

Estrategia Didáctica para el aprendizaje del funcionamiento de la ciencia, desde el Curso Propedéutico Introducción a la Física

Didactic Strategy for learning how science works, from the Introduction to Physics Propedeutic Course

MSc. Luis Manuel Méndez Pérez^{1*}, <https://orcid.org/0000-0003-0691-8800>

Dr.C. Francisco Rafael Martínez-Sánchez¹, <https://orcid.org/0000-0001-9678-3027>

MSc. Lidia de las Mercedes Ferrer Tellez¹, <https://orcid.org/0000-0001-7160-6833>

MSc. Idelisa Bergues Cabrales¹, <https://orcid.org/0000-0002-9740-7821>

¹Universidad de Oriente, Cuba

*Autor para correspondencia. email lmendez@uo.edu.cu

RESUMEN

Introducción: Este trabajo presenta la estrategia didáctica para optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje de ese Curso Propedéutico Introducción a la Física del primer año de la Licenciatura en Física .

Materiales y métodos: Mediante un análisis histórico-lógico de las concepciones aplicadas en la enseñanza de la Física según la bibliografía revisada, se trabajó con alumnos del primer año de la Licenciatura en Física de la Universidad de Oriente, en específico, en el Curso Propedéutico "Introducción a la Física".

Resultados: La propuesta tiende a eliminar el énfasis en la memorización y utilización mecánica de las ecuaciones, usuales en la enseñanza media y sí enfatizar en los métodos y vías de adquisición del conocimiento científico que por su carácter metodológico permite organizar la asignatura y establecer estrategias didácticas más acordes con el método de la Física.

Discusión: La enseñanza de la ciencia debe involucrar su propia naturaleza y tomar la forma de investigación científica pues la enseñanza de las Ciencias Físicas en general, se reduce a la presentación de conocimientos ya elaborados y no se da a los estudiantes la oportunidad de conocer las actividades características del trabajo científico.

Conclusiones: Esta estrategia debe permitir cambiar los preconceptos y métodos de trabajo de los alumnos, haciéndolos sentirse "descubridores"; permitirles comprender más cabalmente los nuevos conceptos y la necesidad de generalización de otros.

Palabras clave: Enseñanza de la Física, 01.40.-d; Métodos de enseñanza, 01.40.gb; Ciencia en la escuela, 01.40.E; Carrera de Física, 01.85+ft.

ABSTRACT

Introduction: This work presents the didactic strategy to optimize the teaching-learning process of this Introduction to Physics Propedeutic Course of the first year of the Physics Degree.

Materials and methods: Through a historical-logical analysis of the concepts applied in the teaching of Physics according to the reviewed bibliography, we worked with first-year students of the Physics Degree from the Universidad de Oriente, specifically, in the Propedeutic Course. "Introduction to Physics".

Results: The proposal tends to eliminate the emphasis on the memorization and mechanical use of the equations, usual in secondary education, and to emphasize the methods and ways of acquiring scientific knowledge that, due to its methodological nature, allows organizing the subject and establishing didactic strategies. more in line with the method of Physics.

Discussion: The teaching of science must involve its own nature and take the form of scientific research since the teaching of Physical Sciences in general is reduced to the presentation of knowledge already elaborated and students are not given the opportunity to know the activities characteristic of scientific work.

Conclusions: This strategy should allow changing the preconceptions and work methods of the students, making them feel "discoverers"; allow them to understand more fully the new concepts and the need for generalization of others.

Keywords: Physics education, 01.40.-d; Teaching methods, 01.40.gb; Physics careers, 01.85+ft; Science in school, 01.40.E.

Recibido: 11/6/2022 Aprobado: 25/10/2022

Como citar este artículo: Méndez Pérez, L. M., Martínez Sánchez, F. R., Ferrer Tellez, L. M. y Bergues Cabrales, I. (2023). Estrategia Didáctica para el aprendizaje del funcionamiento de la ciencia, desde el Curso Propedéutico Introducción a la Física. Revista *Maestro y Sociedad*, 20(1), 177-182. <https://maestrosociedad.uo.edu.cu>

Introducción

El Premio Nobel de Física León Lederman (citado por Alamino *et al.*, 2018) en su Conferencia "The Role of Physics in Education" en la VIII Interamerican Conference on Physics Education, celebrada en La Habana 7-11 julio, 2003, decía: ¿Qué es lo que queremos que recuerden los estudiantes de aquí a diez años? ¿Habrán asimilado todas las fórmulas que les dimos? Todas las disciplinas deberían sacrificar el 20 % de su contenido para enseñar cómo funcionan las ciencias y el proceso de su descubrimiento, el adolescente debe salir con un pensamiento científico.

