

¿Para qué los laboratorios?

Antonio Bernal Acosta*

RESUMEN

Proyecto de investigación sobre compatibilidad electromagnética denominado: "compatibilidad electromagnética en sistemas de iluminación, apuntes para una aproximación teórico-experimental, a través de la revisión y validación de modelos existentes" desarrollado por el autor. A raíz de dificultades encontradas al tratar de definir los equipos de laboratorio que se podrían utilizar en el mismo, debido a que pertenecen a programas diferentes, se propone la integración de los laboratorios de ingeniería en una sola área, que sea administrativamente independiente de los programas, y que le preste servicios académicos a los mismos, y proporcione asesoría al sector productivo.

Palabras clave: ciencia, ingeniería, laboratorios, liderazgo académico, integración.

Laboratories: What for?

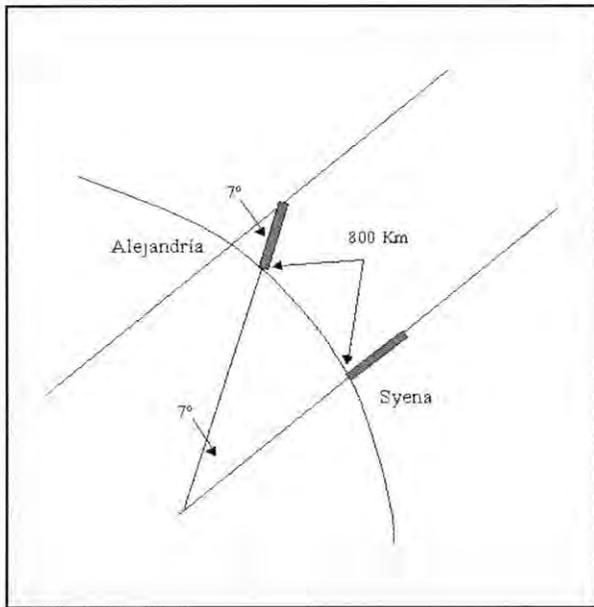
ABSTRACT

This is a research project about electromagnetic compatibility called *Electromagnetic Compatibility in Illumination Systems: Notes for a Theoretical and Experimental Approach Using the Assessment and Revision of Previous Models*. Many difficulties arise when trying to define the laboratory equipment which might be used in a lab due to a diverse group of programs, an integration of the engineering labs just in one area has been proposed. It must be administrative independent to the programs and it should give academic services to them and advise to the production sector.

Key words: Science, engineering, labs, academic leadership, integration.

* Ingeniero Electricista de la Universidad Nacional de Colombia; Especialista en Gerencia de Proyectos en Ingeniería de la Universidad de La Salle. Secretario Académico y Profesor investigador de la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de La Salle. Correo electrónico: abernal@lasalle.edu.co

Siempre me ha llamado la atención la historia de Eratóstenes, astrónomo, historiador, geógrafo, filósofo, poeta, y matemático; que vivió en Alejandría durante el siglo III a. de C. y quien midió la circunferencia terrestre con un error de sólo el 4% del valor real. Todo gracias a las características que definen a los científicos: observación, curiosidad, fundamentación matemática y capacidad de proponer preguntas nuevas para las que no existe respuesta aún.



Eratóstenes era el director de la Biblioteca de Alejandría, situación que aprovechaba para revisar los papiros procedentes de múltiples regiones. Un día leyó en uno de ellos, lo siguiente: " En el fuerte ubicado en la frontera sur del reino egipcio, en la ciudad de Syene, cercano a la primera catarata del Nilo, al mediodía del 21 de Junio, se podía observar el agua en el fondo de los pozos. Y los postes verticales no daban sombra". Eratóstenes recordó que en Alejandría, en esa misma fecha, los obeliscos daban sombra, aún en el mediodía.

