

El laboratorio docente de física para estudiantes de ingeniería más allá de la clase

The educational laboratory of physics for engineering students.
Beyond the class

Yusley Llorente Rodríguez¹, Juan José Llovera González²

^{1,2}Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, Cujae, La Habana, Cuba

Correo electrónico: yusley@automatica.edu.cu

Este documento posee una licencia Creative Commons Reconocimiento/No Comercial 4.0 Internacional 

Recibido: 19 de septiembre de 2017 Aprobado: 5 de diciembre de 2017

Resumen

En este trabajo se analiza la contribución del laboratorio docente de Física (LDF) a la formación de valores en los estudiantes de ingeniería, así como la responsabilidad social que el estudiante deberá adquirir a través de este tipo de clase desde los primeros años de su carrera. Se hace referencia a la función educadora de este laboratorio y lo que puede representar para el desarrollo social de los estudiantes de ingeniería. Se argumenta en qué medida la asignatura Física, además de ser una ciencia fundamental, permite realizar desde el LDF diferentes proyectos de investigación de los cuales la sociedad se ve beneficiada. Finalmente se exponen diferentes ejemplos de tesis de diploma a las cuales ha contribuido el LDF facilitando a los diplomantes la realización de diversas investigaciones como complemento y/o fundamento práctico de dichas tesis, contribuyendo de esta forma a inculcar en los estudiantes la responsabilidad social del ingeniero.

Palabras claves: laboratorio docente de Física, educación en Física, formación de ingenieros, enfoques CTSA en la formación de ingenieros

Abstract

The aim of this paper is to analyze the contribution of the educational laboratory of Physics (LDF) to the formation of values in the engineering students, as well as the social responsibility that the student will acquire through this class type since the first years of her career. Reference is made to the educative function of this laboratory and what can represent for the social development of the engineering students. One argues in what measure the Physical subject, besides being a fundamental science, allows to carry out from LDF different projects of investigation of which the society is beneficiary. Finally different examples of diploma thesis are exposed which the LDF contribute facilitating to the students the realization of diverse investigations like complement

and/or practical foundation of this thesis contributing this way to inculcate in the students the engineer's social responsibility.

Key words: leducational laboratory of Physics, education in Physics, engineers formation, CTSA focus in formation of engineers

INTRODUCCIÓN

Para cualquier carrera de ciencias técnicas las asignaturas básicas, y en especial la Física, constituyen eslabones fundamentales en los programas de formación que contemplan las materias relacionadas con las diferentes ingenierías. En el contenido de este trabajo se analiza la contribución del laboratorio docente de Física (LDF), desde su organización y ejecución, a la formación de valores en los estudiantes, el rol extensionista de este, así como la responsabilidad social que el estudiante deberá adquirir a través de este tipo de clase desde los primeros años de su carrera. Se hace referencia a la función educadora de este laboratorio y lo que puede representar para el desarrollo social de los estudiantes de ingeniería. Se argumenta en qué medida la asignatura Física, además de ser una ciencia fundamental, desde el LDF permite realizar diferentes proyectos de los cuales la sociedad se ve beneficiada. Finalmente se exponen diferentes ejemplos de tesis de diploma a las cuales ha contribuido el LDF facilitando a los diplomantes la realización de diversas investigaciones como complemento y/o fundamento práctico de dichas tesis.

EL LABORATORIO DOCENTE EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA DE LA FÍSICA COMO TIPO DE CLASE Y COMO ENTORNO SOCIAL DE DESARROLLO

En la mayor parte de las carreras de ingeniería la enseñanza de la disciplina Física está concebida en general por formas de organización del proceso de enseñanza-aprendizaje tales como conferencias, clases prácticas, seminarios y prácticas de laboratorio:

De estas formas de organizar el proceso, sin dudas una de las más complejas y que demanda del docente mayor atención es la práctica de laboratorio.

La observación de la forma en que los profesores de Física organizan estas actividades evidencia que en su mayoría y de manera tradicional, se limitan a poner en manos de los estudiantes una serie de instrucciones para acometer la tarea experimental, facilitarle los medios experimentales necesarios incluso ya previamente montados para ejecutar las mediciones, y a posteriori recoger y discutir un informe realizado por los estudiantes de los resultados obtenidos incluyendo el procesamiento de la data experimental, así como la valoración o evaluación de las incertidumbres y errores.