Pero según plantean los mismos autores (Alamino *et al.*, 2018), se aprecia a través de lo que manifiestan diferentes autores y de las experiencias mostradas que prevalece el orden mecánico y memorístico en la enseñanza de la física, existiendo la tendencia a la enseñanza formal, utilitaria y funcional. Siendo como analiza Moreira (2021) que lo más común en la enseñanza de la Física es generar una indisposición, no una predisposición, para aprenderla significativamente, lo que trae como consecuencia que pocos estudiantes se sientan motivados por esta ciencia y por tanto a optar por sus carreras en las Universidades.

En consonancia con esos criterios, la experiencia muestra que los pocos estudiantes que se deciden a matricular en el primer año de la carrera de Licenciatura en Física de la Universidad de Oriente, presentan una baja preparación y un desconocimiento casi total de los métodos de trabajo en la Física, por ello, se incluyó en el Plan C (Mes, 1990) una asignatura propedéutica denominada "Introducción a la Física" como forma de nivelación de conocimientos necesarios para el éxito académico en este año tan complejo; que ahora se retoma por existir los mismos factores mencionados, agravados por los efectos de la pandemia de la Covid-19, el diseño de esta nueva asignatura es presentado por Méndez y Martínez (2022).

En este trabajo se presenta la estrategia didáctica para optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje de ese Curso Propedéutico Introducción a la Física del primer año de la Licenciatura en Física de la Universidad de Oriente (UO), la que se concibe de manera holística y vinculando el método de enseñanza-aprendizaje con el método de investigación científica de la Física, con el objetivo de contribuir a formar y desarrollar este método en los estudiantes incluyendo, la orientación y realización de trabajos de laboratorio con características similares al trabajo profesional de los físicos, lo que permite cambiar los preconceptos y métodos ingenuos de trabajo de los estudiantes.

Materiales y métodos

El presente estudio se inscribe como una investigación documental, utilizando el método histórico-lógico que se concreta en un análisis sintético y reflexivo; basado en la revisión bibliográfica de diferentes fuentes relacionadas con el tema. Pues Méndez (2014) definió una estrategia que permitió el desarrollo de habilidades y la preparación de los estudiantes de grado 12 para su ingreso a las carrera universitaria de Física en el Proyecto de grado 12, de tomar como categoría didáctica entorno a la cual gravitan las otras, el método y buscar una concordancia o isomorfismo entre el método de enseñanza y el método de investigación científica de la Física (Méndez, 2016). Las conclusiones de este análisis se proponen aplicar en el nuevo curso propedéutico "Introducción a la Física" propuesto por Méndez y Martínez (2022).

Resultados

Como resultado del análisis, se considera que para estar en concordancia con los planteamientos de Lederman (citado por Alamino *et al.*, 2018), que las disciplinas deben enseñar cómo funcionan las ciencias y el proceso de su descubrimiento, para que el adolescente adquiera un pensamiento científico; (Kang y Wallace, 2004) en cuanto a que la enseñanza de la ciencia debe involucrar "su propia naturaleza" y tomar la forma de investigación científica; lo que es reafirmando por (Cachapuz *et al.*, 2005); la estrategia didáctica de impartición del nuevo curso propedéutico de Introducción a la Física propuesto por Méndez y Martínez (2022) debe seguir la tendencia de enseñanza-aprendizaje significativo para que los alumnos aprendan Física en el contexto de sus propias experiencias culturales, sus preocupaciones y concepciones y para ello se debe aplicar en este diseño la concordancia o isomorfismo entre el método de enseñanza y el método de investigación científica de la Física; o sea, aplicar las consideraciones propuestas o aplicadas en Méndez *et al.* (1997), Méndez (2014) y Méndez (2016).

