

Una mirada a los modelos de la física y de su enseñanza en el aula



Diego de Jesús Alamino Ortega¹, Ernesto Chibondo Conde² y Yenile Aguilar Rodríguez¹

¹Centro Universitario "Enrique Rodríguez-Loeches Fernández" Universidad de Matanzas
Calle 54 entre 9 y 11 No. 904 Jagüey Grande, Matanzas, Cuba

²Universidad Mandume Ya Ndemufayo "U.M.N". Instituto Politécnico de Onjiva (I.P.O.),
Cunene, Angola.

E-mail: dalaminortega@gmail.com

(Recibido el 1 de enero de 2025, aceptado el 28 de febrero de 2025)

Resumen

La física es una de las ciencias que más ha tenido que ver con la modelación para llegar a la comprensión de la realidad objetiva: desde el modelo geocéntrico de Ptolomeo, superado por el de Copérnico hasta la actualidad, con modelos como el de la Teoría de la Relatividad Especial y General, el Modelo de las Cuerdas o el Modelo Standard. En los cursos de Física General los autores han identificado más de un centenar de modelos que se tratan en clase, no obstante en la enseñanza tradicional los modelos se presentan como algo acabado sin atender el proceso de su construcción convirtiendo el proceso de enseñanza aprendizaje eminentemente deductivo, acudiendo a explicaciones nomológicas. En el trabajo los autores hacen una revisión conceptual acerca de los modelos en la física y para enfrentar la contradicción manifestada hacen una propuesta para el tratamiento de los modelos en las clases de Física.

Palabras clave: Modelos, Física, Enseñanza de la física.

Abstract

Physics is one of the sciences that has had more to do with modeling to reach an understanding of objective reality: from the geocentric model of Ptolemy, surpassed by that of Copernicus, to the present day, with models such as the Theory of Special and General Relativity, the String Model or the Standard Model. In General Physics courses the authors have identified more than a hundred models that are dealt with in class, however in traditional teaching the models are presented as something finished without attending to the process of their construction, making the teaching and learning process eminently deductive by resorting to nomological explanations. In this work, the authors make a conceptual review about models in physics and, in order to face the contradiction, they make a proposal for the treatment of models in Physics classes.

Keywords: Models, Physics, Physics teaching.

I. INTRODUCCIÓN

La física para llegar al conocimiento de la realidad objetiva, desentrañar y explicar fenómenos, procesos y objetos, ha tenido la necesidad de acudir a la modelación, como no lo han hecho otras ciencias. Esto está condicionado porque la física no es ajena a la multitud de cambios que ocurren en la naturaleza, teniendo en cuenta las formas más elementales del movimiento de la materia, hasta los procesos que ocurren en la escala cósmica y para eso desarrolla teorías y modelos con la intención de explicar cómo funciona el vasto universo.

Copérnico con su modelo heliocéntrico, al colocar al Sol en el centro del sistema planetario, dio inicio a la primera revolución científica que tuvo su colofón en el modelo newtoniano, que con la Ley de Gravitación Universal, de cierto modo dio una justificación para el movimiento regular de los planetas, aun cuando Newton

siendo cuestionado por el origen de la fuerza gravitatoria, haya manifestado: *hypothesees non fingo* (no hago hipótesis), asunto aún pendiente, aunque hay atisbos significativos en la detección de ondas gravitacionales, que pudiera llegar al gravitón, como sucedió con el escurridizo bosón de Higgs.

En la historia de la explicación de los fenómenos luminosos se han alternado los modelos corpuscular y ondulatorio llegándose a la concepción actual del modelo onda-partícula, que como todos los modelos está ceñido a los condicionamientos de su gestación y aplicación. Para el estudio del comportamiento de los gases y fluidos se han elaborado modelos, que para explicar sus comportamientos se han tenido que hacer hipótesis acerca de la estructura de la sustancia. De la abstracción de Demócrito acerca de considerar el modelo del átomo como entidad indivisible se ha avanzado hasta el modelo cuántico del átomo que sitúa

los electrones como partículas en niveles discretos de energía, complementado por los modelos nucleares.

