

## LA EXPERIENCIA DEL LABORATORIO EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

Olga Lucía Castiblanco y Diego Fabián Vizcaino  
Universidad Libre de Colombia, Bogotá (Colombia)

### Resumen

Esta reflexión plantea la búsqueda de caminos que permitan pasar *de las prácticas de laboratorio a las “experiencias de laboratorio”*. Una *experiencia* se diferenciaría de una *práctica* en que la primera involucra el pensamiento del sujeto conocedor con todas sus dimensiones y la segunda es un protocolo en donde el estudiante está limitado a responder lo esperado. En una experiencia debe ser posible evaluar el punto de vista, el desempeño en equipo, la capacidad creadora, la argumentación, la exploración y la destreza misma del manejo de equipos y toma de datos, entre muchas otras, mientras en una práctica solo es posible evaluar el informe de laboratorio, el cual en la mayoría de los casos está predeterminado. Diseñar una experiencia de laboratorio implica por tanto revisar los elementos que intervienen allí, de modo que sea una buena excusa para la construcción de conocimiento y la formación de pensamiento en el estudiante y no que sea el fin de la formación.

**Palabras clave:** pedagogía de la física, laboratorio de física.

### Abstract

This reflection is oriented towards the search of different pathways that allow students to go from the practices of laboratory to the «experience of laboratory». An experience could be different of a practice because the “experience” involves the individual thought in all of its facets while the “practice” is a protocol where the answer’s students are limited by the answers expected. In an experience has to be possible evaluate point of view, to teamwork to the development of creative capacity and ideas for to explain, to exploration, to ability in procedures and analysis of data, between a lot of others, while in a practice only is possible to evaluate the report of laboratory, which in most of the cases is predetermined. Design an experience of laboratory involves therefore review the elements that partake there, it is proposed to assume the «experimental» practice as a pathway to the building of knowledge and the formation of the thought process and not just the means to an end.

**Key words:** physics pedagogy, physics laboratory.

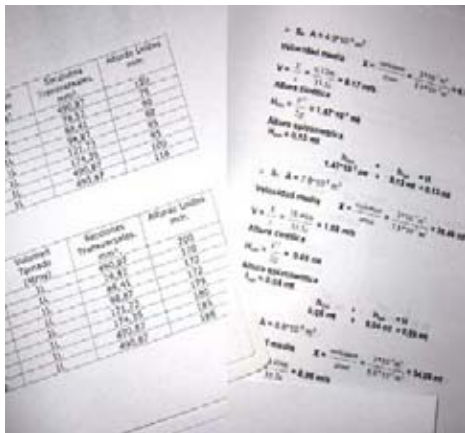
### Introducción

Ir al laboratorio en principio es algo que realmente llama la atención del estudiante y le motiva hacia la

observación y el análisis de los fenómenos de la Física, ya sea que se hayan tratado en la clase o no, y el docente busca (Gil Pérez, 1993) en la metodología científica, más concretamente, en la

realización de abundantes trabajos prácticos la solución a las dificultades en el aprendizaje de las ciencias y las actitudes negativas que dicho aprendizaje genera, sin embargo, a juzgar por los resultados obtenidos en los informes de laboratorio pareciera ser que el encanto se pierde, ya que estos se limitan a la presentación de datos obtenidos, descripción del montaje utilizado, descripción del proceso de toma de datos, algunas conclusiones, objetivos ya predeterminados, y en el mejor de los casos un análisis de los datos obtenidos con márgenes y causas de error. Se podría decir que con esto es suficiente para garantizar el aprendizaje, pero... ¿en qué momento se formó la capacidad de argumentación del estudiante, o cómo fue que se logró involucrar el fenómeno estudiado con los intereses de los estudiantes y del docente, en qué parte se formó la creatividad y el pensamiento crítico, como se llevó al estudiante a aplicar este conocimiento a su propia producción científica, tecnológica o ingenieril para nuestro caso de formadores de ingenieros?.

Fig 1. La significación de una experiencia de laboratorio aumentará en tanto la toma de datos sea producto de reflexiones previas e insumo para reflexiones posteriores.



