñanza de la física y que potencian el desarrollo de habilidades experimentales, tales como, la resolución de problemas, el uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), la Naturaleza de las Ciencias y la Argumentación. En la Tabla 5 se presentan los principales hallazgos en relación con cada una de ellas

Tabla 5. Principales estrategias de enseñanza para la implementación de trabajo experimental

Estrategia	Autores	Hallazgos
Resolución de problemas	García y Rentería (2011a y 2011b); Habte (2020)	Estos autores coinciden en proponer situaciones contextualizadas con el propósito de

		mejorar la capacidad de los estudiantes para resolver problemas propios del campo disciplinar.
Naturaleza de las Ciencias	Ribeiro et al. (2012)	Estos autores proponen la implementación de esta estrategia por medio de la modelización de experimentos históricos para discutir con los estudiantes sobre la dimensión histórica y empírica del conocimiento científico.
Argumentación	Domínguez (2013); Dávila (2017); Alpaslan et al. (2017)	Estos autores coinciden en la implementación de esta estrategia para entender cómo se construyen y reconstruyen los significados de conceptos físicos. Además, se proponen discusiones sobre situaciones de causa-efecto para establecer relaciones y dar explicación a fenómenos cotidianos.
Tecnologías de la Información y la Comunicación	Torres (2011); Méndez y Rodríguez (2014); Calderón et al. (2014); Sánchez (2017) López et al. (2018);	Los autores han implementado el uso de recursos que favorecen la visualización de imágenes dinámicas, la construcción de modelos computacionales, la captación de datos



Roldán et al. (2018); Tomas y Hurtado (2019); Mesa (2019); Michels y Zannin (2019); Silva et al. (2011) por medio de sensores y la interacción con fenómenos por medio de entornos virtuales para el aprendizaje de diversos conceptos de física.

Fuente: los autores.

De acuerdo con la Tabla 5, en la mayoría de las unidades de análisis revisadas se propone la implementación de TIC para apoyar el trabajo experimental en la enseñanza de la física. Los autores allí mencionados coinciden en que el uso de estas herramientas favorece diversos tipos de aprendizajes en los estudiantes, como el aprendizaje colaborativo, el aprendizaje activo, el aprendizaje autónomo y el aprendizaje significativo; lo que de acuerdo con Moreira (2005), es fundamental para que los estudiantes adquieran habilidades que les permita desenvolverse en la sociedad actual.

Diversidad de recursos y materiales

El principio de la diversidad de recursos y materiales educativos, según Moreira (2005), tiene como propósito combatir la idea de que los textos son los únicos poseedores del conocimiento; por lo tanto, en la actualidad este principio se evidencia en el sinnúmero de fuentes de información que los docentes y estudiantes tienen a su alcance (Del Río, 2022). En la Tabla 6 se presentan los diversos recursos educativos que fueron identificados en las unidades de análisis para favorecer el aprendizaje de la física a partir de la implementación del trabajo experimental.

Tabla 6. Diversidad de recursos y materiales

Tipos de recursos	Autores
Recursos Web	Torres (2011)

Software	Sánchez (2017); Ezquerro et al. (2012); Méndez y Rodríguez (2014); Gil y Di Laccio (2017); Roldán et al. (2018); Habte (2020); Fanaro et al. (2014)
Materiales Físicos	Osorio y Patiño (2011); Acevedo et al. (2013); Alemán (2015); Quintero (2018); Soto et al. (2018); Prados y Da Silva (2013); Braga y de Franca (2015); Hardahl et al. (2019)
Recursos audiovisuales	Mesa (2019); Cortela y Sanson (2019)
Montajes experimentales	Boscolo y Loewenstein (2011); Hessel et al. (2013); Ha y Kim (2020); Franzoni et al. (2011)
Recursos audiovisuales y Software	Da Silva y Orkiel (2017)
Materiales Físicos y sistema de Adquisición de datos	Silveira et al. (2019)
Materiales Físicos y Software	Calderón et al. (2014); López et al. (2018); Tomas y Hurtado (2019); Sinning y Sánchez (2019)
No lo especifican	García y Rentería (2011a; 2011b); Domínguez (2013); Cifuentes y Reyes (2013); Dima et al. (2015); Petit y Solbes (2015); Arandía et al. (2016); Dávila (2017); Alpaslan, Yalvac y Loving (2017); Ribeiro et al. (2012)

Fuente: los autores.

