

DEFICIENCIAS DE LOS ESTUDIANTES EN EL LABORATORIO DE FÍSICA II ERRORES EN EL LABORATORIO

AUTORES: Faustino Leonel Repilado Ramírez¹

Ángela Giralt Sánchez²

Yolanda Andrial Mora³

José Palacios Mustelier⁴

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: flrepila@uo.edu.cu

Fecha de recepción: 29 - 09 - 2017

Fecha de aceptación: 13 - 11 - 2017

RESUMEN

Se muestran los principales errores que presentan los estudiantes en el laboratorio de Física II relacionados con el conocimiento físico de los conceptos, leyes, principios, etc., de la física; así como en la comprensión y aplicación de la secuencia: modelo mental - modelo conceptual - método o modelo experimental - instalación experimental como una de las vías principales en la comprensión de las leyes y principios físicos y su ulterior aplicación a fenómenos físicos, los cuales se manifiestan en los diversos perfiles ingenieriles o en la vida diaria.

Se analizan las posibles causas que provocan esos errores, insuficiencias o deficiencias y se proponen algunas sugerencias para eliminarlas

PALABRAS CLAVE: enseñanza; laboratorio; errores; modelos; métodos.

THE DEFICIENCIES OF THE STUDENTS IN THE LABORATORY OF PHYSICS II

ABSTRACT

The main errors that students present in the laboratory of Physics II related with the physical knowledge of the concepts, laws, principles, etc., of the Physics are shown; as well as in the understanding and application of the sequence: mental model, conceptual model, experimental method (experimental model) and experimental installation as one of the main ways in the understanding of the laws and physical principles and their ulterior application to physical phenomena which are manifested in the diverse profiles of the engineering or in the daily life.

¹ Doctor en Ciencias, Profesor Titular y Profesor Consultante de la Universidad de Oriente, en Santiago de Cuba.

² Profesora Auxiliar de la Universidad de Oriente, en Santiago de Cuba. E- mail: angelagiralt@uo.edu.cu

³ Profesora de la Universidad de Oriente, en Santiago de Cuba E-mail: yolandaandrial@uo.edu.cu

⁴ Profesora Auxiliar de la Universidad de Oriente, en Santiago de Cuba. E- mail: jpalacios@uo.edu.cu

The possible causes that produce those errors, inadequacies or deficiencies are analyzed and make some suggestions to eliminate its.

KEYWORDS: teaching; laboratory; errors; models; methods

INTRODUCCIÓN

Está fuera de dudas la trascendencia de la Física en el proceso de formación del profesional (PFP), particularmente en el de ingeniería y, dentro de ella, la formación experimental en los laboratorios de Física General, no sólo por lo que aporta en el conocimiento físico de aquella realidad con la que opera ese tipo de profesional y las habilidades que durante su estudio se forman o perfeccionan, sino también, y en última instancia, por el simple hecho que la física es fundamento de todas las carreras de ingeniería y su dominio es condición “*sine quo non*” para el desenvolvimiento exitoso del mismo en sus esferas de actuación correspondientes.

El laboratorio de Física se presenta como el “*súmmum*” de la integración en las mentes de los estudiantes de los conocimientos, las habilidades, los valores y las valoraciones acerca del mundo y la manera científica de describir, explicar, predecir y controlar sus fenómenos.

Por otro lado, es justo afirmar que aquel proceso de formación no se caracteriza por su espontaneidad o improvisación, sino por su altísima carga de intencionalidad.

Desarrollar las prácticas del laboratorio a plenitud y extraer de ellas todo aquello que puedan brindar proporciona, al menos, lo siguiente:

- Comprender, aunque tal vez indirectamente, la armonía y belleza de la naturaleza y las leyes que la rigen a escala de laboratorio docente
- Comprobar la validez de las principales leyes o principios de la física
- Operar con modelos
- Aplicar las leyes de la física en la descripción, explicación, predicción y control de la conducta de fenómenos
- Calcular las principales constantes físicas universales
- Familiarizarse con las instalaciones experimentales que se emplean con esos fines