Las prácticas de laboratorio en la vida científica real constituyen un proceso de varias etapas, de acuerdo con la situación en la que se encuentran los investigadores, exigiendo un esfuerzo creativo y crítico por parte de quien las realiza, de modo que si uno de los objetivos de usar el laboratorio es propender por el aprendizaje basado en el

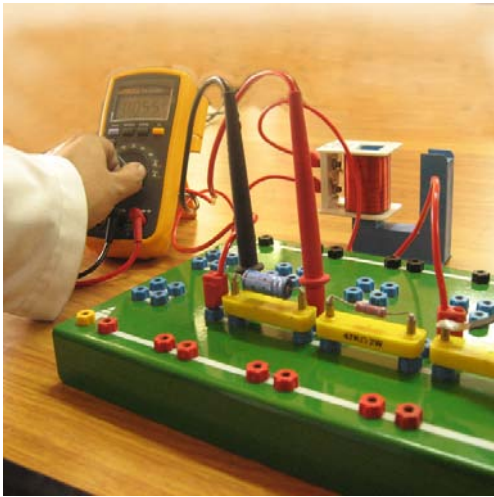
descubrimiento o en la construcción de su propio conocimiento, entonces los estudiantes no deben reducirse a una directriz con caminos preestablecidos, inmodificables e incuestionables, sino que debe precisamente proveerse al estudiante de ese ambiente de investigación, lo cual exige por supuesto que los docentes se formen o preparen, ya sea desde la academia o desde la reflexión pedagógica, para asesorar y orientar tales vivencias de laboratorio, ya que hoy en día se ven enfrentados a contradicciones como la de querer que el conocimiento de la Física tenga sentido para el estudiante y a la vez querer “enseñar la ciencia” de la mejor manera posible, lo cual obliga a centrar el propósito en el aprendizaje apropiado del lenguaje simbólico formal, más que en los procesos mentales de conformación de conceptos que adelanta el estudiante.

Pensar en implementar estrategias alternativas de enseñanza de la Física y particularmente del manejo de los laboratorios conduce a enfrentar varios retos, como por ejemplo: decidir que aspectos de la práctica se les dará la mayor importancia, hacer que la práctica resulte de interés para el docente y los estudiantes, dar la libertad para que el estudiante exprese lo que fue o no de su interés, lograr que el estudiante hable de los detalles del experimento, esos hechos que resultan curiosos, o que son manipulados para obtener un determinado resultado, o lo que definitivamente fue desconocido para él y que podría llevarlo a profundizar, logrando la construcción de su propio conocimiento. Pero tal vez el reto más importante de todo, es cómo valorar todos estos aspectos para que la calificación de esta experiencia no se limite a la comparación de los informes de laboratorio sino que realmente sea un elemento de mejoramiento del estudiante y no de castigo o premio por haberlo hecho mal o bien de acuerdo a un protocolo.

### La experiencia de laboratorio

Lo ideal sería trabajar por proyectos en donde el estudiante deba enfrentarse a problemas reales a resolver, lo cual además facilita el trabajo interdisciplinar permitiendo la construcción de un conocimiento global, sin embargo, en la mayoría de los casos *las prácticas de laboratorio* se encuentran

Fig.2 El conocimiento adquirido en una experiencia de laboratorio es más que el dominio de artefactos, es una estrategia de formación de pensamiento.



restringidas o limitadas ya sea por los equipos con los que se cuenta, los espacios disponibles, o la temática que se debe trabajar para la formación en un determinado perfil profesional de acuerdo con el plan de estudios establecido, lo cual no debe ser un impedimento, puesto que aún así dichas prácticas se pueden convertir en verdaderas experiencias de construcción de conocimiento. A continuación se desglosan aquellos elementos susceptibles de explotar en el diseño de procesos experimentales, vale la pena aclarar que aunque se presentan en un determinado orden, no significa que se deban implementar así mismo, ni que se deba reflexionar estrictamente en ese orden y mucho menos diseñar las experiencias de laboratorio con ese consecutivo, pues dicho orden es simplemente en aras de presentar las ideas centrales, alrededor de las cuales es pertinente que gire la preparación de la experiencia laboratorio.

