

Una Propuesta de Utilización de las Nuevas Tecnologías en los Laboratorios de Mecánica de la UNIMETA

Título Inglés

FIDEL RODRÍGUEZ PUERTAS*
 LISSETT CASTRO OLAYA**
 ANED ESQUERRA ARGUELLES***
Corporación Universitaria del Meta

Recibido: 3 de junio de 2015/Aceptado: 28 de agosto de 2015

RESUMEN

En este trabajo se reporta la utilización de un proyecto multimedia para facilitar la realización de las prácticas de laboratorio de la asignatura Física I de la UNIMETA. El producto multimedia se ha fundamentado en el estudio de las necesidades de los estudiantes y profesores de este alto centro docente de acercar la metodología de la enseñanza de la física a las aplicaciones computarizadas, los teléfonos inteligentes y la conectividad. El producto multimedia fue probado con aceptación durante dos semestres en tres grupos de ingeniería respectivamente. La multimedia consta de ocho guías de laboratorios, un informe modelo, una ayuda metodológica para la utilización de los ocho simuladores y un documento, en forma de propuesta metodológica para la realización de los laboratorios, dirigido a eliminar las ambigüedades entre algunos términos que son mal utilizados en muchas ocasiones por los estudiantes y los profesores. Como conclusiones del trabajo realizado durante más de año y medio se plantea una propuesta metodológica dinámica, sencilla, coherente y moderna, para la realización del trabajo experimental en la asignatura Física I de UNIMETA.

Palabras clave: Mecánica, Física, Multimedia, Informática, Laboratorios, Simulación.

ABSTRACT

The purpose of this article is to report the use of multimedia projects to improve the processes of laboratory practices of students in the field of Physics I (Mechanic) at the University Corporation of Meta. The foundations of this multimedia product are mainly on the students and professors' needs of this higher education center about the methodology of teaching Physics with the use of informatics applications, smart phones and connectivity. This multimedia product has been proved during two semesters with a great ratio of agreement by three groups of students from engineering careers. This product has eight laboratory guides, one model report and one methodological guide to use eight laboratory situations simulators plus a document as a methodological proposal aimed to reduce and eliminate ambiguities between terms and/or the frequently misuse of them by students and professors. As final conclusions this article raises and implement a new simple, coherent and modern methodological proposal to the correct accomplishment of experimental laboratory work in this Physics course.

Keywords: Mechanic, Physics, Multimedia, Informatics, Laboratories, Simulation.

-
- * Profesor Investigador Corporación Universitaria del Meta, Vicerrectorado de Investigaciones. Doctor en Física de Partículas.
 - ** Profesora Departamento de Ciencias Básicas, Corporación Universitaria del Meta. Maestrante en Docencia Virtual.
 - *** Jefe del Instituto de Tecnologías de Información para las telecomunicaciones Corporación Universitaria del Meta. Ingeniero de Sistemas. Maestrante Docencia Virtual.

1. PRESENTACIÓN

El método científico es aplicable a todas las ramas del saber, y la educación no es una excepción. Investigar en métodos, medios y objetos de la educación y de la enseñanza de cualquier materia, tiene los mismos riesgos que investigar en física, química o cualquier otra ciencia. Es como armar un rompecabezas que cuando se está completando, aparecen otras piezas que presentan las mismas características de las anteriores y parece a simple vista que no encajan, y justo, cuando se encuentra el lugar donde colocarlas de nuevo aparecen otras, y en la aventura de colocar las existentes y que aparezcan otras, los actores más importantes son las equivocaciones, seguidos de algún que otro acierto. El método científico en las investigaciones de cualquier proceso docente debe estar marcado, en primer lugar por la honestidad del investigador, y en este sentido los autores de este trabajo partimos de la concepción de que no hay ningún método absolutamente bueno, ni milagroso para que los estudiantes adquieran nuevos conocimientos, aunque sí existen los absolutamente malos: aquellos que no estimulen a los educandos a descubrir lo que necesitan conocer para comprender mejor el mundo en que viven. Con

este criterio se abordó el estudio de las bondades y las deficiencias del trabajo en los laboratorios docentes de Física I (Mecánica) de la Unimeta, con la finalidad de facilitar el trabajo de los docentes en las actividades experimentales de esta asignatura, y propiciar las motivaciones de los alumnos hacia el estudio de esta asignatura proporcionándoles material bibliográfico rigurosamente elaborado, combinado con la utilización de simulaciones interactivas atractivas y sin posibilidades de interpretaciones ambiguas.

