



Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de
las Ciencias
ISSN: 1697-011X
revista.eureka@uca.es
Universidad de Cádiz
España

Enfoques epistemológicos recurrentes de modelo científico en la enseñanza de la física

Orozco Marbello, Arlet; Navarro Bolaño, Disneyla; Carvajal Prada, Kare; Arias Navarro, Claudia; Amador-Rodríguez, Rafael

Enfoques epistemológicos recurrentes de modelo científico en la enseñanza de la física

Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 20, núm. 1, 2023

Universidad de Cádiz, España

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92072334004>

DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i1.1602

Enfoques epistemológicos recurrentes de modelo científico en la enseñanza de la física

Recurrent epistemological approaches about scientific models in physics teaching

Arlet Orozco Marbello

Estudiante Doctorado en Educación. IESE. Universidad del Norte. Barranquilla, Colombia
arleto@uninorte.edu.co

 <https://orcid.org/0000-0002-4937-7234>

DOI: <https://doi.org/10.25267/>

Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i1.1602

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92072334004>

Disneyla Navarro Bolaño

Estudiante Doctorado en Didáctica de las ciencias experimentales y exactas. Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia
d.navarro@utp.edu.co

 <https://orcid.org/0000-0003-0434-5471>

Kare Carvajal Prada

Estudiante Doctorado en Educación. IESE. Universidad del Norte. Barranquilla, Colombia
karec@uninorte.edu.co

 <https://orcid.org/0000-0002-6544-5735>

Claudia Arias Navarro

Estudiante Doctorado en Didáctica de las ciencias experimentales y exactas. Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia
claudia.arias@utp.edu.co

 <https://orcid.org/0000-0002-3952-3920>

Rafael Amador-Rodríguez

Profesor-investigador IESE. Universidad del Norte. Barranquilla, Colombia
ryamador@uninorte.edu.co

 <https://orcid.org/0000-0003-2182-6402>

Recepción: 20 Enero 2022

Revisado: 28 Junio 2022

Aprobación: 05 Octubre 2022

RESUMEN:

El análisis de los enfoques epistemológicos recurrentes identificados en proposiciones sobre los modelos científicos ha sido el propósito central del presente artículo. En esta dirección, se ha hecho énfasis en el contenido semántico de las unidades de análisis (proposiciones con alta carga teórica), a partir de la lectura de publicaciones de orden nacional e internacional en revistas especializadas de la didáctica de las ciencias y de la física, en una ventana temporal de 10 años. Todo ello enmarcado en una metodología de corte cualitativo. Desde este enfoque, se agruparon y clasificaron las proposiciones en categorías y subcategorías que se suscriben en posturas tradicionales y contemporáneas sobre modelos científicos. Según los resultados, sobre esta última postura se ubican la mayoría de ellas, adheridas a perspectivas semanticistas de las ciencias. Este aspecto tiene gran potencial para promover una enseñanza modelo teórica en la física a partir de los planteamientos de Ronald Giere.

PALABRAS CLAVE: enseñanza de la física, modelos científicos, didáctica de las ciencias.

ABSTRACT:

This article aims to present the analysis of the recurrent epistemological approaches identified in proposals about scientific models. Bearing this in mind, emphasis has been placed on the semantic content of the analysis units (proposals with a high theoretical body), based on the reading of national and international specialized journals publications in didactics of science and physics, within a frame of ten years. From a qualitative methodology, the proposals were grouped and classified into categories and subcategories, which resulted subscribed to traditional and contemporary positions on scientific models. According to the results, the majority are located on the contemporary positions, adhering to semanticist perspectives of sciences. This aspect has great potential to promote a theoretical model teaching in physics based on Ronald Giere's approaches.

KEYWORDS: physics teaching, scientific models, science education.

INTRODUCCIÓN

El presente documento constituye un estudio realizado en el marco de una tesis doctoral en curso que inicia con una revisión del término modelo científico para identificar los referentes teóricos que orientan su abordaje en relación con la enseñanza de la física (Orozco y Amador-Rodríguez, 2021).

La literatura científica ha denominado modelo teórico a aquel que se adhiere al intento de brindar explicación a las teorías (Besson 2013; Adúriz Bravo, 2012). Cuando se habla de modelo científico y / o modelo teórico (Adúriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich, 2009), se enfatiza en el carácter analógico (Adúriz-Bravo, 2012), porque ayuda a desarrollar una teoría a partir de una información valiosa, la cual permite ser proyectada por su relación de similaridad con algún fenómeno o evento del mundo, facilitando así su comprensión sobre éste (Adúriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich 2009; Oh y Oh, 2011). El análisis realizado para la presente revisión documental ha permitido identificar el abordaje de los modelos teóricos partiendo de enfoques epistemológicos en la enseñanza de la física haciendo énfasis en dos posturas denominadas *tradicional y contemporánea*.

Uso de modelos científicos en la enseñanza de una física teóricamente fundamentada

Consideramos que la literatura científica provee amplia fundamentación sobre modelos científicos/teóricos que pueden ser articulados a la ciencia escolar, y este caso, los autores coincidimos en que el aporte derivado del presente estudio sitúa la manera como se pueden orientar algunos de estos referentes desde la enseñanza de la física con el propósito de brindar a los docentes que enseñan esta ciencia natural, un marco potente para el diseño de actividades durante su ejercicio docente, tal como lo expresan Ferreira *et al.*, (2015), *los profesores de ciencias pueden usar modelos para demostrar cómo funciona algo y para explicar contenido conceptual más complejo* (p. 34).

Los modelos teóricos se consideran estructurantes porque pueden ayudar a los estudiantes a comprender un fenómeno (Besson, 2013), es decir, constituyen una representación teórica de la realidad (Jaime y Escudero, 2011), por tanto, el docente de física puede utilizarlos para optimizar su labor docente (Guarín, *et al.*, 2016).

Desde la propuesta epistemológica de Ronald Giere (1999), consideramos que se ofrecen insumos a la didáctica para la construcción de un modelo de enseñanza de la física (como ciencia natural), en donde se considera al estudiante como un agente capaz de pensar rigurosamente sobre el mundo porque ha aceptado compartir un cuerpo teórico en el que ha encontrado auténtico significado a sus intervenciones en el mundo (Izquierdo-Aymerich y Aduriz-Bravo, 2021), estas intervenciones se dan a través de los modelos teóricos, aspecto que les permiten hablar de esos fenómenos mediante los enunciados del modelo, relacionándolo

con otros fenómenos similares entre sí porque se les facilita reconocer que son similares al modelo. A continuación, un ejemplo para el modelo de rayo de luz en la enseñanza de la física. Ver figura 1.

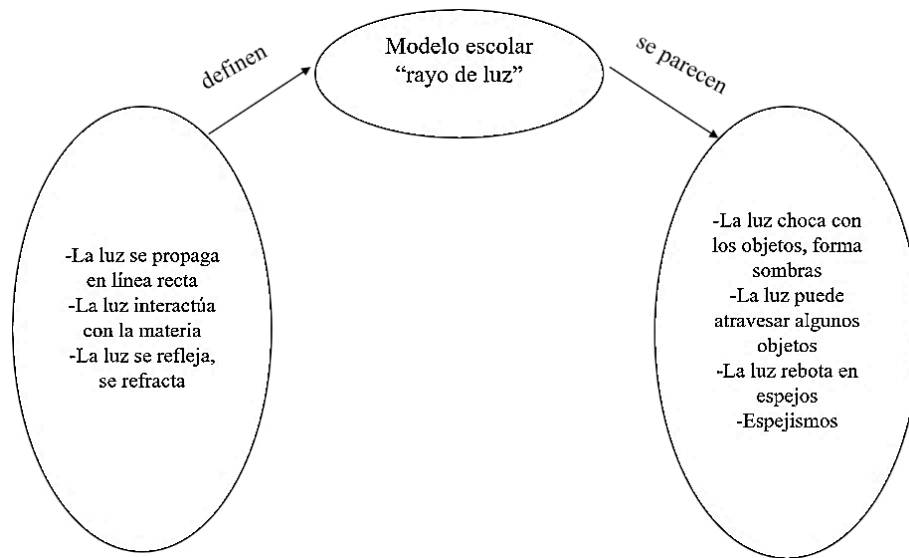


FIGURA 1.