Esto despertó su curiosidad, la cual lo llevó a realizar uno de los descubrimientos más trascendentes de la

astronomía, sin más ayuda que una vara (gnomon), una plomada, un caminante solitario y una regla de tres simple. Lo primero que concluyó fue que la única forma de que esto fuera posible, era que la tierra fuera redonda y no plana como se pensaba, y por lo tanto era posible determinar la circunferencia de la misma. No considero prudente en este momento detenerme a describir detalladamente la metodología empleada, baste mencionar que luego de determinar que la sombra que se formaba en Alejandría formaba un ángulo de 7° con la vertical, y que era posible proyectarla geométricamente hasta el centro de la tierra; Eratóstenes contrató a un caminante para que midiera a pasos, la distancia que hay entre estas dos ciudades (Alejandría - Syena = 800 Km). Para finalmente establecer una relación de proporcionalidad: 800 Km., es a 7 grados; como la circunferencia de la tierra es a 360 grados. Calculando la circunferencia de la tierra en 40.000 Km.

A partir de esta experiencia surgen tres interrogantes que nos llevarán a indagar por la razón de los modelos curriculares en ingeniería. El primer interrogante a plantear es **¿para qué la Ciencia?**: y si nos detenemos a reflexionar un poco sobre la experiencia y actitud de Eratóstenes, vemos que la ciencia es útil, y se convirtió en una necesidad para el ser humano, en cuanto a que permite explicar el mundo que lo rodea basado en modelos que el hombre mismo desarrolla a partir de su inteligencia. La ciencia es inherente al homo sapiens, es parte de su definición y caracterización. Si quisiéramos resumir las motivaciones de la ciencia, podríamos decir que se centra en encontrar respuesta a dos interrogantes que surgen de la curiosidad humana: **¿por qué?** y **¿cómo?** Por qué ocurren las cosas, la eterna búsqueda de la relación causa - efecto; y el deseo de tratar de encontrar un modelo que describa exactamente los fenómenos y comportamientos naturales.

Uno de los más grandes científicos de la historia lo enfocaba desde el punto de vista de la creatividad,

como respuesta a estos dos grandes interrogantes, ¿por qué ocurre así?, y ¿cómo funciona? Debemos ser conscientes de que la curiosidad y el querer aprender de las consecuencias y efectos de determinado fenómeno, no es exclusivo del hombre. Se ha observado que la mayoría de los seres vivos se adaptan y evolucionan, para permanecer. Pero sólo el hombre es capaz de desarrollar modelos que expliquen y le permitan reproducir lo observado. Este científico, Albert Einstein, expresaba que la "Creatividad es ver las cosas que los demás no ven, y pensar las cosas que nadie más ha pensado". De esta manera resalta la característica del científico de soñar nuevos problemas, de formular preguntas. Todo lo anterior caracteriza el quehacer científico, que está en la base de la ingeniería. Por lo tanto, es claro que ante todo el ingeniero es un científico.

Un segundo interrogante es ¿para qué la Ingeniería?; el cual se puede abordar partiendo de establecer claramente que la labor principal de la ingeniería es hacer que las fuerzas de la naturaleza trabajen en bien del hombre. Pero para ello se necesita entender las fuerzas de la naturaleza, por lo cual en la formación del ingeniero es imprescindible la formación científica básica.

De tal manera que la ingeniería es el área de los ¿para qué?, de los fines, de los ¿cómo lo hago? (Creatividad), ¿cuándo lo hago? (Planeación), ¿con qué lo hago? (Recursos). Es la ciencia aplicada a la solución de los problemas del hombre, lo cual da sentido social a la ciencia cuando logra que sea útil, que garantice un mayor bienestar para el ser humano. Esta característica hace que a su vez la ingeniería retroalimente la ciencia, validando los modelos desarrollados al aplicarlos a situaciones reales y generando nuevas preguntas y problemas a describir.

La ingeniería ha acompañado al ser humano a lo largo de su historia, para llegar a lo que hoy