Sin embargo, la práctica pedagógica consuetudinaria revela otro panorama: *los estudiantes presentan todo un abanico de serias dificultades* en las diversas etapas por las que pasa la realización de las prácticas, siendo las más reveladoras y salientes:

- Inadecuado dominio del manejo de la bibliografía recomendada

- Insuficiente preparación en los aspectos teóricos del contenido de la práctica
- Desconocimiento o incompreensión de los problemas a los que darían solución en los marcos de las prácticas de laboratorio
- Memorización - en el mejor de los casos - de los conceptos y leyes básicas de la física con las que operarán sin profundizar en su verdadero contenido físico
- Incapacidad de aplicar los conceptos y leyes a situaciones nuevas o similares a las que deben resolver en el laboratorio
- Serias dificultades para operar con modelos, sean estos teóricos o prácticos
- Insuficiente poder de descripción de las características básicas de sus modelos mentales, los modelos conceptuales que aparecen en la bibliografía, los métodos o modelos experimentales que se adoptarán para medir ciertas magnitudes o constantes físicas que se concretan en la instalación experimental que se utiliza en la práctica de laboratorio que les corresponde realizar
- Desvinculación casi absoluta en sus ideas sobre el problema que van a enfrentar en la práctica, el modelo experimental que emplearán para medir las magnitudes o constantes significativas y la instalación experimental que adoptarán para esos fines
- Ínfimo aprovechamiento de la teoría de errores en la estimación de las mayores contribuciones de las fuentes de errores y su impacto en el perfeccionamiento de las propias prácticas
- Insuficiente dominio en la “lectura física” de las gráficas obtenidas; así como de las relaciones: gráfica – ecuación y ecuación gráfica
- Falta de concepción, orden, armonía, coherencia y elegancia en la elaboración, presentación y defensa del informe de la práctica
- Exiguo vocabulario no sólo técnico, sino principalmente, cultural

y muchas más que harían interminable este inventario.

Con excesiva frecuencia se da por sentado, explícita o implícitamente, que el estudiante del perfil ingenieril no realiza todo el esfuerzo necesario para comprender los fundamentos de la física universitaria, atribuyéndole, casi exclusivamente y cual saco roto donde van a parar todas las culpas de los pésimos resultados o severas falencias que presentan, “a la falta de estudio de los estudiante”. Ese es un camino demasiado expedito y minimalista y en plena correspondencia con la llamada “regla del mínimo esfuerzo”.

Es cierto que los estudiantes no se esfuerzan ni estudian todo lo que requiere la Educación Superior. Esa es una verdad incuestionable. Sin embargo, es injustificable atribuirle exclusivamente la responsabilidad de los malos

resultados que obtienen. Al parecer, es necesario delimitar culpas de manera que también se consideren otros actores o entidades implicadas en el PFP. En ese sentido, sería prudente repensar y replantear el resultado del proceso valorando más objetivamente algunas otras aristas del mismo y no olvidar que:

- El proceso de formación del profesional es ante todo bilateral y por tanto, su éxito o fracaso no debe recaer únicamente en uno de sus actores, sea éste el profesor o el estudiante. La cuestión radica en la proporción de las acciones que emprendan ambos
- La práctica pedagógica revela que la formación precedente no garantiza el dominio de los métodos, competencias, habilidades, conocimientos, etc., necesarios para el desempeño exitoso en los predios universitarios,

Hay que recontextualizar y reconstruir los métodos, procedimientos y técnicas pedagógicas universitarias para, sin declinar el rigor del contexto universitario, poder:

- i. Brindar a los estudiantes que los necesiten la “ayuda oportuna y diferenciada” en cualquiera de sus variantes, ajena de paternalismos retrógrados e injustificados, para “emparejarlos o ponerlos a tono” paulatinamente con las exigencias del proceso
- ii. Ajustar o reformar los métodos de enseñanza – aprendizaje para convertirlos en algo vivo, motivante y creativo.

En resumen, los autores consideran que si bien los estudiantes no realizan todo el esfuerzo necesario ni estudian consecuentemente, los profesores pueden todavía valorar vías alternativas para transformar el PFP en algo creativo, motivante, desarrollador, interesante y exigente que compulse al estudiante a su auto formación, a su auto perfeccionamiento.