Aplicación de las ideas de Giere al diseño de un programa de física escolar

Adaptado de Izquierdo-Aymerich y Adúriz-Bravo, 2021

En la mecánica cuántica, por ejemplo, los modelos científicos proveen elementos de análisis y construcción en los procesos de enseñanza y aprendizaje de los fenómenos (Céspedes y Tuay, 2018, p.1), de forma que, un modelo se constituye en una forma de apropiación del conocimiento acercando a formas específicas de exploración de contextos que permiten conectar con la realidad a través de relaciones analógicas, que son llamadas relaciones de "semejanza" o de "similaridad" (Giere, 1999). De esta manera se proporcionan oportunidades a los docentes para realizar novedosas experiencias científicas escolares con el fin de promover en los estudiantes la observación, la descripción, la comprensión y la predicción de fenómenos físicos (Guarín y Méndez-Hincapié 2016), además que sirven para representar la realidad (Dorneles *et al.* 2012).

A partir de modelos, se hace posible acceder a las entidades abstractas, no observables macroscópicamente, las cuales son necesarias para relacionar las experimentaciones con la comunicación de los resultados que promueve las explicaciones y ayudan a comprender el mundo e intervenir en él (Izquierdo-Aymerich y Adúriz-Bravo, 2021). Algunos ejemplos de estos modelos, en la enseñanza de la física, incorporan modelos matemáticos ($V = X/t$), modelos pictóricos (como los diagramas de cuerpo libre), modelos gestuales (como el de la regla de la mano izquierda de Fleming) y modelos textuales (leyes del movimiento de Newton) (Tay y Yeo, 2018). Los autores consideramos que enseñar física va más allá de mostrar formulaciones algorítmicas asociadas a fenómenos, pues se hace necesario comprender relaciones sustantivas entre hechos y teorías para introducir las ideas clave de la física, gracias a las cuales el estudio de un fenómeno toma sentido y por ello se resuelve, pero que también puede ser extrapolado a otras situaciones significativas.

Giere (1999), refiere que los modelos teóricos apoyan las explicaciones científicas cuando se estudia un fenómeno, por tal razón el uso de modelos como representaciones aproximadas y limitadas de la realidad (Oh y Oh, 2011) resulta fundamental para que el docente pueda promover una enseñanza que supere una visión de una ciencia (física) acumulativa y cargada de entidades lingüísticas y matemáticas como conformantes de las teorías (Adúriz-Bravo, 2013).

METODOLOGÍA

El estudio realizado se enmarca en la metodología cualitativa dado que permite estudiar en profundidad un fenómeno, identificando sus dimensiones, características y su significado en el contexto para el cual es abordado (Quintana, 2006).

El diseño metodológico permitió generar la respuesta a la pregunta ¿Cuáles son los enfoques epistemológicos sobre modelo científico que han orientado la enseñanza de la física? El proceso metodológico que se llevó a cabo para la aproximación al estudio de la producción bibliográfica en torno a modelos científicos en la enseñanza de la física se contempla desde el procedimiento metodológico seguido por Amador-Rodríguez y Adúriz-Bravo (2013), en el que se proponen dos fases:

En una primera fase se definió la intención del estudio, seguidamente, se efectuó una selección de diversas revistas en didáctica de las ciencias naturales cuyas publicaciones sobre el tema en cuestión se desarrollaron entre los años 2008 a 2018, por ser un período de tiempo en el cual hubo un incremento en el número de publicaciones sobre modelos científicos en la enseñanza de la física en revistas de educación en ciencias con índice y factor de impacto incluidos en JCR, IDR, CIRC, SCOPUS. Ver tabla 1.

TABLA 1

Índice y factor de impacto revistas seleccionadas para la revisión. A) ISI.JCR: International Science Information-Institute of Scientific Information. Journal Citation Reports. B) IDR: Dialnet de revistas. C) CIRC: Clasificación Integrada de Revistas Científicas. D) SCOPUS: Impact Factor.

Revistas seleccionadas para la revisión	Procedencia	Índice- factor de impacto
International Journal of Science Education	Reino unido	JCR: 2.518
Science and Education	Estados unidos	JCR: 2.921
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	España	IDR: 0.173
Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias	España	IDR: 1.038- CIRC: B
Revista Enseñanza de las Ciencias	España	IDR: 1.250 CIRC: B
Revista de Enseñanza de la Física	Argentina	IDR: 0.034 CIRC: D
Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias	Argentina	CIRC: C
Revista Tecné, Episteme y Didaxis	Colombia	CIRC: D
Revista Ciência & Educação	Brasil	CIRC: D
Revista Brasileira de Ensino de Física	Brasil	SCOPUS: 0.423

A partir de los resultados, se identificaron cuatro revistas entre las seleccionadas que mayoritariamente aportaron artículos al presente documento: Science & Education, Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, Revista International Journal of Science Education y Revista Enseñanza de la Física. Ver figura 2.

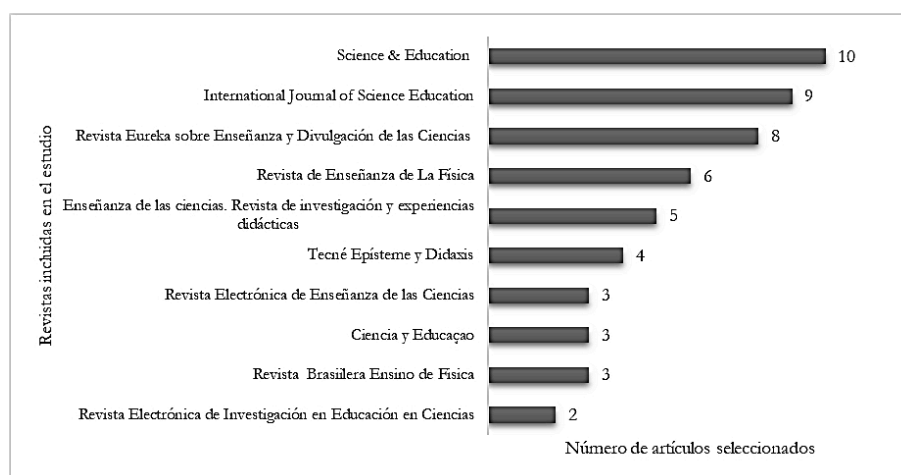


FIGURA 2
Número de artículos seleccionados por revista

En la segunda fase se seleccionaron aquellos artículos que daban respuesta a la pregunta planteada en el marco de la revisión definiendo como criterios de inclusión la selección de artículos que en el título, resumen o palabras clave enunciaran el término modelo científico a partir de enfoques epistemológicos y/o didácticos en la enseñanza de la física. Al identificar los artículos, se procedió a realizar una lectura intencionada de los mismos, ubicando en una matriz de cálculo el nombre de la revista, el título de cada artículo, resumen, palabras clave y su pertinencia con relación al objetivo de la revisión. Seguidamente se les asignó un código, lo que posibilitó su organización (ver figura 3).

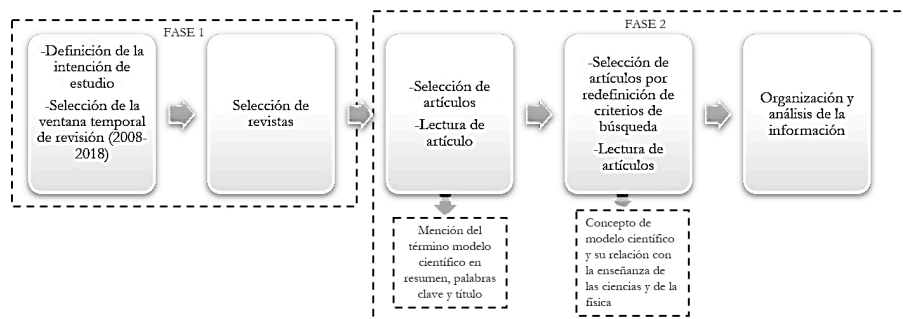


FIGURA 3
Procedimiento para la selección de artículos del estudio.
Elaboración propia.

Inicialmente se seleccionaron artículos los cuales contenían en su título, resumen y palabras clave el término modelo científico. Al realizar el análisis en profundidad de los artículos seleccionados, algunos no se relacionaban con la intención del presente estudio, dado que no se hacía mención al término modelo desde los enfoques epistemológicos propuestos para la revisión. Los criterios planteados para un análisis a profundidad teórica fueron: mención del término modelo científico desde su naturaleza e intencionalidad, así como las conexiones entre modelos científicos y la enseñanza de las ciencias y de la física, de modo que, una segunda lectura desde tal especificidad nos redujo la selección de artículos. Con este número de artículos, en total 53, se procedió nuevamente a realizar la lectura para seleccionar proposiciones que se refieren al término modelo científico desde enfoques epistemológicos en la enseñanza de la física. Los autores seleccionados en esta fase se muestran a continuación en la tabla 2.