Todo esto debe hacerse teniendo en cuenta que la Física como disciplina científica ha tenido su desarrollo concatenando armónicamente. La experimentación y observación, Obtención de leyes empíricas y creación

de modelos, Creación de teorías y Predicción de nuevos hechos, de acuerdo con en el esquema simplificado presentado en la Figura 1. Incluyendo, además, las habilidades lógicas de inducción y deducción, como parte de los métodos de cognición científica y el pensamiento lógico en general.

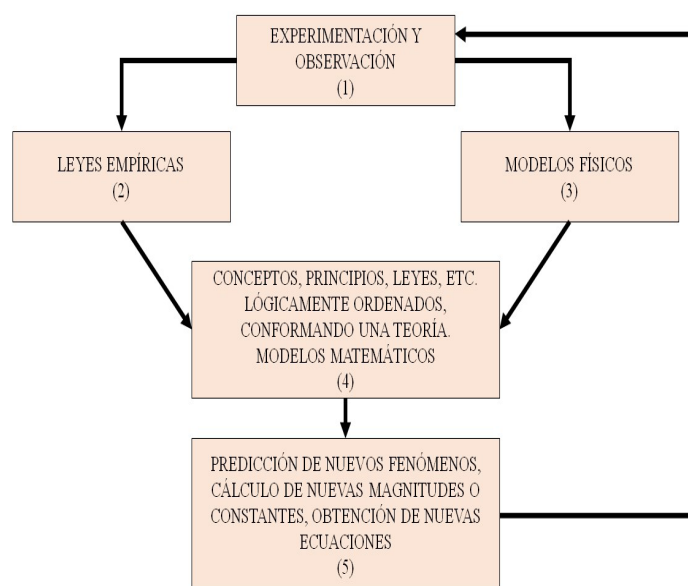


Fig. 1 Esquema simplificado del método de adquisición del conocimiento científico.

De esta forma aparecen explícita en el proceso de enseñanza aprendizaje los atributos inherentes al proceso de cognición científica (inducción, deducción, analogías, inferencias, conjeturas, análisis, síntesis, generalización, etc.). Por tanto, se puede elegir la inducción y la deducción de una manera clara como vía de presentación y exposición de cualquier tópico. Presentándoles a los alumnos el método científico de investigación, como lo crearon los fundadores de la ciencia, cambiándoles sus métodos ingenuos de trabajo y haciéndolos sentirse “descubridores”.

En el diseño se tiene en cuenta también lo citado por Bravo *et al.* (2010) sobre el establecimiento de analogías entre las ideas precientíficas o intuitivas de los alumnos y aquellas que fueron construidas en el transcurso de la historia en el seno de la comunidad científica; ratificando lo ya analizado por Candela (1991), cuando plantea que los alumnos construyen su propia representación del mundo físico y elaboran teorías e hipótesis sobre los fenómenos que observan, las que presentan semejanza con concepciones que estuvieron vigentes en la historia del pensamiento y que Brookes y Etkina (2009) ejemplifican con la comprensión de los conceptos de fuerza y movimiento que tienen los alumnos, que sigue un modelo de desarrollo histórico partiendo de los griegos y filósofos medievales hasta los primeros físicos como Galileo y Newton.

Por estas últimas consideraciones también en el diseño se tiende a seguir un orden histórico por sobre el lógico para que los estudiantes se encuentren en una situación similar a la de los científicos que desarrollaron la ciencia, acercándose a sus preconcepciones lo que permite más fácilmente su cambio conceptual y por tanto comprender más cabalmente los nuevos conceptos y la necesidad de generalización de otros.

Esta asignatura “Introducción a la Física” (Méndez y Martínez 2022) dentro del curso propedéutico está dirigida a ampliar la preparación cultural general de los estudiantes, consolidando, sistematizando y profundizando sus conocimientos de Física del preuniversitario para lograr la continuidad de estudios en la carrera de Licenciatura de dicha ciencia; haciendo énfasis en algunos métodos de trabajo de la misma, como la observación, la experimentación y la medición; distinguiendo el método de la inducción del de la deducción y destacando por ejemplo, como la ley la conservación y transformación de la energía se verifica en todos los objetos y fenómenos físicos con independencia de su propia naturaleza.