Se pierden así la mayor parte de las potencialidades que tiene el laboratorio docente de Física para contribuir no solamente a la comprensión de los fenómenos y leyes propias de esta ciencia, sino que más aún a la formación de valores como un entorno social de desarrollo para los estudiantes.

En muchos trabajos dedicados a la didáctica del laboratorio docente de Física se presta gran atención a las posibilidades instructivas de este. Por ejemplo: Según Gil, "Un laboratorio de física no es necesariamente un ámbito donde se ilustran y demuestran todos y cada uno de los conceptos discutidos en un texto o clase teórica. Hay, sin embargo, una misión fundamental e irremplazable del laboratorio en la formación de los estudiantes, mucho más viable y provechosa, que consiste en que aprendan el camino por el cual se genera el conocimiento científico mismo" [1].

En esta reflexión se aprecia la intensión de concebir el laboratorio docente como una oportunidad para desarrollar capacidades para la investigación.

Por otra parte, en la formación de ingenieros el laboratorio docente de Física cumple determinadas funciones que no se pueden delegar a otras formas de organización del proceso de enseñanza-aprendizaje, según Cumbreña [2], estas son:

- La observación de fenómenos y las principales regularidades que los caracterizan y la vinculación con los de su especialidad.
- La medición de magnitudes de forma directa e indirecta y la asociación de las mismas a los conceptos físicos estudiados y su relación matemática en las leyes que las involucran.

- El diseño, montaje y ejecución del experimento físico en condiciones controladas de laboratorio, el hogar u otra instalación que propicie la realización de las observaciones y las mediciones” [2].

Como se puede apreciar en los criterios anteriormente expuestos generalmente se hace énfasis en el aspecto instructivo del laboratorio docente más que en el formativo y por ello bien vale la pena detenerse en esta dimensión del laboratorio menos atendida.

FORMACIÓN DE VALORES DESDE EL LDF

El LDF se puede tratar como una práctica tecnológica ya que este es una actividad de interrelación social en el cual se desarrollan experiencias, habilidades, hábitos y se consolidan los conocimientos. Esta dimensión del laboratorio docente posibilita crear situaciones de comunicación entre los actores del proceso, estudiantes, profesores y técnicos de laboratorio que generan oportunidades para contribuir a la formación de valores en los estudiantes. Según Acevedo-Díaz y colaboradores: “...la sociología de la ciencia ha resaltado otros aspectos importantes que complementan a los factores epistemológicos, tales como los valores, supuestos e intereses que guían a los científicos en su trabajo, las normas y hábitos de la comunidad científica y elementos psicológicos y sociológicos que también conforman la racionalidad científica” Acevedo-Díaz *et al.* [3].

La organización de los estudiantes por equipos para realizar el trabajo experimental debe ser aprovechada para atender y cultivar las relaciones interpersonales, para propiciar momentos de debate y de análisis colectivo de situaciones problemáticas creadas por el docente sobre la base del experimento que se está realizando, así como para identificar a los estudiantes más aventajados y darles tareas de ayuda y control del trabajo de sus propios compañeros de clase. Como ha expresado Franco-Mariscal: “...el trabajo en equipo que engloba la capacidad para reflexionar de forma crítica sobre los resultados de la investigación y la capacidad para trabajar en equipo, respetar y valorar las ideas de los compañeros y tomar decisiones” [4].

La elaboración del informe y su debate colectivo propicia cultivar valores como la honestidad científica, la responsabilidad y la solidaridad basada en el trabajo colaborativo grupal, entre otros “...todo trabajo experimental requiere de una instancia de comunicación escrita y verbal” [5].

Como bien se ha reconocido: “...el trabajo en el laboratorio genera la flexibilidad y la responsabilidad necesaria para el desarrollo de nuestros jóvenes en esta sociedad cambiante y competitiva, tanto profesionalmente como humanamente” [5]. Estas oportunidades deben ser atendidas por los profesores tanto como se presta atención a la correcta ejecución de los experimentos y a la elaboración de los informes.