TABLA 2
Autores incluidos en la revisión

Fase del estudio	Autores
Segunda fase de selección de artículos (53)	Adúriz-Bravo (2013), Adúriz-Bravo (2017), Adúriz-Bravo (2018), Adúriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich (2009), Anaya y Díaz de Bustamante (2017), Archer (2014), Besson (2009), Besson (2013), Böttcher y Meisert (2011), Bouciguez y Santos (2009), Brandao <i>et al.</i> (2010), Brandao <i>et al.</i> (2014), Castelhana <i>et al.</i> (2013), Céspedes y Tuay (2018), Chamizo (2010), Cheng y Lin (2015), Cid Manzano y Dasilva (2012), Danusso <i>et al.</i> (2010), Develaki (2012), Develaki (2017), Doménech <i>et al.</i> (2013), Dorneles <i>et al.</i> (2012), Fanaro y Arlego (2018), Ferreira <i>et al.</i> (2015), Galagovsky <i>et al.</i> (2019), García -Carmona (2015), Garik <i>et al.</i> (2015), Godoy (2018), Gouvea y Passmore (2017), Guarín <i>et al.</i> (2016), Guarín y Méndez-Hincapié (2016), Jaime y Escudero (2011), López <i>et al.</i> (2016), Machado y Braga (2016), Machado y Braga (2018), Mantyla (2013), Massoni y Moreira (2010), Oh y Oh (2011), Oliva-Martínez y Aragón-Méndez (2009), Raviolo <i>et al.</i> (2010), Savall <i>et al.</i> (2014), Scarinci y Marineli (2014), Solbes y Sinarcas (2010), Sinarcas y Solbes (2013), Soulios y Psillos (2016), Tay y Yeo (2018), Tiberghien <i>et al.</i> (2009), Torres y Vasconcelos (2016), Vallejo <i>et al.</i> (2017), Viau <i>et al.</i> (2008), Williams y Clement (2015), Wu, (2010), Zamorano <i>et al.</i> (2011).

Las proposiciones seleccionadas se organizaron en una segunda matriz. La lectura exhaustiva permitió seleccionar proposiciones relacionadas con la intención del estudio, estas se agruparon de acuerdo a su carga teórica (Amador-Rodríguez y Adúriz-Bravo, 2014) sobre el término modelo científico. Seguidamente, una segunda lectura permitió determinar que las proposiciones se referían al término modelo desde la forma como son entendidos y sus usos tanto en la ciencia como en la enseñanza, por tanto, se decide asignar una caracterización a cada agrupación, lo cual ayudó a orientar el proceso de clasificación de las proposiciones seleccionadas.

Con base en lo anterior, un análisis de primer orden permitió que las proposiciones se agruparan de acuerdo al contenido semántico de cada una. En tal sentido se agruparon de acuerdo a: concepción de modelo científico, facultad de un modelo científico en las ciencias, intencionalidad de un modelo científico en la ciencia escolar, aspectos validados y consensuados por los autores. Cada una de las agrupaciones se asumió posteriormente como categoría. El proceso llevado a cabo para tal clasificación se ilustra a continuación (ver figura 4).

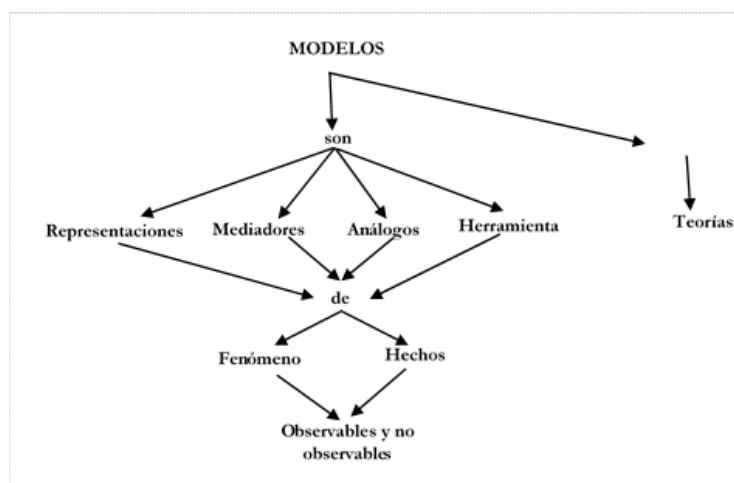


FIGURA 4

Un análisis de segundo orden permitió clasificar algunas proposiciones en más de una categoría, a continuación, se muestra un ejemplo:

«Los modelos científicos son considerados representaciones idealizadas y simplificadas de la realidad, diseñados para describir, predecir y/o explicar una cierta situación problema relacionada con algún aspecto del mundo» (López *et al.*, 2016, pp. 126).

La afirmación anterior se agrupó en la categoría *concepción de modelo científico* frase subrayada con línea continua, porque se considera una proposición que informa sobre la naturaleza del modelo, en este caso particular un modelo se entiende como algo que sustituye la realidad, esta acepción de modelo se clasifica dentro de una postura contemporánea porque se considera a los modelos como suplente del fenómeno a estudiar. A la vez, la misma afirmación se agrupó en la categoría *facultad de un modelo científico* (frase en negrita), dado que menciona que los «modelos sirven a un propósito epistémico más allá de la representación» (Gouvea y Passmore, 2017, pp. 51), en este caso, para describir y/o explicar (detallar información) una cierta situación problema (fenómeno) que no puede ser estudiada de forma directa y que guarda relación con el mundo. Como es notorio, la afirmación seleccionada fue agrupada y numerada en dos categorías.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Atendiendo a la organización metodológica fueron definidas las categorías denominadas: concepción de modelo científico, facultad de un modelo científico en la ciencia, y usos de un modelo científico en la ciencia escolar.

La siguiente tabla muestra la agrupación de las proposiciones en las categorías que se determinaron de acuerdo con el análisis respectivo. Ver tabla 3.

TABLA 3
Clasificación de las proposiciones en las categorías definidas para el estudio

Categorías	Definición de la categoría
Concepción de modelo científico	Proposiciones en las que se entiende un modelo científico desde su naturaleza epistemológica.
Facultad de un modelo científico en la ciencia	Proposiciones que dan cuenta sobre lo que permite un modelo en el trabajo que realizan los científicos.
Usos de un modelo científico en la ciencia escolar	Proposiciones que identifican la utilidad de un modelo científico en la enseñanza de las ciencias físicas.

Para la categoría concepción de modelo científico se determinó que las proposiciones tienen una alta carga teórica para ser agrupadas en dicha categoría, porque circunscriben el término modelo científico desde lo epistemológico. Al realizar tal análisis se logró determinar que las proposiciones podían ser reagrupadas en una de las dos visiones sobre modelos a partir de cada una de las posturas referenciadas en el presente estudio, es decir, clasificarlas desde posturas clásicas o contemporáneas.

Al realizar esta clasificación, las proposiciones que corresponden con la postura tradicional se agruparon en menor número con respecto a las que presentaron un contenido semántico acorde con la postura contemporánea. De este modo, la clasificación en posturas epistemológicas tradicional y contemporánea constituyeron nuevas subcategorías.

El análisis realizado suscitó el surgimiento de nuevos elementos y a partir de una lectura a profundidad denominado análisis de segundo orden, los autores del presente estudio reagruparon los datos (proposiciones) en nuevas subcategorías caracterizando la concepción de modelo teórico de acuerdo con las posturas epistemológicas propuestas en el presente estudio.

En tal sentido, para la postura tradicional se organizaron 3 subcategorías y para la visión contemporánea se organizaron 5 subcategorías, para un total de 8 subcategorías de segundo orden. Al analizar la información en esta categoría, los autores resaltan que el mayor número de proposiciones se vinculan con subcategorías ancladas a una postura contemporánea. Ver figuras 5 y 6.