La asignatura tiene como Objetivos Instructivos que el estudiante:

- Sea capaz de aplicar los conceptos y leyes esenciales de la formulación newtoniana de la Mecánica y las de conservación; empleando los métodos inductivos y deductivos propios de la Física para la solución de problemas teóricos y experimentales, cualitativos y cuantitativos, sobre los temas objeto de estudio.
- Sea capaz de acotar la situación planteada al precisar el problema con los datos que se han dado con la intención de comprender mejor el problema, y se elaboren soluciones que lleven a la contrastación de la

hipótesis planteada y se presenten los resultados alcanzados de manera escrita u oral.

Y como habilidades:

- Medir determinadas magnitudes físicas, verificando experimentalmente propiedades, relaciones o constantes físicas.
- Calcular el valor medio aritmético y de las incertidumbres en mediciones directas e indirectas
- Procesar gráficamente, los resultados de un experimento e interpretarlos.
- Aplicar las leyes de Newton y las de conservación en la solución de problemas teóricos, hallando e interpretando dichas soluciones.

Se asume un nivel de profundidad matemático fijado por el álgebra, la geometría y la trigonometría, así como elementos del álgebra vectorial de modo que puedan desarrollarse las habilidades de su aplicación en la solución de problemas físicos.

Para la asignatura (Méndez y Martínez, 2022) se concretan tres temas, el primer tema es una introducción general a la asignatura en particular y en general al método experimental de la Física; el segundo a las leyes del movimiento mecánico causado por las interacciones gravitatorias, eléctricas y magnéticas finalmente el tercero a las leyes de conservación de la energía y la cantidad de movimiento.

Tema 1 Física, su método experimental

Física, su objeto, problema y métodos. Papel del experimento y la observación. La medición en física. Modelos físicos y matemáticos. La inducción y la deducción. Vinculación de la física con otras ciencias y su papel en el desarrollo científico-técnico. Magnitudes físicas. Dimensiones de las magnitudes Físicas. Análisis dimensional. Sistemas de Unidades, sistema internacional. Incertidumbres en las mediciones. Mediciones directas e indirectas. Valor medio e incertidumbre medio cuadrático. Ajuste de gráficos lineales, cuadráticos, exponenciales y potenciales.

Tema 2 Movimiento mecánico, interacciones

El movimiento mecánico. Modelo de partícula. Cinemática, movimiento en una y dos dimensiones. Gráficos de las magnitudes cinemáticas. Movimiento planetario, leyes de Kepler. Leyes de la mecánica newtoniana. Leyes de fuerza. Las fuerzas de gravitación. Fuerzas eléctricas y magnéticas. Movimiento de partículas cargadas en campos magnéticos y eléctricos. Descubrimiento del electrón.

Tema 3 Leyes de conservación

Leyes de conservación de la energía mecánica y la cantidad de movimiento lineal. Método de trabajo con las leyes de conservación. Colisiones. Modelo atómico nuclear. Conservación de la energía: Ley del fotoefecto, concepción corpuscular de la luz. Serie de Balmer. Átomo de hidrógeno de Borh.

Como se planteó antes, siguiendo el esquema de la Figura 1 se puede elegir la inducción y la deducción de una manera clara como vía de presentación y exposición de cualquier tópico, por ello en el segundo tema se sigue una lógica fenomenológica-inductiva, sentando las bases conceptuales que permitan fundamentar una teoría y en los temas siguientes se tiende a seguir una lógica hipotética-deductiva.

Esto se hace porque los alumnos necesitan: primero acumular conocimientos a un nivel sensorial (empírico) y después en correspondencia con operaciones lógicas concretas, organizarlos y sistematizarlos de forma que puedan transformar sus preconceptos y llegue entonces al conocimiento teórico. Todo esto, tal y como si estuviesen realizando una investigación científica, pues en esencia, los estudiantes no están más que, adquiriendo conocimientos del mundo que los rodea.