### **Más que dar respuestas se trata de generar preguntas**

Si bien es cierto con la experiencia siempre se pretende llegar a un punto, no necesariamente ese punto es el único objetivo, ni tampoco debe estar estrictamente predeterminado el camino para llegar allí. Cuando al estudiante se le dan todas las respuestas difícilmente dudará de ellas o de las ideas que las sustentan, pues da por hecho que las respuestas son correctas, pero aunque es verdad que lo son, el caso es que se da por hecho a la vez que no hay nada más que pensar sobre

el asunto, aunque algunas de ellas no le resulten totalmente claras y coherentes. Cuando el estudiante no comprende totalmente la práctica, antes que cuestionar el fenómeno o la explicación, piensa primero en que no estudió lo necesario, o en que definitivamente no es lo suficientemente “apto” para comprender esa teoría y, por tanto, no se atreve a preguntar o a querer profundizar en las explicaciones, hecho que lo lleva de alguna manera a entrenarse para responder correctamente aún a sabiendas de que no ha comprendido, ni generado un nuevo conocimiento para sí mismo.

Fig. 3 Aquel estudiante a quien se le han generado preguntas, será quien busque respuestas y construya su propio conocimiento.



Es por esto que cuando se le generan preguntas de manera legítima en la clase, es decir, el mismo ambiente de trabajo hace oficial que muchos participantes de la clase, incluido el profesor, puedan tener preguntas, entonces todos se sienten en “confianza” para expresar verdaderamente lo que les parece comprensible o no, lo que les parece llamativo o no, siendo esta actitud la que permitirá que el docente pueda ir detectando los conceptos sobre los cuales deberá hacer mayor énfasis, o las explicaciones que deberá profundizar o configurar de mejor manera. *Un estudiante construye mayor y mejor conocimiento cuando se le generan preguntas que cuando únicamente se le dan respuestas.*

### **El experimento como un medio, no como un fin**

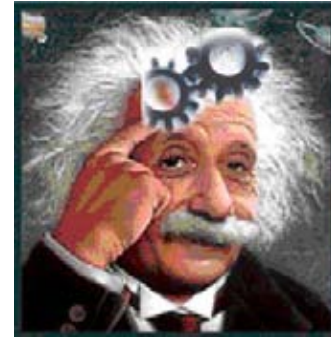
Si lo que se pretende es formar pensamiento científico, crítico y reflexivo a través de la enseñanza de la Física, entonces resultan más valiosas las maneras de proceder cuando se hace Física que la Física por sí misma (Castiblanco, Vizcaíno 2006). La experimentación encierra en sí misma una riqueza que usualmente es opacada por la ciencia, sin querer

decir que los objetos científicos de estudio no sean muy importantes, se quiere llamar la atención sobre todos aquellos procesos individuales, grupales que se deben dar para que la experiencia resulte exitosa. El deseo de resolver un problema o una pregunta es el primer paso que se debe dar, es así como el trabajo previo al laboratorio precisa de contemplar la creación de la necesidad de experimentar tanto para el docente como para el estudiante, para lo cual se propone que la “guía de laboratorio” sea un elemento que se desarrolle antes de ir al laboratorio, en la cual se creará el problema de investigación procurando un debate previo en donde el docente pueda detectar intereses y fortalecer la capacidad de expresar las preconcepciones frente a una fenomenología, las cuales serán contrastadas por los mismos individuos y grupos de manera posterior a la experiencia. Durante la experiencia se haría necesaria una guía metodológica con el fin de orientar en el montaje, uso y cuidados de los equipos de laboratorio, mas no en la experiencia como tal, puesto que previamente se ha constituido de tal manera la necesidad de buscar unos determinados resultados que el mismo estudiante sabrá que hacer, posibilitando el surgimiento de análisis tal vez no contemplados por el docente, pero igualmente enriquecedores en la experiencia. Desde esta perspectiva de trabajo *la importancia de la práctica por sí misma se trasladaría a los procesos que desarrollan los estudiantes tanto a nivel individual como grupal.*