llamamos civilización. Tal vez la primera evidencia de actividades propias de ingenieros se dio a partir de la revolución agrícola, que permitió que el hombre dejara de ser nómada y se estableciera en determinada región, desarrollando herramientas y estrategias para enfrentar las amenazas que su nuevo hogar le presentaba y para satisfacer sus necesidades a partir de lo que allí encontrara. Pero como es lógico no todas las regiones tenían la misma riqueza en cuanto a recursos disponibles, de tal manera que otros pueblos querían acceder a dichas regiones "privilegiadas", por métodos de fuerza; lo cual generó el desarrollo de armas y de sistemas de defensa. Es por lo anterior que la primera ingeniería reconocida sea la ingeniería militar, la cual pretendía defender las zonas de cosecha y las ciudades; y también permitir la expansión de los pueblos a través del desarrollo de armamentos cada vez más sofisticados. Cuando el hombre entendió que existía otra forma de acceder a los productos que carecía, diferente a tomarlos por la fuerza, se establece el comercio, el intercambio; para lo cual se hizo necesario la construcción de vías de comunicación, que definieron las rutas comerciales por las cuales no sólo transitaban mercancías, sino también conocimiento. Allí se evidenció nuevamente el rol de ingeniero del hombre.

Luego viene el surgimiento de las grandes civilizaciones, que dejaron huellas de sus logros en ingeniería y que dieron respuesta, en su momento, a problemas reales que era urgente solucionar. A continuación se citan sólo a manera de ejercicio, y en el siguiente formato: Cultura / Problema / Desarrollo: **Egipto** / Trascendencia, Sequías / Pirámides, Sistemas de irrigación; **Mesopotamia** / Defensa, agricultura extensiva / Murallas, torres de asalto, Sistemas de irrigación; **Grecia** / Trascendencia, Desarrollo cultural / Acrópolis, Ciencia; **Roma** / Urbanismo, Expansión - Acueductos, Alumbrado, Carreteras, Puentes; **Oriente** / Protección, Tradición / Muralla China, Gran canal, Pólvora, papel. Cabe resaltar como el desarrollo de la civilización hizo que primero se dieran soluciones

intuitivas que funcionaban, fruto del ensayo y error. Sólo mucho después, durante la cultura griega se pretendió compilar el conocimiento y desarrollarlo, lo que dio origen a la ciencia como tal; por lo cual podemos afirmar que primero fue la ingeniería que la ciencia, aun cuando hoy en día, la ingeniería no se pueda dar sin el conocimiento preliminar de la ciencia.

Con todo lo anterior, es clara la importancia de la ingeniería en el crecimiento del hombre como dominador de este planeta que habitamos y del cual somos responsables ante todo lo que en él existe, animales, plantas, la Tierra misma. Es claro como el ingeniero necesita experimentar, probar, ensayar, comprobar, demostrar. Todas estas actividades las desarrolla en espacios reconocidos como laboratorios. Los laboratorios de una Universidad son aquellos espacios caracterizados por la presencia de equipos y materiales que permiten la experimentación de una disciplina particular. En ellos se crea un ambiente de aprendizaje caracterizado por ciertos ritos y comportamientos: se usa una indumentaria particular (bata blanca), los alumnos manipulan los instrumentos, registran sus observaciones, solicitan asesoría, organizan sus observaciones en tablas y gráficas, generan informes, concluyen, se agrupan alrededor del profesor con actitud curiosa, etc.

Una de las respuestas más comunes en las entrevistas a los nuevos aspirantes, cuando se les plantea el interrogante sobre por qué decidió estudiar ingeniería, es la siguiente: "a mi siempre me ha gustado ver cómo funcionan las cosas, en mi casa yo desarmo todo ...". Esta respuesta, evidencia la curiosidad, el deseo de tocar, de hacer. En este mismo sentido la Universidad de La Salle ha desarrollado, a través de la Vicerrectoría de Promoción y Desarrollo Humano, unas pruebas a los estudiantes de primeros semestres de cuyos resultados se debe resaltar un aspecto muy sencillo, pero definitivo: los estudiantes de ingeniería son más visuales y quíntésicos, que auditivos. Lo

anterior sólo confirma aquella expresión que dice "lo que se oye se olvida, lo que se ve se recuerda, pero lo que se hace se aprende".