En la Tabla 6, se observa la variedad de recursos y materiales que los autores emplearon al momento de realizar la experimentación en física. Se pueden identificar principalmente dos grandes categorías que son los recursos físicos y las TIC. En relación con los recursos físicos (materiales físicos, montajes experimentales), fueron implementados con el propósito de mejorar la participación, la seguridad y la confianza en clase de los estudiantes. En las actividades propuestas se presentan diversos

montajes experimentales para replicar fenómenos físicos, reflexionar sobre la epistemología de los experimentos y favorecer el desarrollo de habilidades propias del trabajo experimental.

En relación con el uso de recursos TIC (recursos web, software, sistemas de adquisición de datos), se identificó que existe una gran variedad de herramientas que pueden ser implementadas como apoyo al desarrollo de trabajos experimentales, puesto que proporcionan algunas ventajas sobre el uso de recursos físicos, como la capacidad de realizar mediciones más precisas por medio de sensores, representar fenómenos físicos de manera más dinámica por medio de simulaciones computacionales, modelar dichos fenómenos para construir las simulaciones propias, analizar situaciones por medio de videos y, en general, dinamizar el aprendizaje a partir de la interacción con este tipo de tecnologías.

De acuerdo con lo anterior, a partir del análisis realizado en esta subcategoría, se puede afirmar que la diversidad de recursos y materiales empleados por los diferentes autores, se pueden usar al momento de la enseñanza de la física experimental como insumo para los docentes que deseen una transformación en la enseñanza de esta ciencia.

5. Conclusiones

En relación con el propósito del presente artículo, se concluye que la producción académica relacionada con la temática de investigación da cuenta de la necesidad de continuar favoreciendo el uso de diversas estrategias y recursos para el aprendizaje significativo crítico de la física; además, que acompañen el desarrollo de propuestas que trasciendan el desarrollo de trabajos experimentales por medio de guías tipo receta y se lleven a cabo aquellas que se fundamenten en perspectivas más constructivistas.

De acuerdo con lo anterior, se logró identificar en las unidades de análisis que las investigaciones aquí presentadas describen la implementación de recursos cercanos e innovadores para dar a conocer y explicar los fenómenos físicos; posibilitando al estudiante, manipular, observar, crear hipótesis y generar procesos creativos asociados al fenómeno estudiado.

Finalmente, se puede afirmar que las problemáticas que aún prevalecen para la implementación del trabajo experimental para el aprendizaje de la física, son principalmente que se continúan proponiendo trabajos experimentales por medio de guías tipo receta, reflejando que los profesores no se han apropiado de estrategias formativas coherentes con la perspectiva constructivista, y que aún hay muy poca utilización de recursos TIC, teniendo en cuenta que en aquellos trabajos en los que se propone el uso de estas herramientas, se obtuvieron resultados favorecedores para el aprendizaje de los estudiantes y el uso de metodologías activas acordes con una visión más constructivista.

6. Referencias

- Acevedo, L. C., Porro, S. y Adúriz, A. (2013). Concepciones epistemológicas, enseñanza y aprendizaje en la clase de ciencias. *Tecné, episteme y Didáxis: TED*, 34, 29-46.
- Alemán, M. A. (2015). Trabajo Práctico de Laboratorio de reflexión en el aula. *Revista de Enseñanza de la Física*, 27, 683-689.
- Alpaslan, M. M., Yalvac, B. y Loving, C. (2017). High School Physics Students' Personal Epistemologies and School Science Practice. *Science & Education*, 26(7), 841-865.
- Anijovich, R., y Mora, S. (2009). *Estrategias de enseñanza. Otra mirada al quehacer en el aula*. Aique Educación.
- Arandia, E., Zuza, K. y Guisasola, J. (2016). Actitudes y motivaciones de los estudiantes de ciencias en