### **El experimento mental y práctico, en sistemas ideales y reales**

Tan importantes han sido los experimentos prácticos como los mentales en el desarrollo de la Física, que bien vale la pena ejercitar a los estudiantes en los dos tipos de prácticas. De cualquier manera el experimento práctico requiere de un cierto ejercicio mental y a su vez un experimento mental requiere de ciertas referencias desde la práctica, formando una llave que no se puede disolver, el experimento mental resulta particularmente útil en el desarrollo de la clase teórica, puesto que obliga a viajar por el pensamiento con imaginación y creatividad. La importancia de esta forma de proceder como un elemento apropiado para la producción científica fue reconocida por personajes como Einstein (Einstein,1986), quien dice:

Fig.4 Albert Einstein es uno de los mejores exponentes de los experimentos mentales y sus resultados en la construcción científica.

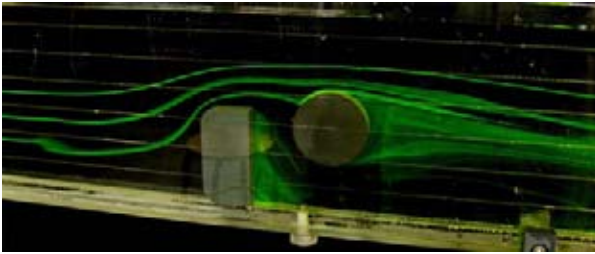


*El principio de inercia marca, en realidad, el verdadero comienzo de la Física. Fue adquirido, como sabemos, imaginando el experimento ideal de un cuerpo en movimiento perenne, sin rozamiento ni bajo la acción de ninguna otra fuerza exterior. Con este ejemplo y después con otros más, hemos podido aquilatar la importancia de la introducción del experimento ideal... Aunque estos puedan parecer demasiado fantásticos, nos ayudarán sin embargo, a comprender todo lo que se pueda de la teoría de la relatividad, con las limitaciones inherentes a los métodos simples que estamos utilizando.*

Resulta llamativo que el principio de inercia sea tan trascendental en los desarrollos de la Física y a su vez sea un principio prácticamente imposible de verificar en la realidad.

Así como este principio, muchas de las leyes de la Física han sido establecidas basándose en sistemas ideales, que pueden estar lejos de la “vida cotidiana”, sin embargo, no por ello son falsas, ni han llevado a errores, por el contrario han sido los pilares de desarrollos posteriores, de igual manera hay leyes de la Física basadas en sistemas que toman en cuenta las variables reales y sobre ellas se construyen métodos de análisis. De modo que llevar al estudiante a que su mente viaje a través de un fenómeno con base en sistemas tanto ideales como reales ofrece una *gran riqueza de reflexión sobre el comportamiento de la naturaleza y también sobre el conocimiento de la forma como los sujetos construimos conocimiento.*

Fig. 5 En este experimento no es lo mismo simplemente observar lo que sucede con el fluido, que analizar las causas y efectos de las variables implicadas.



### La manipulación cualitativa y cuantitativa con sus variables dependientes, e independientes

Si hay algo difícil de delimitar es la diferencia entre Física y matemática, sobretodo cuando se experimenta o en general cuando se organizan ideas de forma científica. Desde una cierta perspectiva la diferencia se puede enunciar como que la Matemática es una herramienta de la Física en el sentido de que aporta los algoritmos necesarios para cuantificar datos y hacer análisis gráficos o estadísticos, mientras la física es el estudio de los fenómenos naturales casi de forma cualitativa. Sin embargo, aunque es posible que la matemática sea una herramienta, es de un estilo algo más profundo que el uso de algoritmos, por cuanto tiene que ver con el mismo pensamiento del sujeto y la forma como organiza sus ideas y construye conocimiento. La relación Física y Matemáticas va más allá de establecer límites entre una y otra, pues el desarrollo de la Matemática incluye el poder de orientar los métodos de la física teórica para que sea posible *la interpretación física*, a pesar de los elevados niveles de abstracción que se deban desarrollar, en donde dicha *interpretación física* tiene que ver con el significado que en determinado momento toma una teoría para el sujeto conocedor, de modo que los esquemas matemáticos y análisis de los mismos deben prestarse para que el estudiante encuentre coherencia entre sus pensamientos y la caracterización del fenómeno en estudio y no que le resulte por una parte comprensible el fenómeno pero incomprensible la forma de representarlo (Castiblanco, 2003).