En el LDF se desarrollan valores, que se tratan de adaptar a los requerimientos del entorno social del estudiante conjugándose los rasgos personales entre ellos la integridad, la diversidad, el deseo de desarrollo y los rasgos profesionales en cuanto al conocimiento, las habilidades, las destrezas, experiencias y la madurez que cada cual podrá adquirir. Además, se desarrolla un compromiso con la tarea, un espíritu cooperativo y competencias para ofrecer respuestas en el futuro a un problema dado, por ejemplo, en una industria o una empresa.

Los estudiantes que han cursado el LDF pueden adquirir en su formación socio-humanística entre otras cualidades, el conocimiento de la naturaleza que les rodea valorando así lo natural y lo creado por el hombre, conocer los orígenes de las investigaciones en su entorno en el cual se desarrolla psíquica y socialmente asimilando principios, nuevas actitudes para enfrentar situaciones y problemas así como nuevas aptitudes para desempeñar determinadas tareas ya sea en su vida estudiantil, profesional y social creando así los criterios de la verdad, la sensibilidad, la responsabilidad y el sentido del deber.

EL LDF EN LAS TESIS DE DIPLOMA COMO EJEMPLO PRÁCTICO DE LA RELACIÓN CIENCIA-TECNOLOGÍA-SOCIEDAD-AMBIENTE

Una de las potencialidades a veces menos explotadas del LDF es su utilización para desarrollar investigaciones propiamente dichas. Esta limitación está relacionada con el paradigma existente acerca de que la calidad de los instrumentos de medición que se comercializan para realizar experimentos de carácter docente no son capaces de garantizar valores de incertidumbre en las mediciones suficientemente confiables, sin embargo, está demostrado que en primer lugar, no todos los instrumentos de medición que se comercializan para realizar experimentos de clase tienen igual calidad metrológica y por otra parte muchas veces un buen diseño experimental puede potenciar la calidad de las mediciones realizadas permitiendo lograr errores relativos suficientemente confiables para los cálculos ingenieriles.

Como expresan Prieto y colaboradores: "Con relación al cómo enseñar..., resulta conveniente partir de situaciones de la vida real y diseñar, en torno a ellas, actividades que ofrezcan oportunidades para el desarrollo de los aprendizajes que deseamos promover. Es decir, oportunidades para formular problemas, seleccionar información relevante y analizarla, desarrollar los conceptos científicos implicados, la formulación de hipótesis y conclusiones, etc. Cuando nos centramos en problemas reales aumentan las ocasiones de poner en juego las actitudes y valores que afloran en los contextos y procesos de toma de decisiones" [6].

Concebir el uso del LDF para el desarrollo de tesis de diploma de los estudiantes de ingeniería o incluso de maestría de ingenieros ya graduados, no solo propicia todo lo anteriormente mencionado, sino que amplía las potencialidades del LDF para impactar en la sociedad.

Durante su etapa de formación como ingeniero, el desempeño del alumno en la realización de prácticas de laboratorio lo familiarizó con el empleo de la tecnología para resolver problemas sencillos, viéndose obligado a su vez a rendir cuenta de su trabajo, y de esta forma lo entrena y desarrolla de manera general en los requerimientos metodológicos que deberá tener su tesis de grado y en la organización básica de una investigación vinculando así en el trabajo sistemático dichos requerimientos.

Como lo señala Cumbreña, el laboratorio docente de física permite establecer "...las pautas a seguir para el desarrollo del método experimental con los objetivos de... sistematizar y adquirir conocimientos físicos y desarrollar habilidades para la resolución de problemas tanto por vía teórica como experimental que propicien el desarrollo de los métodos de investigación científica y los modos de actuación del profesional" [2].

Como lo plantea Kirschner: "El trabajo práctico como una situación de investigación permite desarrollar destrezas en la resolución de problemas" [7].

En la mayoría de las ocasiones durante el proceso de investigación que acompaña el desarrollo de las tesis se realizan mediciones confiables de parámetros físicos en diferentes sistemas relacionados con fenómenos que constituyen la base de las aplicaciones tecnológicas correspondientes.