Así mismo, en el segundo tema se presentan los resultados experimentales con sus leyes empíricas y se comienza a formular hipótesis y modelos físicos; en tanto en el tercero se formulan las consideraciones teóricas fundamentales y los modelos matemáticos que permitan realizar deducciones de nuevos hechos y explicar los resultados experimentales ya conocidos; se muestra así el carácter heurístico de toda teoría. En el tercer tema los tópicos relativos a el fotoefecto, la serie de Balmer y al átomo de hidrógeno de Borh se introducen con el fin de mostrar la generalidad de la ley de conservación de la energía, que se satisface tanto en el macro como en el micromundo, o lo que es lo mismo, tanto en los fenómenos clásicos como en los cuánticos.

La primera parte del primer tema se desarrolla en forma de conferencias con el objetivo de que los estudiantes comprendan la naturaleza de la física como ciencia, como ella se ha ido construyendo en el tiempo, distinguiendo entre la teoría y el experimento y cómo se complementan ambos. Se tratan, además, algunos conceptos básicos de la teoría de las incertidumbres para el procesamiento de los datos experimentales con la finalidad de que los estudiantes puedan reportar el valor medio de las magnitudes medidas y su cota de incertidumbre y así comparar los resultados de la teoría con los obtenidos experimentalmente.

A lo largo del curso se abordarán con especial énfasis aspectos básicos característico del trabajo experimental,

sobre la base de los trabajos de laboratorios proyectados para las diferentes unidades. Trabajos de laboratorio devenidos en actividades donde se pongan en juego los contenidos del nivel en la solución de problemas experimentales, los trabajos propuestos son: Mediciones directas e indirectas; Determinación de la densidad cuerpos regulares; Lanzamiento de proyectiles; Constante elástica ley de Hooke; Péndulo simple; Péndulo balístico.

Los estudiantes deben realizar estos trabajos experimentales asumiendo un papel activo, escribiendo informes contentivos de los resultados y luego presentarlo en forma oral ante el profesor y los demás estudiantes con la finalidad de que desarrollen la comunicación y promover el intercambio de ideas, o sea, la realización de trabajos de laboratorio con características similares al trabajo profesional de los físicos. Por lo que se debe seguir una metodología análoga a la alternativa metodológica planteada por Landa et al. (2019) de cuatro etapas:

- Etapa 1: De formulación de problemas y planteamiento de hipótesis.
- Etapa 2: De diseño experimental.
- Etapa 3: De ejecución del experimento, procesamiento de la información y elaboración de conclusiones.
- Etapa 4: De comunicación de los resultados.

Como se planteó en el segundo tema se utiliza una lógica fenomenológica-inductiva, un ejemplo de ello es como presentar la ecuación de la caída libre de los cuerpos, para ello se parte de la descripción de un experimento, del cual se presentan los valores correspondientes a la velocidad y la posición medidos en función del tiempo. Con esos datos se construyen los gráficos de la velocidad (v) y la posición (y) en función del tiempo, siguiendo los métodos explicados en el Tema 1 concluyéndose que para este movimiento la velocidad es una función lineal del tiempo y la posición es una función cuadrática del tiempo.

$$v = g t , \quad y = \frac{1}{2} g t^2$$

De tal forma las leyes de la caída libre se presentan como leyes empíricas, obtenidas de los resultados experimentales, las que se pueden generalizar y plantear las siguientes ecuaciones.

$$v = v_0 + g t , \quad y = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$$

El tercer tema, por el contrario, se presenta siguiendo una vía hipotético-deductiva como, por ejemplo: a partir de la segunda ley del movimiento de Newton, se definen el impulso y el trabajo, deduciéndose matemáticamente los teoremas de la variación de la cantidad de movimiento y el impulso y el de la variación de la energía cinética y el trabajo.

También se deducen las leyes de conservación respectivas para las partículas, las que se aplican, entre otros, a casos particulares, como el del Péndulo Balístico que es resuelto en el aula teóricamente y que los alumnos realizan el experimento, entre las prácticas de laboratorio propuestas, con el fin de corroborar ese resultado obtenido.

Que para el caso particular de un proyectil de masa $m = 7,7 g$ al incrustarse en el péndulo de masa, la velocidad de salida del proyectil según el cálculo teórico es, y coincide, dentro de la incertidumbre del experimento, con la obtenida en el experimento.