Cuando se desarrolla el proceso de enseñanza aprendizaje (PEA) de la Física General en cualquier nivel y con más incidencia en la Enseñanza Superior, la profusión de modelos encontrados en esta ciencia está presente; los autores han identificado más de un centenar de modelos que deben ser tratados en la clases de Física General que aun transcurre según la enseñanza tradicional, la cual se ha demostrado que no conduce al cambio conceptual [1, 2] Los modelos abundan en la física, pero en la enseñanza poca atención se presta a ellos, tradicionalmente se presentan como algo acabado, sin atender el proceso de su construcción, evolución y condicionamientos, lo que atenta en contra del razonamiento y el pensamiento crítico, primando en clases la explicación nomológica-deductiva [3].

El propósito de este trabajo es mediante la reflexión acerca de la conceptualización y valoración de los modelos y en particular los que pueden presentarse en las clases de física, ofrecer una propuesta de carácter didáctico para el tratamiento de los modelos en clase y que pueda conducir a un aprendizaje significativo. Cabe señalar que en este trabajo no se trata de ofrecer un modelo didáctico para la enseñanza de la física, ni de la enseñanza de la física basada en modelos, sino que la pretensión es, cómo abordar dentro de la Física General los modelos desarrollados por la ciencia, de forma tal que se mejore el conocimiento conceptual de la física, sin aspirar a formulaciones matemáticas que tengan que ser desarrolladas por procesamiento computacional, que es lo que se entiende por modelación matemática.

II. LOS MODELOS Y LA FÍSICA

Pueden encontrarse multiplicidad de definiciones de modelo, en lo cual no hay un consenso, esto tiene que ver con la perspectiva epistémica que se tenga en cuenta, pero en este caso se tratará de lograr un acercamiento a lo que más se aproxime a los modelos empleados en la física y que están presentes en los cursos de Física General, que como característica distintiva tienen que ver con los fenómenos y objetos de la naturaleza.

Acevedo *et al.* [4] consideran que un modelo puede definirse como una representación de entidades tales como objetos, fenómenos, procesos, ideas o sistemas, convirtiéndose en la conexión de la teoría científica con la realidad, a la vez que ayuda al desarrollo de la teoría desde los datos y la pone en relación con el mundo natural. La realidad es que el concepto de modelo ha desplazado al de teoría en los últimos tiempos como sistema nomológico-deductivo, lo cual afirma Roller [3]; aunque no se ahondará en este asunto, la relación teoría modelo es muy fuerte desde cualquiera de las partes que se analice. Luego es de esperar, como consideran Aduriz y Ariza [5], que los modelos se han convertido en un constructo indispensable cuando se quiere entender y principalmente enseñar la ciencia, en este caso la física.

En cuanto a la tipología de los modelos, como toda clasificación presenta anfibia, dependiendo del criterio que se emplee, por ejemplo del contexto y la finalidad del modelo. Frigg y Harman [6] en la diversidad de modelos que abarcan, se refieren a modelos matemáticos, materiales, analógicos, interpretativos, representativos, idealizados y ficticios. Otras clasificaciones añaden a la tipología, modelos gráficos, mentales, computacionales, conceptuales, estadísticos, lo cual no abarca todo lo planteado en la literatura científica.

Se ha dejado para tratar especialmente lo que se ha considerado como modelo físico, que se define como *representaciones tangibles, que imitan el objeto o fenómeno*; lo cual es verdad cuando se trata de un modelo de avión que se introduce en un canal de vientos para ver su comportamiento, pero esto no encaja exactamente en lo que se hace en la física; ¿qué tangible es el modelo del átomo, el modelo de partícula o el planetario? En el caso de la física los modelos resultan híbridos, pueden tener de modelo matemático por el resultado que aportan o mentales, como ha sido el casos de Galileo, con sus experimentos mentales.

Es imprescindible considerar que al trabajar con los modelos o modelizar, si se diera el caso, que las conclusiones que se pueden obtener del mismo solo serán válidas si las suposiciones tenidas en cuenta en su elaboración lo son, así como si se ha hecho uso de la información necesaria y suficiente, y al contrastarlo en la práctica o sacar conclusiones teóricas, se ajusta el ambiente, a las premisas que se tuvieron en cuenta para su elaboración, pues los modelos tienen limitaciones. La realidad objetiva es tan compleja como para ser abarcada por un modelo estático, por esa razón los modelos están impregnados de dinamismo, ya que son aproximaciones a la realidad que deben considerarse como hipótesis científicas, hasta que sean corroboradas por evidencias empíricas suficientes en el ámbito para el que los autores los diseñaron, o sean modificados.