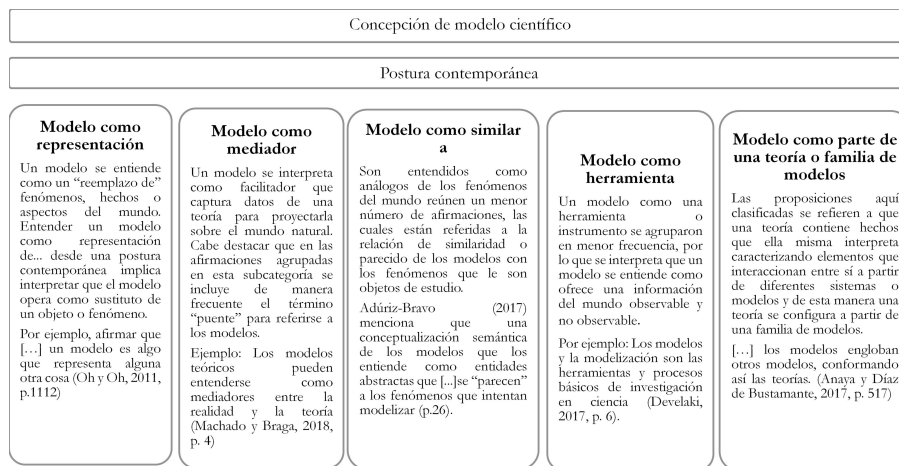


FIGURA 5
 Clasificación de las proposiciones en la primera categoría y en sus respectivas subcategorías de la postura tradicional.
 Elaboración propia

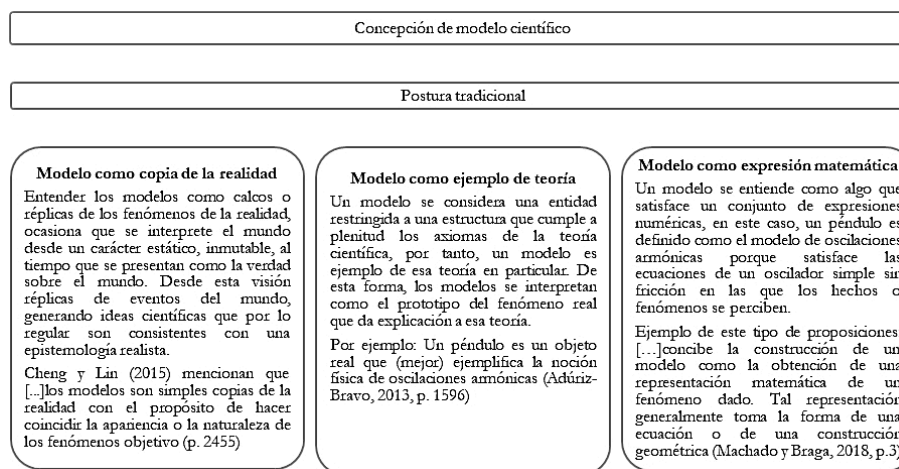


FIGURA 6
 Clasificación de las proposiciones en la primera categoría y en sus respectivas subcategorías de la postura contemporánea.
 Elaboración propia

Como una manera de sintetizar la información obtenida a partir del procesamiento de los datos para esta categoría, se procede a diseñar esquemas a modo de mapa para evidenciar el análisis realizado para ambas subcategorías: postura tradicional y contemporánea. Ver figuras 7 y 8.

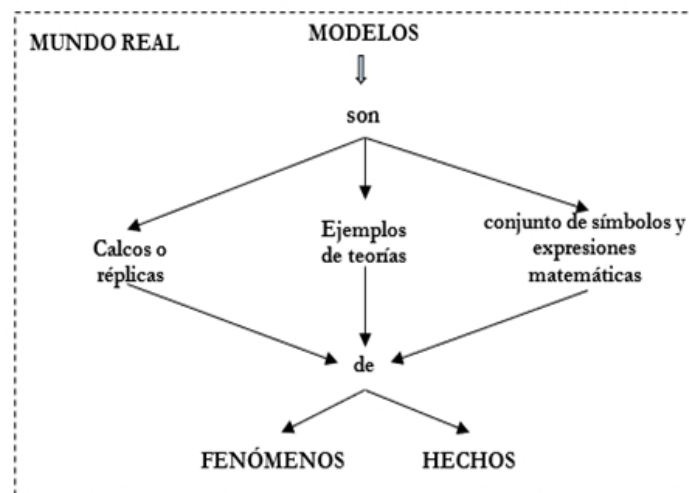


FIGURA 7

Concepción de modelo científico desde la postura tradicional

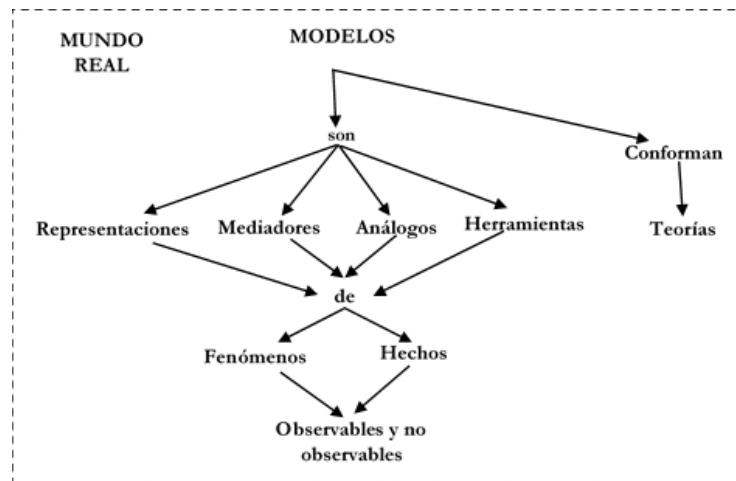


FIGURA 8

Concepción de modelo científico desde la postura contemporánea

La segunda categoría denominada facultad de un modelo científico en la ciencia agrupa proposiciones referidas al trabajo que adelantan los científicos que participan en la construcción de las explicaciones sobre fenómenos del mundo usando modelos científicos, al respecto, Adúriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich (2009), señalan que la nueva información que introducen los científicos cuando se ocupan de estudiar algunos fenómenos del mundo natural mediante modelos científicos ayuda a acentuar el parecido entre ellos.

El procedimiento de clasificación permitió identificar proposiciones que fueron agrupadas en esta segunda categoría. Posteriormente se realizó un análisis que se ha llamado de segundo orden y permitió reagruparlas a partir de su contenido semántico como postura tradicional y postura contemporánea. Luego de realizar la reagrupación identificando la postura en la que podía ser clasificada cada afirmación, se decidió realizar una lectura a profundidad de cada una de ellas, lo cual permitió encontrar elementos que llevaron a los autores a reagrupar las proposiciones en subcategorías agrupadas en la tercera fila de la figura 9 de acuerdo con su propósito epistémico. La nueva reagrupación sirvió para identificar 9 subcategorías, de las cuales 8 se clasificaron como proposiciones desde la postura contemporánea y 1 desde la postura tradicional.

A partir de los resultados obtenidos se pudo identificar que la definición de la postura contemporánea realizada para el presente estudio, en lo que respecta a la categoría facultad de un modelo científico en la

ciencia considera algunos de los aportes realizados por Knuuttila (2011), el cual señala que los modelos son utilizados por los científicos para satisfacer objetivos epistémicos, para externalizar y organizar su conocimiento sobre un sistema al tiempo que les ayuda a razonar y evaluar sus ideas. Es claro para los autores que tener en cuenta tales consideraciones puede ayudar a constituir un marco potente para orientar la comprensión sobre la función epistémica de los modelos científicos.

Al analizar la información obtenida, se pudo identificar una tendencia hacia una postura contemporánea, la cual considera que los modelos permiten acercarse al fenómeno que se estudia desde los aspectos que son de interés para quienes lo estudian, lo cual implica que ayudan a comprender una porción de la realidad. Para ilustrar de manera más adecuada se presentan a continuación la categorización de las proposiciones aquí agrupadas con mayor frecuencia. Ver figura 9.

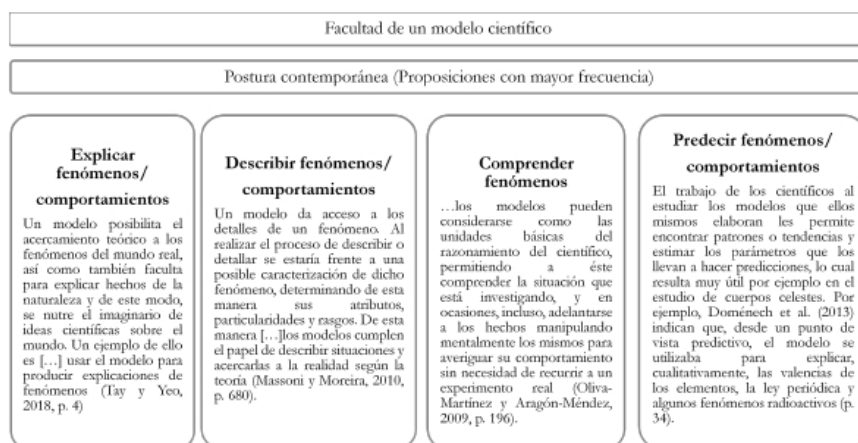


FIGURA 9

Clasificación de las proposiciones con mayor frecuencia en la segunda categoría facultad de un modelo en la ciencia en sus respectivas subcategorías.