Así para toda experiencia de laboratorio habrá que desarrollar esa habilidad de organización de las ideas con miras a la matematización del fenómeno, lo cual

implica oscilar entre lo cualitativo y lo cuantitativo como una pareja inseparable, pero teniendo por supuesto claridad en la importancia de cada aspecto para la descripción más completa del fenómeno. Es el caso del manejo que se le da a la definición de las variables dependiente e independientes, las cuales se encuentran plenamente identificadas en los algoritmos matemáticos, pero frente a las cuales no se tiene total conciencia a la hora de experimentar, pues sucede en muchos casos que el estudiante no tiene claridad sobre las variables que puede controlar y las que no, y por tanto no siente que esté dominando la experiencia. *Es importante por tanto lograr que los estudiantes tato a nivel individual como grupal y también el docente, se sientan actores activos en la experiencias de laboratorio, lo cual incluye movilizar sus procesos mentales, y no que se sientan como actores pasivos o respondiendo a un guión preestablecido de principio a fin, que no el obliga ni siquiera a pensar en la verdadera relación entre las variables que intervienen.*

### Dar significado

Hacer que una experiencia resulte significativa para el estudiante implica “tocar” sus intereses, pero si la experiencia definitivamente no está dentro de sus intereses, entonces tenemos que “crear” ese interés, para lo cual cobra vital importancia tocar los más profundos anhelos del estudiante frente a la construcción de su propio conocimiento, en donde La Física resulta ser un medio que ofrece de manera especial procedimientos y elementos de estudio realmente interesantes, quiere decir que al momento de crear intereses de investigación prima el sujeto sobre La Ciencia, y por tanto las estrategias deben buscar un mejor desempeño del estudiante.

Uno de los caminos puede ser mediante preguntas cruciales o generadoras, es decir, aquellas que ponen un problema cuya respuesta no es única, ni inmediata, sino que dan paso al debate, *ir de lo individual a lo grupal y luego a lo individual enriquecido*, puesto que así se lleva al estudiante a la reflexión propia para descubrir que si tiene algo que decir frente al problema o que no tiene nada que decir pero le gustaría poder hacerlo, luego a la reflexión grupal en donde contrastará ideas y se posicionará ya sea con sus propias explicaciones o apoyando alguna

idea de sus pares, y luego volver a la reflexión individual en donde ya ha construido ideas que empieza a concebir como propias. La socialización de las ideas es definitivamente importante en la formación del pensamiento científico, puesto que es la forma como se ha construido la ciencia.

De modo que resulta pertinente el informe de la UNESCO (UNESCO, 2004) en donde se afirma que

*El entorno de aprendizaje centrado en el alumno... muestra que el alumno interactúa con otros alumnos, con el docente, con los recursos de información y con la tecnología. El alumno se involucra en tareas reales que se llevan a cabo en contextos reales, utilizando herramientas que le sean de verdadera utilidad, y es evaluado de acuerdo a su desempeño en términos realistas. El entorno provee al alumno con un andamiaje de apoyo para desarrollar sus conocimientos y habilidades. A su vez, provee un entorno rico en colaboración, lo que le permite al alumno considerar múltiples perspectivas al abordar ciertos temas y resolver problemas, y brinda oportunidades para que el alumno pueda reflexionar sobre su propio aprendizaje.*

## **Evaluar**

La evaluación debe ser acorde con la estrategia metodológica y los procesos desarrollados en la enseñanza y el aprendizaje, de modo que si estamos

Fig. 6 Visita a reactor nuclear de Ingeominas con estudiantes.