Discusión

Relativo al diseño del curso de “Introducción a la Física General” del Plan C (Mes, 1990), con la concepción al cambio conceptual de los estudiantes y con una perspectiva constructivista del aprendizaje (Méndez *et al.*, 1997). Según Lederman (2003) todas las disciplinas deberían sacrificar el 20 % de su contenido para enseñar cómo funcionan las ciencias y el proceso de su descubrimiento, el adolescente debe salir con un pensamiento científico.

Kang y Wallace (2004) plantean que la enseñanza de la ciencia debe involucrar su propia naturaleza y tomar la forma de investigación científica; lo que es reafirmando por Cachapuz et al. (2005), la enseñanza de las Ciencias Físicas en general, se reduce a la presentación de conocimientos ya elaborados y no se da a los estudiantes la oportunidad de conocer las actividades características del trabajo científico, haciendo que estos tengan una visión empobrecida y distorsionada de la ciencia.

Conclusiones

Esta estrategia propuesta para la asignatura "Introducción a la Física" tiende a eliminar el énfasis en la memorización y utilización mecánica de las ecuaciones, usuales en la enseñanza media y sí enfatizar en los métodos y vías de adquisición del conocimiento científico que por su carácter metodológico permite organizar la asignatura y establecer estrategias didácticas más acordes con el método de la Física.

Esta estrategia debe permitir cambiar los preconceptos y métodos de trabajo de los alumnos, haciéndolos sentirse "descubridores"; permitirles comprender más cabalmente los nuevos conceptos y la necesidad de generalización de otros, pues el mismo posee un carácter metodológico, que permite organizar la asignatura, unidades y estrategias de enseñanzas para las clases basándose en el método de la Física.

Referencias bibliográficas

1. Alamino Ortega, D. J., Aguilar Rodríguez, Y. (2018). Hacia una enseñanza de la Física apegada a sus fundamentos. *Rev. Cub. Fis.*, 35(1).
2. Bravo, B. et al., (2010). Los modelos de la ciencia para explicar la visión y el color: Las complejidades asociadas a su aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias*, (28), 113-126.
3. Brookes, D. T., Etkina, E. (2009). "Force," ontology, and language, *Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res.* 5 0101110.
4. Cachapuz, A. et al. (2005). A necessária renovação do ensino das ciências. Ed. Cortez.
5. Candela, M. (1991). *Rev. Mex. Fis.* 37(3), 512.
6. Kang, N.-H., Wallace, C., (2004). Secondary Science Teachers' Use of Laboratory Activities: Linking Epistemological Beliefs, Goals, and Practices. *Science Teacher Education*, 89, 140-165.
7. Landa L. y Morales C. (2019). Alternativa metodológica para el uso del método científico experimental en las clases de laboratorio de Física. *Rev. Cub. Fis.*, 36(1), 77.
8. Méndez Pérez, L. M. (2016). Una presentación histórica e inductiva alternativa del curso de Mecánica. VII Taller Iberoamericano de Enseñanza de la Física Universitaria. <http://tiberio.uh.cu/>
9. Méndez Pérez, L. M., et al. (2014). Estrategias didácticas para optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en el grado 12 de la Universidad de Oriente e incrementar la motivación hacia la profesión. XIII Simposio y XI Congreso Sociedad Cubana de Física.
10. Méndez Pérez, L. M., Martínez Sánchez, F. R. (2022). Curso propedéutico de Física para estudiantes de nuevo ingreso a la Licenciatura en Física. VII Taller de Enseñanza de la Física.
11. Méndez Pérez, L. M., Martínez Sánchez, N., González Martínez, R. (1997). Diseño de un curso de Introducción a la Física General: concebido hacia un cambio conceptual. I Taller Iberoamericano de Enseñanza de la Física Universitaria.
12. Mes. (1990). Plan de estudio "C". Licenciatura en Física. Comisión Nacional de la Carrera de Física. Ministerio de Educación Superior.
13. Moreira, M. A. (2021). Predisposición para un aprendizaje significativo de la física intencionalidad, motivación, interés, autoeficacia, autorregulación y aprendizaje personalizado. *Rev. Ens. Fis.*, 33(1), 141- 146.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.