Elaboración propia

Resulta de gran interés para el presente estudio destacar que la mayoría de proposiciones en esta categoría se agrupan en la postura contemporánea, porque vierte la mirada hacia el uso de modelos en la ciencia desde un marco actualizado, lo cual brinda aportes para leer los avances científicos desde modelos cuya construcción, evaluación y refinamiento se acerquen a una explicación cargada de teoría sobre los fenómenos naturales.

Además, a un modelo también se le otorgan otras facultades, lo cual se constata con la revisión realizada, como simular, representar, conectar fenómenos con teorías, ser facilitador, entre otras que se identificaron como menos frecuentes en los artículos estudiados. Ver figura 10.

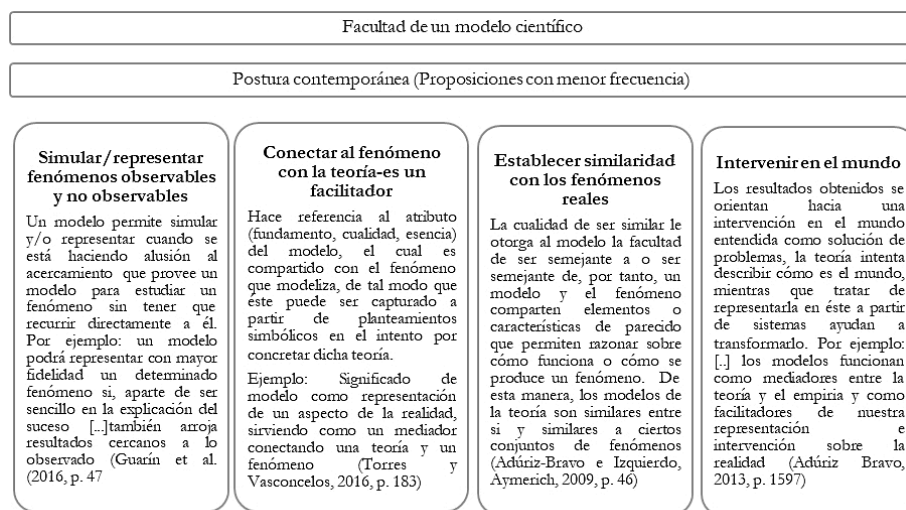


FIGURA 10

Clasificación de las proposiciones con menor frecuencia en la segunda categoría facultad de un modelo en la ciencia en sus respectivas subcategorías
 Elaboración propia

Como se mencionó antes, para la postura tradicional se agruparon las proposiciones en menor frecuencia en una sola subcategoría. Ver figura 11.

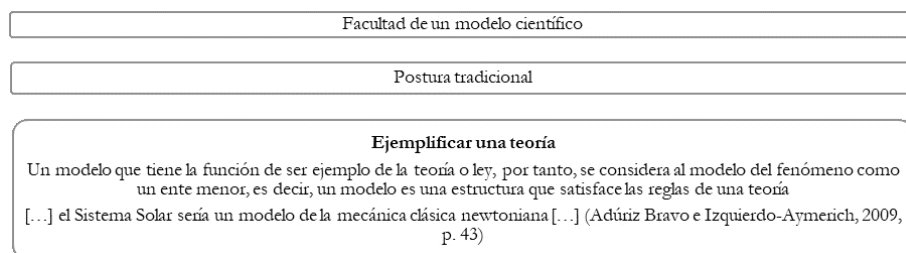


FIGURA 11

Clasificación de las proposiciones con menor frecuencia en la segunda categoría facultad de un modelo en la ciencia en sus respectivas subcategorías.
 Elaboración propia

A partir de los análisis para la categoría facultad de un modelo científico en la ciencia se propone el siguiente esquema que trata de sintetizar los resultados obtenidos en el proceso de interpretación de los datos. Ver figura 12.

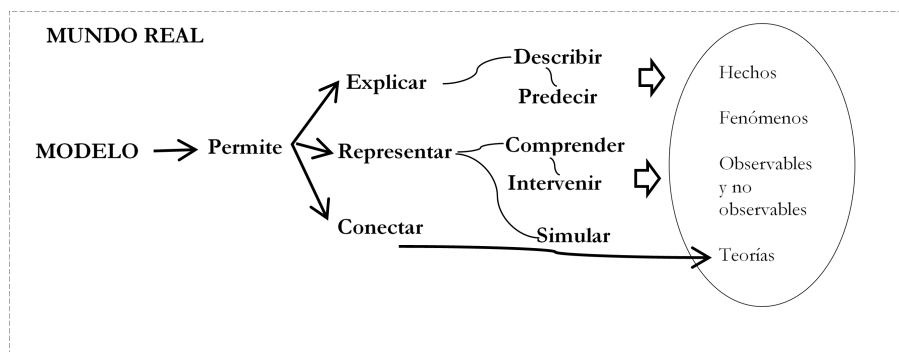


FIGURA 12
Facultad de un modelo científico en la ciencia

En cuanto a la clasificación de proposiciones para la tercera categoría, Usos de un modelo científico en la ciencia escolar, se determinó que las proposiciones aquí agrupadas hacen mención al trabajo que realizan o pueden realizar los docentes en el aula en torno al uso de modelos para desarrollar sus clases. En esta categoría se logran destacar algunos artículos que aluden al uso de los modelos en la enseñanza de la física y que se consideran de gran valor didáctico para generar propuestas que propendan por suscitar acciones en los estudiantes, orientadas a promover una racionalidad moderada (Izquierdo, 2014), y que se erija como un pilar para la intervención de hechos del mundo.

El análisis de las proposiciones agrupadas en la tercera categoría a partir de la información recopilada, tiene el objetivo de proveer información importante que aporte en la construcción de propuestas para la enseñanza de las ciencias naturales a partir de una perspectiva modelo teórica (basada en modelos) con trazas semanticistas que se considera educativamente valiosa (Merino e Izquierdo-Aymerich, 2011), por las implicaciones que tiene en la formación de seres humanos para que puedan empoderarse de su rol como ciudadanos responsables, en un mundo globalizado y tecnológicamente evolucionado, y que esta forma sean conscientes de su responsabilidad con ellos mismos, pero también con los contextos a los que pertenecen.

El proceso de clasificación de las proposiciones permitió identificar en primera instancia aquellas que fueron agrupadas desde las posturas tradicional y contemporánea. Posteriormente, se identificó una manera de reagrupar las proposiciones ya clasificadas desde ambas posturas, por lo cual una lectura en profundidad llevó a la agrupación de las proposiciones en nuevas subcategorías. En la figura 13 se han descrito 4 subcategorías en las que se agruparon las proposiciones con mayor frecuencia. Ver figura 13.

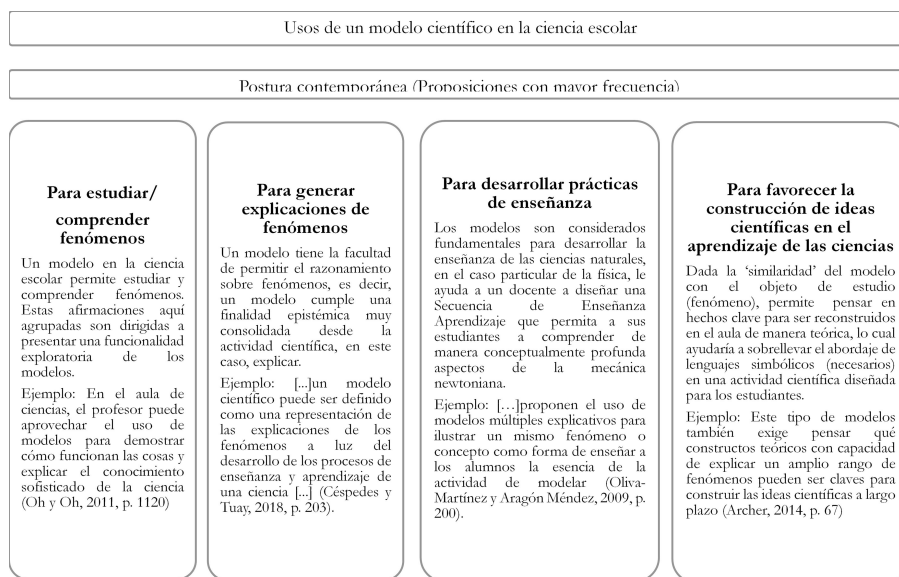


FIGURA 13
Clasificación de las proposiciones en la tercera categoría y en sus respectivas subcategorías de la postura contemporánea.
Elaboración propia

A partir de la figura anterior se puede ver que las subcategorías para la postura contemporánea, involucran a la actividad científica escolar. En la figura 14 se han descrito las subcategorías de la postura contemporánea que hacen referencia al uso de un modelo científico en la enseñanza de la ciencia escolar agrupadas y que desde el análisis realizado presentaron menor frecuencia. Ver figura 14.