- Bachillerato y Universidad hacia el aprendizaje de la Física. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 13(3), 558-573.
- Boscolo, I. y Loewenstein, R. (2011). The spring-mass experiment as a step from oscillation to waves: mass and friction issues and their approaches. *Latin-American Journal of Physics Education*, 5(2), 409-417.
- Braga, J. G. y de França Ramos, E. M. (2015). Oficinas: ensinando Física com a construção de experimentos de baixo custo. *Revista de Enseñanza de la Física*, 27, 633-637.
- Cardona, M. E. (2018). *La actividad experimental apoyada en el uso de sistemas de adquisición de datos: una propuesta teórico metodológica para favorecer la conceptualización en física*. [Trabajo de investigación de maestría, Universidad de Antioquia].
- Carrascosa, J., Gil, D., Vilches, A., y Valdés, P. (2006). Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 23(2): 157-181.
- Chávez, J. y Andrés, M. (2016). El uso de Videos para la eficiencia en el aprendizaje-en-acción de la física en el laboratorio. *Investigações em Ensino de Ciências*, 18(1), 43-54.
- Cifuentes, M. A. y Reyes, J. R. (2013). Conocimientos prácticos: estrategias exitosas para la enseñanza de la física. *Revista Científica*, 18, 24-33.
- Cortela, B. S. y Sanson, J. O. B. (2019). O ensino de termodinâmica no ensino médio: a elaboração de uma aula de experimentação e vídeos para entendimento do conceito de entropia. *Revista de Enseñanza de la Física*, 31, 231-236.
- da Silva, S. L. R. y Orkiel, E. (2017). Recursos tecnológicos e ensino de física: estudo do movimento bidimensional com o auxílio do programa Tracker. *Enseñanza de las ciencias*, (Extra), 1429-1434.
- Dávila, M. A. (2017). Las emociones y sus causas en el aprendizaje de Física y Química, en el alumnado de Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(3), 570-586.
- Del Río Osorio, N. A. (2022). *El trabajo experimental en la enseñanza de la física en secundaria: una revisión crítica de literatura*. [Trabajo de investigación de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/81787>
- Dima, G. N., Savio, M. F. R. y Glusko, C. A. (2015). La Ley de Ohm: resultados de una propuesta experimental desde el enfoque del Aprendizaje Activo de la Física. *Revista de Enseñanza de la Física*, 27(2), 63-71.
- Domínguez, M. A. (2013). Recursos explicativos sobre la energía en clases de Física de nivel secundario: Estudio de caso. *Revista electrónica de investigación educativa*, 15(2), 115-130.
- Ezquerro, Á.M., Iturrioz, I.G. y Díaz, M.P., (2012). Análisis experimental de magnitudes físicas a través de videos y su aplicación al aula. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(2), 252-264.
- Fanaro, M. D. L. Á., Arlego, M. y Otero, M. R. (2014). The double slit experience with light from the point of view of Feynman's sum of multiple paths. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 36(2), 2308,1-7.
- Franzoni, G., Laburú, C. E. y da Silva, O. H. M. (2011). O desenho como mediador representacional entre o experimento e esquema de circuitos elétricos. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, 6(1), 33-43.
- García, J. G. y Rentería, E.R. (2011a). La modelización de experimentos como estrategia didáctica para el desarrollo de la capacidad para resolver problemas. *Uni-pluriversidad*, 11(1), 3-15.
- García, J. G., y Rentería, E.R. (2011b). Modelización de problemas para desarrollar habilidades de experimentación. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 29, 44-64.
- Gil-Pérez, D. G. (1994). Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones y