abocados a *replantear las formas de proceder en el aula*, estamos igualmente abocados a *replantear la evaluación*, de forma tal que garantice verdaderos avances en el mejoramiento de los sujetos. La evaluación ha de convertirse en una necesidad para el progreso de todos los participantes de la clase, y ha de abandonar su habitual uso en la medición de resultados de manera escueta y asocial. Si el aprendizaje es un proceso natural, la evaluación debe poderse realizar en varios tiempos sin que tengan que estar preestablecidas las fechas y los temas. Si el aprendizaje es un proceso social la evaluación debe contemplar la valoración del desempeño del sujeto tanto individual como grupal. Si el aprendizaje es más significativo cuando se da de forma contextualizada, la evaluación debe ser el resultado de las aplicaciones reales del conocimiento adquirido, lo cual puede darse en términos de la solución de problemas prácticos que pueden ser reales o ideales, tanto como en términos de desarrollo del pensamiento del sujeto. Así, el informe de laboratorio sería tan solo uno de los ítems a evaluar, para darle cabida a otros ítems como lograr que el estudiante pueda plasmar en un escrito la experiencia de laboratorio, valorar el proceso previo, durante y posterior al estudio del fenómeno, valorar las indagaciones, inquietudes y expectativas tanto individuales como grupales que se tienen frente al tema en estudio, entre muchas otras de dependerán de la creatividad de los docentes, estudiantes y del contexto cultural y académico en el que se encuentren.

## **Conclusiones**

El docente es un estudiante permanente aún de lo mismo que enseña repetidas veces. Especialmente en el laboratorio es preciso diseñar procesos que lleven cada vez más a la realización de *experiencias de laboratorio* en el sentido amplio de la palabra, más que a la realización de prácticas de laboratorio con un guión predeterminado.

Es posible dar a los estudiantes tareas que les permitan pensar por sí mismos, y sentirse parte activa de los procesos, desarrollando actividades que les hagan partícipes en donde no tengan la sensación de estar perdiendo el tiempo por hacer cosas de poca significación para todos los integrantes de la clase.

La información que se presenta de forma global y se trabaja de manera grupal es mejor aprendida que la que se presenta en forma lineal y que busca una cierta asimilación individual.

El aprendizaje debe ser interactivo en el sentido más amplio de la palabra, aprovechando las nuevas tecnologías tanto como el potencial de cada sujeto, de forma que se logre convertir a los estudiantes en estudiantes de por vida.

## Referencias

---

- Castiblanco, O.(2003) “Una perspectiva pedagógica a propósito de Dirac”. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá. Tesis de maestría.
- Castiblanco, O. Vizcaíno, D. (2006). Pensamiento crítico y reflexivo en la enseñanza de la Física”. Revista Colombiana de Física . V 38 No 2, pp. 674-677.
- Einstein, Albert. (1986). La Evolución de la Física, Editorial Salvat. Barcelona, pp. 161.

- Gil Pérez D. de Guzmán M. (1993) Enseñanza de las Ciencias y la Matemática Tendencias e Innovaciones, Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura, Editora Popular.
- UNESCO.(2004) Las tecnologías de la información y la formación docente. Pp.29

## Sobre los autores

---

### **Olga Lucía Castiblanco Abril**

Ms. En docencia de la Física.  
 Vínculo institucional: Universidad Libre de Colombia.  
 Dirección: Cra.70 #53-40. Facultad de Ingeniería.  
 Departamento de Ciencias Básicas.  
 Dirección residencia: Cra. 9 #10-48. La Calera.  
 Cundinamarca  
 ocastiblanco@yahoo.com

### **Diego Fabián Vizcaíno Arévalo**

Ms. En docencia de la Física.  
 Vínculo institucional: Universidad Libre de Colombia.  
 Dirección: Cra.70 #53-40. Facultad de Ingeniería.  
 Departamento de Ciencias Básicas.  
 Dirección residencia: Cra. 9 #10-48. La Calera.  
 Cundinamarca  
 d\_vzcaino@yahoo.com

Los autores han trabajado durante unos 15 años en análisis y diseño de experiencias con el fin de enriquecer la didáctica de la Física. En el año 2005 se publicó el libro “Construyendo el concepto de vacío”, en el año 2006 se publicó en la revista Colombiana de Física V-38 N0.2 el artículo “pensamiento crítico y reflexivo desde la enseñanza de la Física”, en el año 2007 se presentó al XXII Congreso Nacional de Física un trabajo titulado “La didáctica de la Física como un campo de conocimiento autónomo”.

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.