Para desarrollar el trabajo que se describe en este artículo, se analizaron los equipos existentes en los laboratorios de Mecánica y se construyeron otros, que en un futuro próximo podrán mejorarse, de manera que se pueda asegurar que cada semestre se realice por lo menos seis de los ocho trabajos experimentales propuestos. Se diseñaron y se redactaron las ocho guías de los trabajos experimentales y se diseñaron, desarrollaron e implementaron las cuatro primeras aplicaciones *of line*, para simular el proceso experimental de las correspondientes prácticas y, por último, se pusieron en uso con tres grupos de ingeniería durante los dos últimos semestres.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El inventario de los laboratorios de Mecánica de Unimeta, y su verificación, condujeron a considerar que el equipamiento existente satisface las necesidades de los trabajos experimentales de la asignatura Física I, pudiéndose destacar que al menos ocho rieles de aire conservan todos sus dispositivos y funcionan adecuadamente, elemento fundamental para la realización de la mayoría de las prácticas de Mecánica de cualquier centro universitario. La existencia de soportes universales, balanzas, resortes, dinamómetros, cronómetros y otros instrumentos son también la adecuada. Sin embargo, el laboratorio no cuenta con un medidor de tiempo preciso, por lo que se procedió a diseñar y construir uno utilizando dos dispositivos fotoeléctricos y dos linternas de rayos laser de baja potencia, conectados a un celular por los cables y el conector de un micrófono, utilizando una app para medir el tiempo. Este equipo habrá que mejorarlo en un futuro próximo.

Se redactaron ocho guías para prácticas de laboratorios: 1. Mediciones directas e indirectas (Teoría de errores); 2. Medición de g utilizando un péndulo simple; 3. Medición de g utilizando una máquina de Atwood; 4. Estudio del MRUV utili-

zando un riel de aire; 5. Medición de la masa inercial de un bloque; 6. Comprobación de la conservación del momentum lineal; 7. Estudio de la constante de restitución de un resorte; 8. Estudio del coeficiente de rozamiento entre dos superficies. Actividades convencionales, en este caso con algunas distinciones:

1. Con un lenguaje claro y preciso, la actividad se sitúa en las condiciones socioeconómicas, culturales y científicas en que fue desarrollada por primera vez. Lo que permite a los estudiantes enlazar la historia del desarrollo científico contextualizada con la historia de Latinoamérica.
2. Cada actividad experimental está estrictamente relacionada con el correspondiente contenido que aparece en el libro de texto de esta asignatura, pero mostrando una introducción teórica mucho más rigurosa, lo cual permite realizar una profundización en el tema sin perder la armonía de las leyes, definiciones y conceptos utilizados en ambos medios.
3. Se ha diseñado una simulación para cada práctica de laboratorio, la cual forma parte de una multimedia independiente de la del propio libro de texto, con lo cual se busca un acercamiento entre la metodología de la enseñanza de la física, la era digital

y la utilización de los móviles inteligentes y los ordenadores.

4. Cada actividad experimental ha sido diseñada para que el estudiante utilice su ordenador personal y su teléfono inteligente, para la realización y edición de videos, utilización de las hojas de cálculo, de los procesadores de texto, imágenes y aplicaciones de los móviles, tales como medidor de ruidos, de ángulos, etc. Esta concepción no ha sido casual ni espontánea, responde a la necesidad de que los procesos educativos se emparejen con los industriales, los culturales, los de servicios médicos, los promocionales y todos los relacionados con la actividad del hombre moderno, en todos ellos se nota la utilización de los avances de la tecnología digital, los educativos también deben mostrar esa tendencia.

La investigación realizada, fundamentalmente cualitativa, condujo al análisis de la bibliografía existente, tanto fuera como dentro de la Unimeta, conjuntamente con la discusión-entrevista realizada a la mayoría de los profesores que imparten el curso de Física I, resultado de lo cual apareció lo que se fue convirtiendo desde los inicios del trabajo en parte importante de la introducción del

manual de prácticas de laboratorios que hoy se presenta como propuesta para que sea utilizada por los estudiantes y profesores de la asignatura Física I en Unimeta.