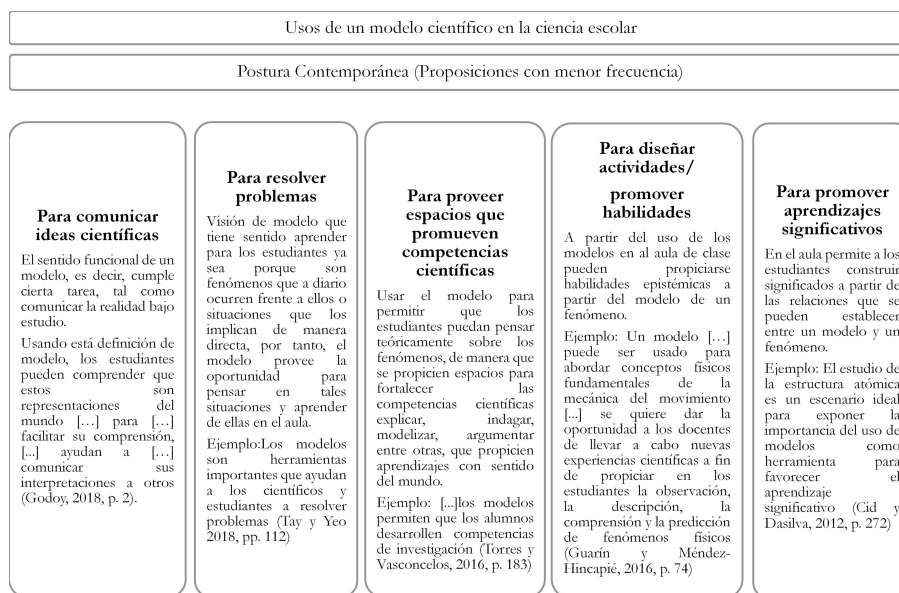


FIGURA 14
Clasificación de las proposiciones en la tercera categoría y en sus respectivas subcategorías de la postura contemporánea.
Elaboración propia

En la figura 15 se ha discriminado la subcategoría que desde la postura tradicional hace referencia al uso de un modelo en la ciencia escolar. Ver figura 15.

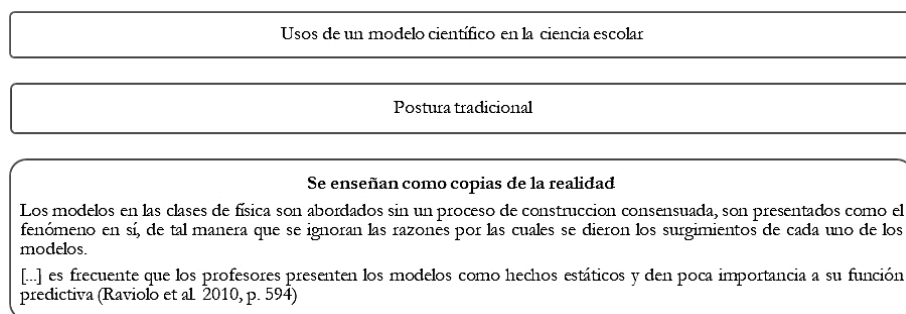


FIGURA 15
Clasificación de las proposiciones en la tercera categoría
y en su respectiva subcategoría de la postura tradicional.
Elaboración propia

El conocimiento científico que se enseña como estático, invariable, sobre el mundo, no admite la consideración de un mundo cambiante, por lo cual pensar sobre los fenómenos de manera inmutable ocasiona que puedan ser poco comprendidos, estudiados de forma exigua, analizados escasamente, de tal manera que las predicciones y explicaciones sobre tales fenómenos no necesariamente responden a intereses de tipo social, ignorando que la ciencia actualmente se concibe como una actividad humana (Izquierdo, 2014).

En síntesis, de acuerdo con la información analizada para la tercera categoría Usos de un modelo científico en la ciencia escolar, es posible señalar que las proposiciones aquí agrupadas se adhieren en mayor número a las posturas contemporáneas que pueden ser tomados como referentes teóricos para diseñar propuestas de enseñanza de una física enmarcada en una visión modelo-teórica. A manera de sinopsis se presenta la figura 16.

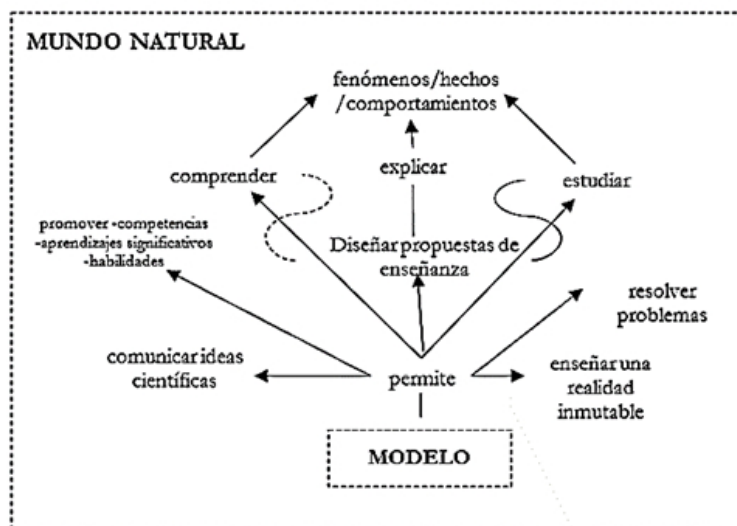


FIGURA 16
Usos de un modelo científico en la ciencia escolar

CONCLUSIONES

El presente estudio permitió identificar dos enfoques epistemológicos de mayor recurrencia en la enseñanza de las ciencias, que para el presente estudio fueron denominados tradicional y contemporáneo, a partir de los cuales se interpreta un modelo científico. Desde una postura contemporánea los modelos facilitan la

comprensión de un fenómeno y la explicación de una teoría, mientras que, desde una postura tradicional, los modelos se entienden como copias de la realidad.

El análisis realizado permitió concluir que el término modelo científico tiene diversas interpretaciones, siendo mayoritariamente entendidos como representaciones, por lo cual operan en reemplazo de los fenómenos o hechos que estudian. Es importante destacar que entender un modelo como representación se constituye en un potente camino para transitar en la física escolar, pues se parece al fenómeno que pretende estudiar, por tanto, permite acercarse a dicho fenómeno para comprenderlo (Oliva-Martínez y Aragón-Méndez 2009, Besson 2009, Oh y Oh 2011, Adúriz-Bravo 2013) y desde allí generar explicaciones sobre él (Machado y Braga 2016, Develaki 2017, Godoy 2018, Tay y Yeo 2018, Céspedes y Tuay 2018), así como predecir aspectos sobre su comportamiento (Besson 2013, Garik *et al.* 2015, Williams y Clement 2015, Guarín y Méndez-Hincapié 2016, Torres y Vasconcelos 2016).

De acuerdo con el estudio realizado, es posible afirmar que la investigación sobre prácticas centradas en una física escolar requiere ser abordada a partir de un análisis profundo, ya que a pesar de que se ha realizado investigación con relación a la enseñanza de la física en secundaria, estas se orientan de manera genérica hacia la teorización, y pocas de ellas establecen maneras que ayuden al docente a conectarse con visiones contemporáneas para su enseñanza, lo cual impide su desarrollo y la construcción de modelos científicos de la física escolar, aspecto que debe seguirse abordando a la luz de la relevancia que tiene para la didáctica de la física, en razón de los aportes que pueden también contribuir a la formación de los docentes en ejercicio.