Es este el momento en que el estudiante a punto de graduarse o el ingeniero ya graduado retorna al mismo entorno de aprendizaje en el que se inició su formación como ingeniero en los primeros años de la carrera trayendo ahora al laboratorio una problemática de carácter tecnológico nacida de su interacción social en una empresa o institución en la que está realizando la investigación.

El compromiso de obtener resultados confiables que después serán puestos en práctica en su vida social impone que el estudiante vuelva al laboratorio y aplique los conocimientos que había obtenido anteriormente y otros nuevos ahora bajo la tutela de un docente realizando un trabajo en equipo.

Son varias las tesis de diploma que se han apoyado en el LDF para desarrollar las investigaciones, entre estas se pueden citar:

1. El estudio de la estabilidad de emulsiones de utilidad industrial que se basa en la determinación de la tensión interfacial de agentes emulsificantes. Gracias a esta investigación se pudo lograr en los años 90 desarrollar emulsiones agua-combustibles que sirvieron para aprovechar mejor el uso del petróleo en una época de crisis económica determinada por el periodo especial de crisis económica en Cuba.

2. La determinación de propiedades físicas de biocombustibles basada en la determinación de la constante dieléctrica de estos, garantizando un método confiable para respaldar los parámetros de calidad establecidos por normas técnicas para combustibles obtenidos de aceite vegetal en desuso.

3. La aplicación de mediciones de permitividad en aceites vegetales para evaluar su desnaturalización y por tanto su límite condensorio de uso para procesos de cocción de alimentos.

4. El estudio de las propiedades termofísicas del ferrocemento permitió identificar proporciones óptimas en las mezclas de materiales aligerantes del peso para mejorar sus propiedades térmicas y mantener sus propiedades mecánicas en el desarrollo de materiales de la construcción para techos y paredes con este producto.

En cada uno de los ejemplos anteriores, los estudiantes-investigadores trajeron un problema nacido de una necesidad social y se dieron a la tarea de resolverlo empleando la tecnología y utilizando la técnica que le facilitó el LDF.

EL ROL EXTENSIONISTA DEL LDF

Como se ha explicado anteriormente, a través del LDF el estudiante cuando cursó la asignatura, pudo interactuar con los fenómenos físicos estudiados, pero también a la hora de realizar su tesis de diploma tuvo la posibilidad de volver al laboratorio, en dependencia de su tema de la tesis, para investigar, medir diferentes parámetros característicos y poder llegar a conclusiones las cuales han sido posible alcanzar gracias a los procesos estudiados con anterioridad siendo altamente dependientes de la tecnología. Es en este sentido que se puede interpretar el rol extensionista del laboratorio.

Por lo general, cuando se habla de la extensión universitaria, esta se relaciona con las actividades sociales a través de las cuales la Universidad se proyecta en su entorno para crear y recrear cultura, sin embargo, a veces esta cultura se aprecia en un sentido estrecho asociada a la cultura artística-literaria sin tomar en cuenta que la ciencia y la tecnología también constituyen parte inmanente de la cultura de un país.

Es alentador comprobar que producto de estos trabajos de tesis las posibilidades que tiene el LDF para resolver problemas de la práctica social ha sido divulgado, reconocido y demandado, evidenciando de esta manera el rol extensionista que juega el laboratorio al ofrecer servicios científico-técnicos fuera del ámbito universitario.

Cuando a través de la interacción de los alumnos con entornos sociales de la industria estos transfieren los resultados de sus mediciones y tareas científicas a los procesos industriales poniéndolos en función de resolver problemas concretos, también con ello está ocurriendo un proceso de transferencia cultural y por tanto de extensión universitaria.

FORMACIÓN DE LA RESPONSABILIDAD SOCIAL DEL INGENIERO DESDE EL LDF

El LDF contribuye a formar futuros ingenieros de diferentes sectores, los cuales deberán demostrar competencias para encontrar soluciones a los problemas de la práctica, competencias que deben adquirirse y desarrollarse a partir de una formación académica multidisciplinaria, integral, práctica, social, humanista y sobre todo científica y responsable. Gracias a estos conocimientos científicos pueden aplicar el diseño y el perfeccionamiento de diversas tecnologías para la satisfacción y el desarrollo del hombre.