Conjuntamente con el trabajo teórico explicado anteriormente, y con la ayuda de algunos de los estudiantes que conforman un semillero de investigación, se realizaron todas las prácticas que aquí se proponen, comprobándose en primera instancia la viabilidad de cada una de ellas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un primer resultado satisface la necesidad de establecer criterios acerca de los términos, *definición, concepto, leyes de la física, principios de la física, teoría física y aplicación de las leyes de la física*, muy utilizados en la bibliografía existente por la mayoría de los profesores de ciencias, y en general presentando ambigüedades en su interpretación, por lo que un análisis bibliográfico metódico y las consultas con algunos colegas nos permitieron puntualizar en los siguientes aspectos.

En la literatura científica suele aparecer el término "*magnitud*" con muchas po-

sibilidades de interpretación, por ejemplo, Stephen Hawking en “*Del Big Bang a los Agujeros Negros*” plantea “Para captar la magnitud de estas distancias...”, para explicar que la distancia entre las estrellas es muy grande; en el texto *Física I*, cuarta edición de Resnick y Halliday se plantea “El material fundamental que constituye la física lo forman las cantidades físicas en función de las cuales se expresan las leyes de esta ciencia”, dándosele a “cantidades físicas” el significado de una propiedad medible de los objetos o fenómenos, la lista pudiera hacerse muy larga; en este material se utiliza como “magnitud física” a toda y cada una de las propiedades que posean los objetos, o los fenómenos, susceptibles de ser medidas, y se ha evitado hablar de “una velocidad de magnitud tal”, reservando el término “magnitud” exclusivamente para distinguir una propiedad medible, de otra que no lo es.

Pero entre los términos que más incidencia tienen en la comprensión de los fenómenos físicos, y los que los autores utilizan sin precisar, sobresalen los de *definición, concepto, ley física, principio físico, y teoría física*, por lo que para este material y el texto correspondiente, se ha precisado cómo distinguir el significado de estos vocablos de los que usual-

mente se les da en el lenguaje común no científico.

En un reconocido texto de matemáticas se puede leer: “*Definición de límite: Sea $f(x)$ una función real... $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = L$ ”, y a continuación: “El concepto de límite que hemos presentado nos permite definir.....”, salta entonces la necesidad de una pregunta: ¿qué es el límite, una definición o un concepto?, lo mismo sucede con los términos masa inercial, fuerza, momentum lineal y muchos otros tratados en todos los textos de física.*

Para los que se preocupan por alcanzar un desarrollo cognitivo, lógico, sostenible y sustentado acertadamente, es importante saber distinguir entre “*un concepto*” y “*una definición*”, lamentablemente, luego de insistentes lecturas y de prestar atención a esta común ambigüedad, incluso en colegas, nos ha parecido adecuado hacer una distinción, que puede tener aristas discutibles para algunos, pero permite, en principio, distinguir entre estos términos de la siguiente manera:

Definición, será utilizada para realizar una descripción acabada de “algo”, ya sea una propiedad, una magnitud física, un fenómeno natural, o un objeto”. Más

preciso, SE DEFINE “DEFINICIÓN” como la descripción acabada de algo, ya sea una propiedad, una magnitud física, un fenómeno natural o un objeto. De esta forma, en el curso de Física, incluyendo los laboratorios, se define masa inercial como la propiedad intrínseca que tiene un cuerpo de oponerse a que le cambien su estado de movimiento; distinguiendo que dicha propiedad no ha de cambiar cuando cambie el nivel académico en que se trate este contenido; de la misma forma se define momentum lineal como la magnitud física vectorial que describe la cantidad de movimiento que posee un cuerpo en virtud de su masa inercial y de su velocidad instantánea, esta magnitud se puede hallar a través de la ecuación $\vec{p} = m\vec{v}$, con la cual también se puede definir matemáticamente.