El abordaje de una enseñanza modelo-teórica de las ciencias implica identificar aspectos de un fenómeno a estudiar y representarlos con modelos, por tal razón es menester ayudar al docente a realizar esa conexión desde una orientación que le brinde la oportunidad de clarificar rutas en su enseñanza. Un ejemplo de lo que ocurre en la enseñanza de la física, es que a partir de fórmulas y experimentaciones alejadas de hechos cotidianos no sería posible explicar la razón por la cual cierto detergente logra que la ropa blanca quede más blanca en comparación con otros. Desde esta situación se proponen actividades que ayuden a pensar con teorías y criticidad sobre este fenómeno, promoviendo habilidades como la explicación porque va más allá de lo que se ve a simple vista (¿qué y por qué ocurre?), la predicción, porque se le facilita hacer conjeturas sobre lo que ha de suceder (¿cuándo ocurre?), y la intervención, que lo invita a tomar parte de los problemas para brindar soluciones (¿puede mejorarse su acción?). Es así como los autores coinciden en lo indicado por Zamorano *et al.*, (2011), cuando afirma que el rol del docente debe ser el de tender puentes entre las representaciones de los alumnos y los modelos científicos (p. 403).

Igualmente, en el período de tiempo establecido para la presente revisión documental, es notorio que la investigación sobre modelos científicos en la enseñanza de las ciencias, es numerosa, sin embargo, las referidas de manera particular a la enseñanza de la física, desde el desarrollo de propuestas enmarcadas en la ciencia escolar y centradas en analizar posturas epistemológicas y didácticas es limitada. Por tanto, se hace énfasis en la necesidad de continuar investigando, toda vez que profundicen aspectos relacionados con la enseñanza de la física, dado que es donde se presenta una mayor necesidad en cuanto al diseño de actividades, en las cuales se potencialice el abordaje de modelos científicos que ayuden en la resolución de problemas actuales a partir de cuestiones teóricas y metodológicas que aluden a qué, cómo y por qué enseñar y aprender física escolar. En este sentido, sería muy provechoso para los docentes porque apropiarse de una enseñanza basada en modelos ayuda a sus estudiantes en el aprendizaje de ideas desde consensos científicos a la vez que desarrollan la capacidad de representarlas nutriéndose de opiniones epistemológicas convenientes y amplias sobre ellos (Develaki, 2017).

Finalmente, revisar la documentación existente sobre los modelos científicos en la enseñanza de la física, permitió identificar que la manera de enseñarla involucra reflexiones profundas sobre la forma de entender los fenómenos naturales, asunto que debería conllevar esencialmente a una transformación de la lectura sobre lo que sucede a nuestro alrededor bajo propuestas didácticas contextualizadas, que le den más protagonismo al estudiante. Lo anterior tiene relación directa con las actuaciones de los docentes que desde el ejercicio de

su labor potencien una enseñanza con sentido para los estudiantes, pensadas desde los modelos científicos, estableciendo las razones por las cuales se hace necesario incursionar en posturas contemporáneas centradas en una enseñanza de la física escolar, desde la categoría modelo-teórica propuesta por Ronald Giere (1999).

REFERENCIAS

- Adúriz-Bravo, A. e Izquierdo-Aymerich, M. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 4(3), 40-49.
- Adúriz-Bravo, A. (2012). Algunas características clave de los modelos científicos relevantes para la educación química. *Educación química*, 23, 248-256.
- Adúriz-Bravo, A. (2013). A 'Semantic' View of Scientific Models for Science Education. *Science & Education* (22):1593–1611.: <https://10.1007/s11191-011-9431-7>
- Adúriz-Bravo, A. (2017). Pensar la enseñanza de la física en términos de “competencias.” *Revista de Enseñanza de La Física*, 29(2), 21–31.
- Adúriz-Bravo, A. (2018). Argumentación basada en modelos desde la perspectiva de la epistemología y la historia de la ciencia. *Tecné Episteme y Didaxis: TED. (Extraordin)*. Recuperado a partir de <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/9201>
- Amador Rodríguez, R. y Adúriz-Bravo, A. (2013). Consensos y disensos en torno al concepto de naturaleza de la ciencia (nos) en la comunidad iberoamericana de didáctica de las ciencias. *Revista Científica*, 15(1), 30–46. <https://doi.org/10.14483/23448350.3936>
- Amador Rodríguez, R. y Adúriz-Bravo, A. (2014). Propositiones epistemológicas con “alta carga teórica” que pueden tener incidencia en la didáctica de las ciencias: un estudio comparativo. *Ciência & Educação (Bauru)*, 20(2), 433-447. <http://dx.doi.org/10.1590/1516-73132014000200011>
- Anaya, P. y Díaz de Bustamante, J. (2017). Análisis del nivel de desempeño para la explicación de fenómenos de forma científica en una actividad de modelización. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(3), 505-520. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92052652001>
- Archer, A. (2014). Cómo facilitar la modelización científica en el aula. *Tecné, Episteme y Didaxis: revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología*, 36, 63-75. <https://doi.org/10.17227/01213814.36ted63.75>
- Besson, U. (2009). Calculating and Understanding: Formal Models and Causal Explanations in Science, Common Reasoning and Physics Teaching. *Science & Education*, 19(3), 225–257. <https://doi.org/10.1007/s11191-009-9203-9>
- Besson, U. (2013). Historical scientific models and theories as resources for learning and teaching: the case of friction. *Science & Education*, 22(5), 1001-1042. <https://doi.org/10.1007/s11191-013-9592-7>
- Böttcher, F. y Meisert, A. (2011). Argumentation in Science Education: A Model-based Framework. *Science and Education*, 20, 103–140 <https://doi.org/10.1007/s11191-010-9304-5>
- Boucigues, M. y Santos, G. (2009). Applets en la enseñanza de la física: un análisis de las características tecnológicas y disciplinares. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(1), 56-74. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2010.v7.i1.04
- Brandão, R. V., Araujo, I. S., & Veit, E. A. (2010). Concepções e dificuldades dos professores de Física no campo conceitual da modelagem científica. *Revista Eletrônica de Ensino de las Ciencias*, 9(3). 669-695.
- Brandão, R. V., Araujo, I. S., & Veit, E. A. (2014). Um estudo de caso para dar sentido à tese de que a modelagem científica pode ser vista como um campo conceitual. *Revista eletrônica de investigação em educação em ciencias*, 9(1), 1-21.
- Castelhano, M., Madaleno, I., y Azinhaga, P. (2013). ¿La tierra crece?;Tal vez! *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(1), 120-132. <https://doi.10498/15001>
- Céspedes, Y. y Tuay, N. (2018). Modelización en mecánica cuántica desde la contextualización. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*. Retrieved from <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/8941>