Con respecto a las insuficiencias de los estudiantes y al ineludible rigor universitario, la clave no está en bajar la exigencia, sino por el contrario, elevarla de modo creciente y paulatino buscando tornar el proceso en un reto, en un desafío cuya superación se revierta no sólo en lo instructivo, sino también en lo educativo y desarrollador de la voluntad y otros valores morales imprescindibles en las personas de estos tiempos. En ese sentido son ciertas las palabras de Greca cuando afirma.... "Cuando entendemos un fenómeno físico, sabemos cuál es su causa y resultado, sabemos cómo iniciarlo, influenciarlo o evitarlo; en el lenguaje de Johnson-Laird, es tener un modelo de trabajo de ese fenómeno Greca, (1995)".

En otro orden de cosas, en vez de considerar que el resultado - exitoso o fallido – del proceso es responsabilidad exclusiva del estudiante, apréciase éste como un proceso de intercambio, de colaboración, de enriquecimiento mutuo, de facilitación bilateral que permita encarar preguntas tales como:

- ❖ ¿Por qué no estudian los estudiantes?
- ❖ ¿Cuánto se hace para que lo hagan?

- ❖ ¿Qué se dejó de hacer?
- ❖ ¿Cómo hubiese quedado mejor?
- ❖ ¿Qué fue lo errado?
- ❖ ¿Ellos tienen exclusivamente toda la culpa de los resultados?
- ❖ ¿Son los profesores?
- ❖ ¿Los métodos didácticos que se emplean son adecuados?

y muchas otras más.

El propósito del presente trabajo es revelar que muchas de las deficiencias que los estudiantes presentan tienen como denominador común la insuficiente motivación que provoca el contenido que se aborda, los métodos, procedimientos y técnicas que se emplean y cómo se presentan en el laboratorio de física.

El problema que se aborda se focaliza en las explicaciones inconsecuentes o erradas que ofrecen los estudiantes acerca de la conducta de los fenómenos físicos en el ámbito de los laboratorios, las que se encuentran enmarcadas en la contradicción entre la realidad física vista desde la perspectiva del trabajo experimental y el aparato teórico – experimental que dominan para explicarla.

DESARROLLO

Aunque de hecho esas deficiencias tienen muchas causas interconectadas, los autores estiman que una enorme incidencia en su manifestación se localiza en el tratamiento inadecuado de la secuencia: modelo mental → modelo conceptual → método experimental → instalación experimental.

Los autores son del criterio que todas esas insuficiencias están interconectadas y cualquier análisis que se realice debe partir de la valoración de esos nexos, sin embargo, *y sólo para el análisis*, en este trabajo se abordará esa secuencia de relaciones en pleno desenvolvimiento, es decir: *del modelo mental al conceptual, de éste al método experimental y de ahí, a la instalación experimental*”

Hay autores que se refieren a los modelos mentales como estructuras mentales de las personas o según el propio Johnson –Laird ...“*La teoría de los modelos mentales se ha pensado para explicar los procesos superiores de la cognición y, en particular, la comprensión y la inferencia. Sugiere un inventario simple de tres partes para el contenido de la mente: hay procedimientos recursivos, representaciones proposicionales y modelos. Los procedimientos son indecibles. Llevan a cabo tareas como el mapeamiento de las representaciones proposicionales dentro de los modelos. También proyectan un modelo subyacente dentro de otras formas especiales de modelos -una visión bidimensional o imagen. Hay presumiblemente algunas otras formas de procedimiento que juegan una parte en el pensamiento. Prototipos y otros esquemas, por ejemplo, son procedimientos que especifican por defecto valores de ciertas variables en*

modelos mentales" Johnson – Laird, (1983). En realidad, representan las ideas que los estudiantes tienen del mundo y su explicación. La mayoría de las veces son análogos estructurales de la realidad pero en una perspectiva distorsionadora, incompleta e inadecuada. Según Moreira y Greca...." A diferencia de las representaciones proposicionales, los modelos mentales no tienen estructura sintáctica; su estructura es análoga a la que tienen los estados de cosas del mundo, tal como los percibimos o concebimos" Moreira M.A, (2002). Esto es obvio en la medida que los modelos mentales tienen como fuente principal de conformación a la propia realidad, mientras que las proposicionales tienen como fuente los signos o los diferentes lenguajes.