- perspectivas. *Enseñanza de las ciencias*, 12(2), 154-164.
- Gil-Pérez, D. y Vilches, A. (2005). Inmersión en la cultura científica para la toma de decisiones ¿necesidad o mito? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), 302-329.
- Ha, S. y Kim, M. (2020). Challenges of designing and carrying out laboratory experiments about Newton's second law. *Science & Education*, 29(5), 1389-1416.
- Habte, M. (2020). Effectiveness of Visualization on Problem Solving and Experimental Tasks in Learning Heat and Temperature for Grade Nine. *Latin-American Journal of Physics Education*, 14(1), 2.
- Hardahl, L. K., Wickman, P. O. y Caiman, C. (2019). The body and the production of phenomena in the science laboratory. *Science & Education*, 28(8), 865-895.
- Hessel, R., Canola, S. R. y Vollet, D. R. (2013). An experimental verification of Newton's second law. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 35, 1-5.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 12(3), 299-313.
- Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International journal of science education*, 25(6), 645-670.
- Hoyos, C. (2000). *Un modelo para investigación documental: guía teórico-práctica sobre construcción de Estados del Arte con importantes reflexiones sobre la investigación*. Señal Editora.
- Jaime, E. A. y Escudero, C. (2011). El trabajo experimental como posible generador de conocimiento en enseñanza de la física. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(3), 371-380.
- Jiménez-Tenorio, N. y Oliva, J. M. (2016). Aproximación al estudio de las estrategias didácticas en ciencias experimentales en formación inicial del profesorado de Educación Secundaria: descripción de una experiencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 121-136.
- López, S. Y. (2014). El aprendizaje significativo crítico. *Cuadernos Pedagógicos*, 448, 58-59.
- López, V., Grimalt, C. y Couso, D. (2018). ¿Cómo ayuda la Pizarra Digital Interactiva (PDI) a la hora de promover prácticas de indagación y modelización en el aula de ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(3), 330201-330215.
- Mendes, L., Machado, W.S. y Cardoso, P. M. D. (2011). A carga específica do elétron: um enfoque histórico e experimental. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 33(1), 1-7.
- Méndez, G. y Rodríguez, S. (2014). Physics Tracker: Una implementación didáctica para la presentación del tema tiro parabólico en bachillerato. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, número extraordinario, 734-739.
- Mesa, M. (2019). Una propuesta metodológica para orientar el laboratorio de física haciendo uso de tecnologías emergentes y el enfoque STEM. *Revista de Enseñanza de la Física*, 31(extra), 525-530.
- Moreira, M. A. (2005). Aprendizaje significativo crítico. *Indivisa: Boletín de estudios e investigación*, (6), 83-102
- Osorio, J. y Patiño, S. (2011). Conceptos de termodinámica entendidos desde la experimentación (calor, temperatura, energía). *Revista Científica*, 1(13), 320-325.
- Pabón, J. D., Cardona, M., López, S., Arias, V. y Jiménez, J. (2021). Recursos educativos digitales en los trabajos prácticos de laboratorio en física. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 424-431.
- Petit, M.P. y Solbes, J. M. (2015). El cine de ciencia ficción en las clases de ciencias de enseñanza secundaria (I). Propuesta didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 311-327.
- Prados, J. L. y da Silva, M. D. F. (2013). Uma investigação da influência da reconceitualização das atividades experimentais demonstrativas no ensino da óptica no ensino médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, 18(2), 239-262.



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

Número especial, v18, 2023.

11 Congreso Nacional de Enseñanza de la Física y la Astronomía



Resultado de Investigación

- Quintero, O. Y. (2018). 2B037 Enseñanza de la física en un contexto vulnerable: visita a un parque de atracciones como una forma de observar, experimentar y analizar el tema de la conservación de la energía. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, número extraordinario, 1-7.
- Ribeiro, L. A. J., Cunha, M. F. y Laranjeiras, C. C. (2012). Simulação de experimentos históricos no ensino de física: uma abordagem computacional das dimensões histórica e empírica da ciência na sala de aula. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 34(4), 4602.
- Roldán, C., Perales, F. J., Ruiz, B., Moral, C. y de la Torre, A. (2018). Enseñando a programar por ordenador en la resolución de problemas de Física de Bachillerato. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(1), 1301, 1-17.
- Romero, Á., Aguilar, Y. y Mejía, L. S. (2016). Naturaleza de las ciencias y formación de profesores de física. El caso de la experimentación. CPU-e. *Revista de Investigación Educativa*, (23), 75-98.
- Sánchez, A. (5-8 de septiembre de 2017). *Experimentos de física con Modellus* [Ponencia]. X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Sevilla, España.
- Silva, J. R., Germano, J. S. y Mariano, R. S. (2011). SimQuest-ferramenta de modelagem computacional para o ensino de física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 33, 01-088.
- Silveira, M. V., Barthem, R. B y Santos, A. C., (2019). Propuesta didáctica experimental para la enseñanza inclusiva de ondas en el bachillerato. *Revista Brasileña de Educación Física*, 4.
- Sinning, G. G. y Sánchez, D. G. (2019). Desarrollo de habilidades experimentales en estudiantes de educación media vocacional mediante el uso de prototipos para el aprendizaje del concepto de la constante de gravedad. *Latin-American Journal of Physics Education*, 13(1), 1302, 1-6.
- Soto, M., Couso, D. y López, V. (2018). Una propuesta de enseñanza-aprendizaje centrada en el análisis del camino de la energía “paso a paso”. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(1), 2-10.
- Torres, V. Z. (2011). Aplicación de weblogs para incrementar el aprendizaje sobre termodinámica a nivel preuniversitario. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 8(1), 71-83.