III. LA ENSEÑANZA DE LOS MODELOS DE LA FÍSICA EN EL AULA

El estudio que se reporta está enmarcado en el Proyecto Perfeccionamiento de la Educación Superior, que se lleva a cabo por la Universidad de Matanzas y a la vez forma parte de un tema de doctorado que se desarrolla en el Instituto Superior Politécnico de Ondjiva, Angola y que está inscripto en el Programa de Doctorado en Ciencias de la Educación; el tema de doctorado tiene pretensiones de perfeccionar la enseñanza de la Física en carreras de ingeniería mediante el desarrollo de la capacidad modeladora.

Para este estudio se han revisado un número significativo de artículos relacionados con lo que en la literatura científica se reconoce como modelo y sus clasificaciones, lo cual permite acotar este concepto tan amplio a lo que se trata como modelo en la enseñanza de la

física, del mismo modo se han producido entrevistas con profesores y revisado textos escolares de diferentes niveles de educación y en particular de los empleados en la educación superior en Cuba y Angola (Sears, Zemansky, Young y Freedman, 1996, Resnick, Halliday y Krane 1999), los cuales muchas veces no plantean en el índice que tratarán un determinado modelo aunque en el texto sí se hacen evidentes los diferentes modelos, lo cual es un indicativo más que no se le presta la suficiente atención didáctica a la modelización, como es el caso de profesores encuestados que no identifican a la Física como asignatura que les sirve como herramienta para modelar los problemas que se presentan en las condiciones ingenieriles o para mejor comprender la física, lo que evidencia que existe insuficiente interpretación de las situaciones físicas en correspondencia con su significación para modelar situaciones prácticas ingenieriles.

IV. PROPUESTA PARA TRATAR LOS MODELOS EN LAS CLASES DE FÍSICA

Cuando se habla de la enseñanza de los modelos de la física en el aula esto va más allá de la presentación del modelo por parte del profesor y de que el estudiante memorice la formulación acabada del modelo y pueda repetirlo, práctica que se acostumbra para evaluar al estudiante.

Los modelos son representaciones simplificadas de la realidad objetiva, pero cada una de las simplificaciones tiene una fundamentación que permite a los estudiantes desarrollar una comprensión más profunda de la realidad física que representa el modelo, que no es más que un constructo realizado por el intelecto, no ajustado a la perfección a todos los detalles del objeto o fenómeno, lo que permite promover el pensamiento crítico y analítico mediante el cuestionamiento y la investigación de otras posibilidades que pudiera presentar el modelo, incluso buscando evidencias que lo corroboren, todas estas son habilidades que hay que promover en los estudiantes. Al estudiar los modelos el estudiante puede establecer comparaciones, por ejemplo la ley de la reflexión se puede obtener mediante el modelo de partícula prevaleciente en la mecánica newtoniana o el modelo ondulatorio de Huygens.

La propuesta de los autores en cuanto al tratamiento de los modelos en las clases de Física no consiste estrictamente en preparar al estudiante para que llegue a la modelación matemática de los fenómenos físicos que es lo que más ha sido tratado por diferentes autores [7] sino el tratamiento de los modelos físicos como representaciones de la realidad con su propia lógica interna, sus relaciones de semejanza con los fenómenos, y sus propios medios expresivos en lenguaje simbólico, destacando el contexto en que se dan los modelos, su historia y desarrolladores, la relación con la práctica, evidenciando el método histórico lógico, la ascensión de lo abstracto a lo concreto y la praxis como criterio valorativo de la verdad, aun con sus limitaciones.