El modelo conceptual, por el contrario, es un modelo sedimentado en el tiempo por la ciencia y refleja con bastante exactitud para la época el nivel como se conoce al objeto de estudio. Contempla, entre otras cosas, los conceptos y leyes fundamentales para la explicación de fenómenos; así como la concepción general de la clase de fenómenos de los que se ocupa. En base a ese modelo es que se concibe el método experimental para medir ciertas magnitudes o para calcular la constante universal o de otro tipo que se desea hallar, lo que supone encontrar la "ecuación de trabajo" que refleja el vínculo entre las magnitudes que serán medidas, las que son datos de tabla y las incógnitas. Una vez obtenida esa ecuación, entonces es posible diseñar la instalación experimental con los consiguientes ajustes en la clase de equipo a utilizar, las mayores fuentes de errores, los modos de disminuirlas y las tareas experimentales a resolver.

Ese camino recorrido para lograr la secuencia apuntada choca con una problemática que escapa a los intentos por alcanzarla y consolidarla: por una parte, la concepción actual del laboratorio es muy "paternalista" en el sentido que prácticamente se le da todo al estudiante, ellos no tienen que hacer apenas esfuerzos porque disponen del problema, de las indicaciones metodológicas para efectuar la práctica de laboratorio en las que aparecen las tareas experimentales a resolver y sólo se le exige, al final, presentar y discutir un informe; mientras que por otra no existe la "cultura de la indagación propia", o sea, en contadas ocasiones se coloca al estudiante en situaciones en las que, por esfuerzos e indagaciones propias, solucione el problema a que se enfrenta. En ese sentido, se está lejos de aplicar con un sentido creativo aquello que indican Greca y Moreira... "Hoy es un consenso que la mente de las personas no es una hoja en blanco en donde pueden ser colocadas informaciones arbitrariamente. Por algún tipo de mecanismo, cualquier información nueva que una persona recibe interactúa con aquello que ya sabe, y el producto de esa interacción, resultante en nuevos significados, podría ser definido como aprendizaje. Es por esta razón que conocer cómo las personas representan internamente el mundo en que viven resulta esencial tanto para saber lo que es la cognición como para la elaboración de estrategias instruccionales que faciliten el aprendizaje". Greca I., (1996)

En esencia, una gran dosis de culpa en los resultados obtenidos está precisamente en la carencia de estrategias instruccionales válidas que los obliguen a pensar por sí mismos, a buscar soluciones propias para resolver el problema, lo que significa a que consigan establecer los nexos adecuados entre lo que ya se sabe y lo desconocido.

1. Los autores del presente trabajo son del criterio que la mejor opción para enfrentar las prácticas de laboratorio sería, con algunas modificaciones, similar a la empleada en la Facultad de Química de la Universidad Autónoma de México. En aquella universidad el esquema de realización de las prácticas de laboratorio es la siguiente:
2. Identificar las variables involucradas
3. Plantear las hipótesis pertinentes
4. Seleccionar el equipo adecuado
5. Diseñar un dispositivo experimental que permita encontrar la solución
6. Encontrar la relación funcional entre variables
7. Calcular e informar la incertidumbre en las mediciones y los resultados
8. Establecer el intervalo de validez del modelo
9. Establecer un principio físico
10. Manejar adecuadamente el equipo
11. Elaborar el informe escrito UNAM (2005)

Para los autores, en términos generales, aunque atendiendo las peculiaridades de cada universidad, el (PFP) en el laboratorio de Física General se desarrolla siguiendo las siguientes etapas:

- ✓ Entrada
- ✓ Desarrollo
- ✓ Discusión del informe

En la primera, el estudiante discute un problema experimental que conoce con antelación estableciéndose un diálogo con el docente.

En la segunda, después de las orientaciones pertinentes, desarrolla su parte operacional o ejecutiva.

En la tercera, defiende el informe de los resultados obtenidos en las diferentes tareas.