Lo anterior está encaminado a resaltar como la práctica en laboratorio es indispensable en la formación del ingeniero, más aún cuando hoy nuestros currículos deben atender las recomendaciones y exigencias de las autoridades educativas, en cuanto a competencias y créditos. En primera instancia la práctica en laboratorio permite desarrollar las siguientes competencias: investigativa (aplicación del método científico), informática (utilización de herramientas computacionales), tecnológica (utilización de instrumentos y equipos), comunicativa (expresar claramente sus dudas y conclusiones), colaborativa (trabajo en equipo), aprender a aprender (experimentación, definición de la metacognición) y finalmente la formación básica en ciencias. Pero también las actividades de laboratorio demandan y permiten que el estudiante emplee lo que se ha llamado su tiempo independiente y que se cuantifica a través de los créditos, en actividades que aportan significativamente a la formación del perfil de ingeniero que se requiere. Finalmente es bueno retomar a Einstein y dos de sus sentencias que dicen: "Yo simplemente me lo imagino, y luego voy y lo compruebo", y "Mi único talento es la curiosidad".

Una vez planteada la necesidad de los laboratorios en la formación del ingeniero, se puede lanzar el tercer interrogante, **¿Para qué los laboratorios?**: retomando lo que se expuso en un apartado anterior, los para qué, implican los fines y ¿cuáles son los fines de un laboratorio? Tradicionalmente se han utilizado únicamente para apoyar y reforzar labores académicas, permitiendo que el estudiante pueda simular y explorar distintos modelos e investigar la aplicación de los mismos a situaciones reales. Pero aquí surge la duda sobre qué tan reales son estas situaciones. Si bien es cierto que en el laboratorio se da un proceso de enseñanza - aprendizaje aplicativo, activo y experimental que prepara al estudiante para

su desempeño profesional a través del desarrollo de competencias, las prácticas implementadas y las guías utilizadas se caracterizan por buscar la comprobación de lo que ya se ha establecido de manera teórica; en general no enfrentan al estudiante a situaciones no conocidas, a situaciones "realmente reales", como son las necesidades del sector productivo.

A raíz de la realización del proyecto de investigación sobre Compatibilidad Electromagnética denominado "Compatibilidad electromagnética en sistemas de iluminación, apuntes para una aproximación teórico-experimental, a través de la revisión y validación de "modelos existentes", en el cual el autor pretende acercarse a este tema de gran complejidad teórica a través de la práctica en laboratorios y partiendo de una política muy clara, sólo se utilizarán los equipos existentes, a pesar de que este tipo de estudios requiere laboratorios muy sofisticados y con altas inversiones. Una de las primeras etapas del proyecto requería realizar un inventario detallado de los equipos existentes, para determinar cuales se podrían utilizar, lo que permitió evidenciar la existencia de equipos que no se utilizaban y residían en los anaqueles de los laboratorios, lo cual representa un pasivo para la Universidad, también se procedió a indagar en otras Facultades de Ingeniería sobre equipos que igualmente se pudieran utilizar en la investigación. Este proceso no es tan eficiente en cuanto a que la información está dispersa, ya que los laboratorios pertenecen a diferentes programas. Si los laboratorios de ingeniería estuvieran integrados sería más sencillo determinar la disponibilidad de equipos.

Es por lo anterior que la propuesta final del presente artículo es que los laboratorios de ingeniería de la Universidad de La Salle deben diseñarse, orientarse y desarrollarse hacia la atención y solución de los problemas del sector real, a través de un portafolio de servicios, de tal manera que permita el posicionamiento de la Universidad en el ámbito

productivo como agente de desarrollo. La Universidad está en capacidad de ofrecer dichos servicios si consideramos lo siguiente:

- ◆ Una planta física de laboratorios, que en la actualidad, se está adaptando para aprovechar la disponibilidad de espacio que dejó el traslado del área administrativa a la sede de Chapinero.
- ◆ Equipos de laboratorio agrupados por áreas que permiten:
 - ◆ Ing. Civil: realizar estudios de suelos; estudios y diseños de pavimentos; análisis de materiales para construcción, análisis de estructuras.
 - ◆ Ing. Ambiental: análisis físico-químicos de agua, suelo y aire; prácticas de química analítica, tratamiento de aguas.
 - ◆ Ing. Diseño: procesos de diseño y manufactura asistida por computador; automatización electroneumática, diseño de sistemas de control y comunicaciones, diseño electrónico.
 - ◆ Ing. Eléctrica: diseño y análisis de sistemas de potencia, medición de puestas a tierra, auditorías energéticas, diseño de interfaces de control sobre plataforma labview.