- Chamizo, J. (2010). Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 7(1), 26–41. <https://doi.org/gjmb>
- Cheng, M. y Lin, J. (2015). Investigating the relationship between students' views of scientific models and their development of models. *International Journal of Science Education*, 37(15), 2453–2475. <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2015.1082671>
- Cid Manzano, R. y Dasilva Alonso, G. (2012). Estudiando cómo los modelos atómicos son introducidos en los libros de texto de Secundaria. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 9(3), 329–337. <http://ojs.uca.es/index.php/tavira/article/view/296>
- Danusso, L., Testa, I. y Vicentini, M. (2010) Improving Prospective Teachers' Knowledge about Scientific Models and Modelling: Design and evaluation of a teacher education intervention. *International Journal of Science Education*, 32(7), 871-905
- Develaki, M. (2012). Integrating scientific methods and knowledge into the teaching of Newton's theory of gravitation: An instructional sequence for teachers' and students' nature of science education. *Science and Education*, 21(6), 853–879.
- Develaki, M. (2017). Addressing science educational issues and goals from a modelling-based perspective—an integrating account: John K. Gilbert, Rosária Justi (2016) modelling-based teaching in science education. *Science and Education*, 26(6), 719–734.
- Doménech Blanco, J. L., Savall Alemany, F., & Martínez-Torregrosa, J. (2013). ¿Los libros de texto de bachillerato introducen adecuadamente los modelos atómicos de Thomson y Rutherford? *Enseñanza de las ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 31(1) 29-43. <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v31n1.764>
- Dorneles, P., Araujo, I. y Veit, E. (2012). Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral. *Ciência & Educação (Bauru)*, 18(1), 99–122. <http://doi.org/10.1590/s1516-73132012000100007>
- Fanaro, M. y Arlego, M. (2018). Difracción de la luz desde un enfoque cuántico: una propuesta para la escuela secundaria. *Revista De Enseñanza De La Física*, 30(1), 63–74. Recuperado a partir de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/20319>
- Ferreira, C., Alencão, A. y Vasconcelos, C. (2015). O recurso à modelação no ensino das ciências: um estudo com modelos geológicos. *Ciência .Educação (Bauru)*, 21(1), 31–48. <https://doi.org/10.1590/1516-73132015001003>
- Galagovsky, L., Di Giacomo, M., y Castelo, V. (2009). Modelos vs. dibujos. El caso de las fuerzas intermoleculares. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 8(1), 1–22. https://www.academia.edu/download/47581714/art1_vol8_n1.pdf
- García-Carmona, A. (2015). Noticias sobre temas de Astronomía en los diarios: un recurso para aprender sobre la naturaleza de la ciencia reflexivamente. *Revista de Enseñanza de la Física*, 27(1), 19-30.
- Garik, P., Garbayo, L., Benétreau-Dupin, Y., Winrich, C., Duffy, A., Gross, N. y Jariwala, M. (2015). Teaching the conceptual history of physics to physics teachers. *Science & Education*, 24(4), 387–408. <https://doi.org/10.1007/s11191-014-9731-9>
- Godoy, O. L. (2018). Modelos y Modelización en ciencias una alternativa didáctica para los profesores para la enseñanza de las ciencias en el aula. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*. (Extraordin). Recuperado a partir de <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/8898>
- Gouvea, J. y Passmore, C. 'Models of' versus 'Models for'. (2017). *Science and Education*. 26, 49–63. <https://doi.org/10.1007/s11191-017-9884-4>
- Giere, R. (1999). Un nuevo marco para enseñar el razonamiento científico. *Enseñanza de las Ciencias*, núm. extra, pp. 63-70.
- Guarín, E., y Méndez-Hincapié, N. (2016). Modelización del efecto Coriolis sobre el movimiento de proyectiles de largo alcance. *Revista de Enseñanza de La Física*, 28(1), 73–82.
- Guarín, E., Moreno, H., y Ramírez, M. (2016). El cono doble ascendente como experimento discrepante para la enseñanza de la física. *Revista de Enseñanza de La Física*, 28(1), 37–49.

- Izquierdo, M. (2014). Los modelos teóricos en la "enseñanza de ciencias para todos" (ESO, nivel secundario). Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/3989>.
- Izquierdo-Aymerich, M. y Aduriz-Bravo, A. (2021). Contribuciones de Giere a la reflexión sobre la educación científica. *Revista de Estudios Sobre la Ciencia y la Tecnología*, 10(1), 75-87. <https://doi.org/10.14201/art20211017587>
- Jaime, A y Escudero, C. (2011). El trabajo experimental como posible generador de conocimiento en enseñanza de la física. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 29(3), 371-380.
- Knuuttila, T. (2011). Modelling and representing: An artefactual approach to model-based representation. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 42(2), 262-271. <https://doi.org/10.1016/j.shpsa.2010.11.034>
- López, S., Veit, E. y Araujo, I. (2016). Una revisión de literatura sobre el uso de modelación y simulación computacional para la enseñanza de la física en la educación básica y media. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 38(2), 1-16. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2015-0031>
- Machado, J. y Braga, M. (2016). Can the History of Science Contribute to Modelling in Physics Teaching? *Science & Education*, 25(7-8), 823-836. <https://doi.org/10.1007/s11191-016-9844-4>
- Machado, J. y Braga, M. (2018). Secondary students' modelling conceptualisation in situations related to particle dynamics: a clinical perspective. *International Journal of Science Education*, 40(13), 1606-1628. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1494394>
- Mäntylä, T. (2013). Promoting conceptual development in physics teacher education: Cognitive-historical reconstruction of electromagnetic induction law. *Science & Education*, 22(6), 1361-1387. <https://doi.org/10.1007/s11191-012-9460-x>
- Massoni, N. y Moreira, M. (2010). Un enfoque epistemológico de la enseñanza de la Física: una contribución para el aprendizaje significativo de la Física, con muchas cuestiones sin respuesta. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(2), 283-308
- Merino, C. e Izquierdo-Aymerich, M. (2011). Aportes a la modelización según el cambio químico. *Educación química*, 22(1), 212-223.
- Oh, P. y Oh, S. (2011). What teachers of science need to know about models: An overview. *International Journal of Science Education*, 33(8), 1109-1130. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.502191>
- Oliva-Martínez, J. y Aragón-Méndez, M. (2009). Contribution of learning with analogies to the modeling thought of science students. *Enseñanza de Las Ciencias Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 27(2), 195-214. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3731>
- Orozco, A. y Amador Rodríguez, R. (2021). Revisión de modelos científicos en la enseñanza de la física: Un análisis para su abordaje en las aulas. *Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza*. Extra. <https://revista.s.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/14875>
- Quintana, A. (2006). Metodología de investigación científica cualitativa. Madrid. Morata.
- Raviolo, A., Ramírez, P. y López, E. A. (2010). Enseñanza y aprendizaje del concepto de modelo científico a través de analogías. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 7(3), 591-612. <http://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/2402>
- Savall-Aleman, F., Domènech-Blanco, J. y Martínez-Torregrosa, J. (2014). El espectroscopio cuantitativo como instrumento para la construcción y uso de modelos de emisión y absorción de radiación en física cuántica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 36(4), 1-8. <https://doi.org/10.1590/s1806-11172014000400003>
- Scarinci, A y Marineli, F. (2014). O modelo ondulatório da luz como ferramenta para explicar as causas da cor. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 36(1), 1-14.
- Sinarcas, V., & Solbes, J. (2013). Dificultades en el aprendizaje y la enseñanza de la Física Cuántica en el bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 31(3) 9-25.
- Solbes, J., & Sinarcas, V. (2010). Una propuesta para la enseñanza aprendizaje de la física cuántica basada en la investigación en didáctica de las ciencias. *Revista de Enseñanza de la física*, 23(2), 57-84

- Soulis, I. y Psillos, D. (2016). Enhancing student teachers' epistemological beliefs about models and conceptual understanding through a model-based inquiry process. *International Journal of Science Education*, 38(7), 1212–1233. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1186304>
- Tay, S y Yeo, J. (2018) Análisis de las 'microacciones' pedagógicas de un profesor de física que apoyan el aprendizaje de diagramas de cuerpo libre por parte de los jóvenes de 17 años a través de un enfoque de modelado. *International Journal of Science Education*, 40 (2), 109- 138. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1401752>
- Tiberghien, A., Vince, J. y Gaidioz, P. (2009). Design - based Research: Case of a teaching sequence on mechanics. *International Journal of Science Education*, 31(17), 2275–2314. <https://doi.org/10.1080/09500690902874894>
- Torres, J. y Vasconcelos, C. (2016). Desarrollo y validación de un instrumento para analizar las visiones de los profesores sobre modelos. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 14(1), 181–198.
- Vallejo, C., Araque, F., & Uribe, A. (2017). Actividades didácticas para el tono como cualidad del sonido, en cursos de física del nivel básico, mediadas por la tecnología digital. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 35(3), 129-150. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/285801>
- Viau, J., Moro, L., Zamorano, R. y Gibbs, H. (2008). La transferencia epistemológica de un modelo didáctico analógico. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 5(2), 170–184. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92050203>
- Williams, G. y Clement, J. (2015). Identifying multiple levels of discussion-based teaching strategies for constructing scientific models. *International Journal of Science Education*, 37(1), 82–107. <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2014.966257>
- Wu, H. (2009). Modelling a Complex System: Using novice - expert analysis for developing an effective technology - enhanced learning environment. *International Journal of Science Education*, 32(2), 195–219. <https://doi.org/10.1080/09500690802478077>
- Zamorano, R., Moro, L. y Gibbs, H. (2011). Aproximación didáctica a la termodinámica con modelos y literatura de ciencia ficción. *Ciência & Educação (Bauru)*, 17(2), 401–419. <https://doi.org/10.1590/s1516-73132011000200010>.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Para citar este artículo: Arlet Orozco Marbello, A., Navarro Bolaño, D., Carvajal Prada, K., Arias Navarro, C., Amador-Rodríguez, R. (2023) Enfoques epistemológicos recurrentes de modelo científico en la enseñanza de la física. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 20(1), 1602. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i1.1602