Como se aprecia, el alcanzar todos estos estadios no sólo proporciona el placer estético individual, sino el dominio de la propia física, por ello, y debido a las condiciones materiales imperantes en la actualidad en los laboratorios del país, la metodología que se considera mejor se adapta a ellas sin perder la aspiración de desarrollar la secuencia anteriormente analizada, sería la siguiente:

En el orden organizativo:

1. Orientar un problema o una situación problemática de la carrera o la vida para ser resuelto con los equipos existente en el laboratorio
2. Orientar la bibliografía general donde pueden encontrar el contenido necesario para profundizar en el conocimiento y las habilidades experimentales necesarias para enfrentarlo para conocerlo, indicando que las búsquedas deben extenderse a Internet u otro material auxiliar
3. Se ofrecerá un listado de equipos o instalaciones experimentales disponibles con la exigencia que la solución que se proponga tiene que basarse en dicha disponibilidad.
4. Se le orientará además que el grado de originalidad en la realización de la práctica del laboratorio en todas sus fases será reconocido con un PLUS acumulativo
5. *En el orden de la preparación previa o trabajo independiente del estudiante*
6. Identificar las variables involucradas
7. Plantear las hipótesis pertinentes
8. Esbozar el modelo conceptual con el que operarán y su principio físico básico
9. Concebir el método experimental a ser aplicado y encontrar la relación funcional entre variables (ecuación de trabajo)
10. Diseñar un dispositivo experimental que permita encontrar la solución
11. Seleccionar el equipamiento adecuado del listado ofrecido *en el orden de la ejecución de la práctica*
12. Comprender el significado físico de las mediciones que va a realizar
13. Manejar adecuadamente el equipamiento *en el orden de la elaboración y preparación para la defensa del informe*
14. Calcular las magnitudes incógnitas y la incertidumbre en las mediciones y los resultados
15. Establecer el intervalo de validez del modelo
16. Elaborar el informe escrito
17. Defender el informe aplicando los modelos estudiados

Como se aprecia, la metodología propuesta intenta seguir la secuencia apuntada y parte de las posibilidades reales que tienen los laboratorios del país y se fundamenta en una orientación precisa que le permita al estudiante, en una primera instancia, confrontar su modelo mental – o que intuitivamente conoce - con lo que aparece en la bibliografía y pasar sucesivamente a modelos

mentales de orden de perfección superiores, aunque imperfectos y todavía alejados del modelo conceptual de la ciencia. Luego, en la entrada y con ayuda de un diálogo socrático cada vez más afinado el proceso de acercamiento al modelo conceptual cada vez se concreta más, el cual adquiere su mayor expresión en la defensa del informe.

CONCLUSIONES

De lo realizado es posible extraer las siguientes conclusiones:

1. Las dificultades que presentan los estudiantes en el laboratorio de Física General no pueden ser reducidas exclusivamente a que no estudian, pues, aunque eso es cierto, hay otros elementos que influyen en los mismos y que no pueden ser ignorados
2. La comprensión de la Física se pudiera estimular si se adoptara como método de enseñanza para el laboratorio la secuencia: del modelo mental, al modelo conceptual, de éste al método experimental y de ahí a la instalación experimental
3. La mejor propuesta para alcanzar dicha secuencia se fundamenta en el modelo organizativo de la Universidad Autónoma de México adaptada a las condiciones de Cuba

BIBLIOGRAFÍA

Greca I. Moreira M.A. (1996). Modelos mentales y aprendizaje de la Física en Electricidad y Magnetismo. Enseñanza de la ciencia. 2

Johnson - Laird (1983). Mentals models in cognitive science. Cognitive Sciencie 4, 71 - 115

Moreira M.A., Greca I., Smith J, Jones M Jr, Houghton L et alt. (2002). Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza & aprendizaje de las ciencias. Revista Brasileira de investigação em Educação em Ciências. Conferencia dictada en los XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, La Laguna, Tenerife.

Greca I. Moreira M.A. (1996). Modelos mentales y aprendizaje de la Física en Electricidad y Magnetismo. Enseñanza de la ciencia.

Plan de Estudio de la Licenciatura en Ingeniería Química. UNAM 2005. México.