Para abordar los modelos en la clase de Física, que respondan a la necesidad del aprendizaje significativo, los

Una mirada a los modelos de la física y de su enseñanza en el aula autores en una forma preliminar basándose en la experiencia y lo recomendado por otros autores proponen seguir un enfoque estructurado que incluya los siguientes pasos:

1. Introducción al contenido que necesita de un modelo para su estudio, despertando el interés de los estudiantes; se pueden emplear ejemplos prácticos y preguntas abiertas, lluvia de ideas que activen el deseo por conocer y el trabajo colaborativo.

2. Construcción colectiva y presentación del modelo que se va a estudiar, atendiendo a los conocimientos previos de los estudiantes y sus opiniones, realizando una descripción detallada de sus componentes principales, dándole especial significación a los argumentos que se tienen en cuenta para formular las hipótesis y premisas que sustentan el modelo, asegurándose que los estudiantes comprendan y acepten las aproximaciones a la realidad.

3. Visualización y representación. Siempre que sea posible y el caso de la física lo es, utilizar recursos visuales como diagramas, gráficos o simulaciones para ilustrar el modelo. Las representaciones visuales ayudan a los estudiantes a entender mejor los conceptos abstractos.

4. Relación del modelo con la práctica. El modelo se hace para conocer e investigar la realidad objetiva, luego en este aspecto hay que proporcionar ejemplos de cómo se relaciona y aplica el modelo a situaciones específicas, solucionar ejercicios o problemas que los estudiantes puedan resolver utilizando el modelo lo que permitirá aplicar lo aprendido y profundizar en la comprensión de fenómenos y procesos que se dan en el campo de la física.

5. Reflexiones, valoraciones y conclusiones. Además de reforzar los aspectos claves acerca del modelo, se requiere que en este momento los estudiantes desarrollen el pensamiento crítico emitiendo valoraciones acerca de si el modelo puede ser extendido a otras áreas del conocimiento, si puede ser modificado, cuan reales y fuertes son las premisas que le dieron origen, en qué medida se ha ajustado a la realidad, valorando los problemas que ha resuelto. Esto es imprescindible para dar cuenta que el modelo ha sido aprehendido.

Este enfoque facilita la comprensión de los modelos, a un nivel superior a la memorización y aplicación mecánica tradicionalmente seguida, además que promueve un aprendizaje activo y colaborativo. Como los modelos son parte integrante de los contenidos de la Física este tratamiento puede contribuir a desarrollar una comprensión más profunda y significativa de los conceptos físicos, preparando a los estudiantes para enfrentar desafíos en su futuro académico y profesional.

VI. CONCLUSIONES

Un breve estudio conceptual acerca de los modelos desde la perspectiva de su empleo en las clases de física diferenciándolo de otras acepciones y contextualizaciones ha quedado como uno de las contribuciones de este trabajo. Explicativa es la propuesta de cómo dar tratamiento en las clases de Física a los modelos, la cual consiste en un

Diego de Jesús Alamino Ortega et al.

procedimiento que en forma secuencial y estructurada debe llevarse a cabo para el aprendizaje significativo de los modelos.

REFERENCIAS

- [1] Benítez, Y. & Mora, C., *Enseñanza tradicional vs aprendizaje activo para alumnos de ingeniería*, Rev. Cub. Fís. **27**, 175-179 (2010).
- [2] García, R., Isaac, A. & Pell, S. M., *Innovación educativa en la Enseñanza Superior: Generadores del aprendizaje de la Física*, Revista Cubana de Educación Superior **41**, (2022).
- [3] Rolleri, J. L., *¿Qué son los modelos físicos?* *Valenciana*, **6**, 271-288 (2013).
- [4] Acevedo, A., García, A., Aragón, M. del M. & Oliva, J. M., *Modelos científicos: significado y papel en la práctica científica*, Rev. Cient. No.30 Sep. /Dic. (2017)
- [5] Aduriz, A. & Ariza, A., *Una caracterización semanticista de los modelos científicos para la ciencia escolar*, Universidad Pedagógica Nacional; Biografía **13**, 26-36 (2014).
- [6] Frigg, R. & Hartmann, S., *Models in Science. Encyclopedia of Philosophy*, (Springer, USA, 2006), Edward N. Zalta
- [7] Torrecilla, R. & Hall, R., *La formación de la capacidad modeladora matemática en el ingeniero*, Mendive, **13**, 50 (2015).