Congruentemente el término *concepto* será utilizado para realizar una descripción no acabada de un fenómeno, una propiedad o una magnitud física. Teóricamente el concepto es utilizado a lo largo del texto de física y de este material de apoyo a los laboratorios, con la certeza de que en próximos estudios la propiedad o el fenómeno ganarán otra dimensión, irá creciendo en la pirámide cognitiva del estudiante. Por ejemplo para comenzar el estudio de la dinámica

se incluye el concepto de *fuerza* como la medida de la interacción entre dos cuerpos, es obviamente una idea primaria, casi sensorial del fenómeno consuetudinario que aparece en cualquier interacción, porque hay fuerzas que se producen entre un campo y un cuerpo, incluso hay fuerzas generalizadas que no tienen nada que ver con la mecánica, como cuando se utiliza la temperatura absoluta T como fuerza generalizada ($dQ = \int TdS$) para definir una de las formas de intercambio de energía entre los cuerpos, la cantidad de calor Q. De esta manera a lo largo del curso de física, incluyendo los laboratorios no es posible hallar incongruencias entre definiciones y conceptos.

Con los términos *ley física*, *principio físico*, o *teoría física*, la situación se torna más sencilla por cuanto no hemos querido hacer precisiones, justamente porque sería demasiado complicado poner de acuerdo a los docentes, estudiantes, autores e incluso a la historia de las ciencias, es muy difícil encontrar dos textos, dos artículos científicos e incluso dos conversaciones donde estos términos no se interpreten de forma diferente. Pero no hacer precisiones no significa que no se haya tomado una decisión al respecto a la hora de redactar cada idea, la

tomamos y consecuentemente, hemos decidido no describir con precisión, en forma de concepto ni mucho menos de definición lo que es una *ley física*, ni las diferencias esenciales entre *ley física* y *principio físico*, porque lo de teoría física está un poco más claro, aunque como se explicará luego, la historia de las ciencias, interviene desfavorablemente, en cuanto a la similitud y las diferencias entre ley física y teoría física.

Por estas razones, a lo largo del texto y de las guías de laboratorios, no se explica qué es una *ley física*. Si alguien, personalmente se preguntara que es una *ley física*, diríamos que no sabemos cómo definirla o cómo dar el concepto de *ley física*, pero sí podemos asegurar que es *una regularidad que aparece en un fenómeno, y que lo distingue, lo hace predecible y por lo tanto puede asegurarse que la naturaleza lo repetirá siempre que se propicien las condiciones para que aparezca*. Si el lector pone todos sus sentidos se dará cuenta de que con esta respuesta no se puede describir una *ley física*, pero sabe lo que es, ha atrapado la idea de lo que es una *ley física*. Por supuesto, después que se atrapó el conocimiento nuevo, ya dejó de ser una regularidad en el fenómeno, entonces es más

fácil decir que se cumple siempre que se den las condiciones para que lo haga, y la llamamos *ley física*.

En consecuencia con lo expresado en los últimos párrafos, está claro que para llegar a obtener conocimientos nuevos, cuyas aplicaciones mejoren la calidad de vida de los hombres y de la sociedad en que se desenvuelven, primero hay que conocer las regularidades que ya se han descubierto, es decir, conocer las leyes que regulan el comportamiento de los fenómenos cuyas esencias ya se conocen, al estudiarlas, al tratar de comprobarlas, al analizarlas pormenorizadamente, surgirán nuevas dudas, pero también nuevos conocimientos, de hecho lo que se está haciendo es investigación científica.

En general ni los textos de ciencias, ni los docentes, enfrentan directamente el dilema de los conceptos, las definiciones, las leyes, los principios y las teorías científicas, sin embargo, es común, cuando se profundiza en la lectura o se escucha críticamente una clase, encontrar términos como este: "... entonces, aplicando las leyes de Newton ..." y luego escriben una serie de ecuaciones; en estas palabras, en esta inocente afirmación, en esta inofensiva expresión literal o matemática está la esencia de que no

se tiene una idea de lo que es una ley de la naturaleza, porque nadie, que no sea la propia naturaleza puede aplicar ninguna ley, las leyes de la naturaleza no son como las del tránsito que pueden o no ser cumplidas, o ser o no respetadas, las leyes de la naturaleza no son para respetarlas, sino para utilizarlas, a quien hay que respetar es a la naturaleza que nos pone todo frente a los ojos para que observemos y descubramos lo que nos quiere decir, porque siempre ofrece la oportunidad de que le preguntemos algo para decirnoslo, algo que hasta ese momento nadie había visto.