En el listado anterior no se han incluido los laboratorios de Ingeniería de Alimentos, por estar ubicados en la Sede la Floresta, lo cual no permitiría una integración real por razones de distancia. Lo que se está planteando es la integración administrativa de las áreas de laboratorio de las Facultades de Ingeniería de la Sede Centro de la Universidad con miras a optimizar las gestión de dichas áreas, para garantizar que además de cumplir su papel de espacio académico, se realicen investigaciones tecnológicas y trabajos de consultoría y asesoría para el sector industrial, esto

requerirá la participación de personal profesional y técnico altamente calificado en sus respectivas especialidades, así como un plan de inversiones que garantice su desarrollo hacia una meta clara; lograr la extensión de las Facultades de Ingeniería de la Universidad como agentes dinamizadores de los procesos productivos, de tal manera que la academia lidere los desarrollos tecnológicos a través del apoyo a las industrias, siendo esta la única forma de dejar de ser un país que adapta tecnologías diseñadas en otras latitudes para problemas específicos, a desarrollar nuestras propias soluciones a la medida de nuestros problemas y con base en nuestros recursos (materiales y humanos). Todo lo anterior con la participación activa de los estudiantes, de esta manera se logrará garantizar que se desarrollen en ellos las competencias para actuar en contexto ya que así se les estaría formando.

La multidisciplinariedad que requieren las soluciones a los problemas reales exige la integración de conocimientos y habilidades. Sólo con la participación de todas las ingenierías es posible abordar problemas que tienen componentes constructivas (Ing. Civil), ambientales (Ing. Ambiental), industrializantes (Ing. De Diseño) y energéticas (Ing. Eléctrica). Unos laboratorios de ingeniería eficientes garantizarían la solución óptima y responsable de los problemas.

La Universidad ha iniciado el proceso de implementación de dos nuevos programas académicos a nivel de ingenierías: Ing. Industrial e Ing. Electrónica; dicho proceso requeriría fuertes inversiones en laboratorios; sin embargo, con unos laboratorios

integrados se podrá realizar un análisis detallado sobre las demandas que sea posible atender, y de esta manera definir las inversiones reales a realizar, las que obviamente serán menores a las que serían necesarias si se trabaja de manera independiente.

Algo muy importante de establecer es que la propuesta sólo es interesante si lo que se va a ofrecer es la prestación de servicios. No se trata de alquilar los equipos existentes, se trata de asesorar, apoyar y ayudar a desarrollar los procesos productivos, de ofrecer la realización de ensayos, estudios y diseños de tal manera que mejoren su eficiencia técnica y económica que permitan a las empresas permanecer en un mercado altamente competitivo. El único esquema de alquiler que sería interesante es hacia instituciones educativas, de lo cual en la actualidad, se ha visto la viabilidad ya que la Facultad de Ingeniería Eléctrica ofrece a la Universidad San Buenaventura sus laboratorios para prácticas de sus estudiantes.

A manera de resumen, se debe puntualizar que los laboratorios de ingeniería ofrecerán servicios en tres áreas fundamentales: evaluación y análisis en campo y laboratorio; diseño y adaptación de equipos y asesorías.

Finalmente, la propuesta es consistente con la doctrina lasallista si la revisamos a la luz de la siguiente cita: ***Sin esta certeza nuestro empleo resulta de poca utilidad (MF. 148) en la tarea de hacer más humano al hombre y que la ciencia y la técnica estén al servicio de su dignidad de hijo de Dios.*** (VPDH, Carta pastoral noviembre de 2002).

BIBLIOGRAFÍA

Kraig, H. *Introducción a la historia de la ciencia*;
trad. De Teófilo de Loyola, España: Critica, 1989.

Bronowski, J. *The ascent of man*. Little. Boston:
Brown and Company, 1973.

Gardner. H. *Mentes creativas*. Barcelona, 1998.

Wolf, St. *Guía para mediciones electrónicas y
prácticas de laboratorio*, trad. De Jairo Pannesso
Jascon. México, 1980.

Gutiérrez, H. *Análisis y Diseño de Experimentos*.
México, 2004.