Los ingenieros deben aplicar creativamente el conocimiento científico-técnico a la investigación, el desarrollo y la producción de bienes y servicios, transformando los recursos naturales para resolver las necesidades de la sociedad haciéndolo de forma óptima, tanto económica como socialmente y el LDF puede convertirse en un entorno de trabajo apropiado para alcanzar estos objetivos en la medida en que no solo se limita su utilización para realizar las prácticas de laboratorio que se conciben en el currículo de la asignatura sino que también para desarrollar determinadas tareas de investigación y desarrollo.

La sociedad demanda del ingeniero las soluciones técnicas adecuadas a las necesidades y a los recursos disponibles. Se puede identificar al ingeniero con las siguientes demandas referidas por Llorente:

El ingeniero debe:

Considerar el servicio social no solo como derecho, sino como deber y una responsabilidad.

Poner sus conocimientos y habilidades en función tanto del desarrollo del país como del bienestar social.

Ejercer su profesión sobre la base de la subordinación de los intereses individuales a los sociales.

Velar por la calidad y seguridad de la obra que ejecute o el servicio que preste, teniendo en cuenta que su principal usuario es la sociedad.

Advertir con profesionalidad la inviabilidad de un proyecto cuando no lo considere factible.

Actuar con responsabilidad con las leyes, regulaciones y normas que rigen su trabajo y con los del país en general. Llorente [8].

De esta manera, en la medida en que el profesor aproveche las oportunidades que esta forma de enseñanza proporciona, se puede contribuir a crear en los estudiantes la conciencia de profesionales comprometidos con su sociedad, cultivando en ellos los valores y el sentido de la responsabilidad que del futuro ingeniero demanda.

CONCLUSIONES

Por sus potencialidades educativas, la función formativa del laboratorio docente de Física para la formación de ingenieros puede y debe extenderse más allá de su función instructiva, transformándolo en un entorno social de desarrollo individual, donde el estudiante pueda adquirir una visión de la dimensión ambiental y social de la ingeniería a partir de emplear el experimento de física como herramienta teórica y práctica de esta asignatura.

Conducido con intencionalidad, el laboratorio docente de Física en las carreras de ingeniería puede extender su campo de acción a los años superiores de la carrera, posibilitando la realización de investigaciones generadas

por tesis de diploma o maestría manifestándose así la interrelación ciencia-tecnología-sociedad-ambiente pudiéndose contribuir modestamente a mejorar el bienestar de la sociedad y a divulgar la cultura científica que se desarrolla en las universidades cubanas.

REFERENCIAS

1. Gil S. Nuevas tecnologías en la enseñanza de la física Oportunidades y desafíos. Revista Educación en Ciencias. 1997;34(1):1-10.
2. Cumbreira R. El desarrollo de la actividad experimental en Física General y el uso de las TICS en las prácticas de laboratorio. Revista Pedagógica Universitaria. 2007;12(5):3. 37
3. Acevedo Díaz JA, et al. Evaluación de creencias sobre ciencia, tecnología y sus relaciones mutuas. Revista Ciencia Tecnología y Sociedad. 2005;6(2):76.
4. Fraco Mariscal A. Competencias científicas en la enseñanza y el aprendizaje por investigación. Un estudio de caso sobre corrosión de metales en secundaria. Revista Enseñanza de las Ciencias. 2015;33(2):235.
5. El rol del laboratorio en la enseñanza de la física. In: Encuentro XII Nacional de Profesores de Física; Asociación de profesores del Uruguay; 2002. p. 9.
6. Prieto, T. et al. Algunas cuestiones relevantes en la enseñanza de las ciencias desde una perspectiva de Ciencia-Tec-nología -Sociedad. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias. 2012;9(3):74.
7. Kirschner P A. Epistemology, practical work and academic skills in science education. Science Education Journal. 1992:273-99.
8. Llorente E. Formación académica y ética del ingeniero. La Habana Exposición de Libros Especiales; 1985.