Por último, y para refrescar la mente, podría decirse, salvando las distancias filosóficas, que una ley física puede compararse a una amistad seria, nadie puede demostrar que alguien es su amigo o que es amigo de alguien, pero es muy fácil demostrar que no se es amigo de alguien o que alguien no es amigo de uno, basta con traicionarlo aunque sea mentalmente, porque un amigo es un amigo hasta que se demuestre lo contrario, si nunca se demuestra lo contrario la amistad durará eternamente; con las leyes de la naturaleza sucede lo mismo, nadie puede demostrar que una ley se cumple, lo máximo que puede suceder es que la ley se cumpla hasta que se demuestre que

en determinadas condiciones no lo hace. La historia de las ciencias tiene muchos ejemplos de esto.

Encontrar la diferencia entre *principio físico* y *ley física* puede convertirse en un laberinto con muchas salidas o con ninguna, en cualquier caso salidas filosóficas, que pueden o no estar totalmente justificadas para el que hace ciencia y para el que trata de enseñarla, eso puede no ser importante si se tiene clara la idea de que en ambos casos hay una *regularidad descubierta*, pretender diferenciarlas conceptualmente, desde el punto de vista práctico, de la utilización del descubrimiento de la regularidad puede resultar una pérdida de tiempo.

Por último, aunque pudiera hablarse mucho de ello, establecemos una diferencia formal entre *teoría física* y *principio físico* o *ley física*. En este contexto, se considera una teoría física, a cualquier proposición científica que resuelva teóricamente una situación no resuelta, sea o no sustentada por expresiones matemáticas, pero preconciendo que si en algún momento se comprueba experimentalmente, dejará de ser teoría física para convertirse en ley física, y si experimentalmente conduce a contradicciones, dejará de ser una teoría física. Lo

tomamos así, pero respetamos la historia de las ciencias, porque hay casos que se ha comprobado, se sigue comprobando y no deja de llamársele teoría, por ejemplo, hace más de un siglo que la Teoría de la Relatividad de Albert Einstein está comprobada, y nadie la llama ley de la relatividad de Einstein.

Un segundo resultado, que no puede considerarse investigativo, sino como trabajo metodológico, fue la culminación de un manual de prácticas de laboratorios de la asignatura Física I, el diseño y desarrollo de cuatro aplicaciones como simulaciones computarizadas de las primeras cuatro prácticas de laboratorios que aparecen en el manual y un informe modelo de una práctica que no aparece en las guías, todo lo que fue entregado a los estudiantes de tres grupos de Ingeniería Civil, Industrial e Ingeniería Ambiental, con lo cual han estado realizando esta actividad durante todo este segundo semestre de 2015. De esta actividad se obtuvieron resultados cualitativos satisfactorios, la mayoría de los estudiantes que utilizaron las guías manifestaron interés en su lectura y las simulaciones fueron utilizadas al menos una vez antes de llegar a realizar el trabajo experimental.

3. CONCLUSIONES

La primera fase del trabajo de investigación dirigido a mejorar el proceso docente educativo en la asignatura Física I, concluyó satisfactoriamente, pudiéndose concretar en la presentación de un manual de prácticas de laboratorios de dicha asignatura, con sus correspondientes simulaciones diseñadas e implementadas como aplicaciones *of line*. La aceptación de estos materiales permite concluir que es necesario que administrativamente se implemente el uso de este material por parte de todos los estudiantes que cursen esta asignatura en la Unimeta.

4. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración de los estudiantes que ya han utilizado estos materiales, los cuales además realizaron críticas muy acertadas que permitieron realizar una primera revisión a todo el material.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bazarov, I. P. (1964). *Thermodynamics*. Oxford.
- Feynman, R. (2000). *El carácter de la ley física*. Volumen 65 de Metatemas. Edición ilustrada. Tusquets Editores.

Murillo Torrecilla, F. J. (2003). Una panorámica de la investigación iberoamericana sobre eficacia escolar. *Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 1(1).

Chirinos Molero, N. & Padrón Añez, E. (2010). La eficiencia docente en

la práctica educativa. *Revista de Ciencias Sociales (RCS)*, XVI, 3. Programa de Formación de Académicos (2011). *¿Cómo mejorar la calidad de los aprendizajes de nuestros estudiantes?*

Resnick & Halliday (2004). Editorial **Reverté**. Primer Tomo.