

# Ingeniería

Revista de la Universidad de Costa Rica  
Enero/Junio 1996 VOLUMEN 6 N° 1



# INGENIERIA

Revista Semestral de la Universidad de Costa Rica  
Volumen 6, Enero/Junio 1996 Número 1

## DIRECTOR

Rodolfo Herrera J.

## CONSEJO EDITORIAL

Víctor Hugo Chacón P.

Ismael Mazón G.

Domingo Riggioni C.

## CORRESPONDENCIA Y SUSCRIPCIONES

Editorial de la Universidad de Costa Rica  
Apartado Postal 75  
2060 Ciudad Universitaria Rodrigo Facio  
San José, Costa Rica

## CANJES

Universidad de Costa Rica  
Sistema de Bibliotecas, Documentación e Información  
Unidad de Selección y Aquisiciones-CANJE  
Ciudad Universitaria Rodrigo Facio  
San José, Costa Rica

### Suscripción anual:

Costa Rica: ₡ 1 000,00

Otros países: US \$ 25,00

### Número suelto:

Costa Rica: ₡ 750,00

Otros países: \$ 15,00



Edición aprobada por la Comisión Editorial de la Universidad de Costa Rica  
© 1998 EDITORIAL DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
Todos los derechos reservados conforme a la ley  
Ciudad Universitaria Rodrigo Facio  
San José, Costa Rica.

INGENIERIA

Revista Semestral de la Universidad de Costa Rica  
Volumen 1, Número 1, Enero-Junio 1991

Revisión Filológica: *Lorena Rodríguez*

Diseño Gráfico, Diagramación y Control de Calidad:  
*Unidad de Diseño Gráfico de Revistas*  
Oficina de Publicaciones

DIRECTOR

Rodolfo Herrera J.

CONSEJO EDITORIAL

Víctor Hugo Chacón P.  
Ismael Mazón G.  
Domingo Riggioni C.

*Impreso en la Oficina de Publicaciones  
de la Universidad de Costa Rica*

CORRESPONDENCIA Y SUSCRIPCIONES

Editorial de la Universidad de Costa Rica  
Apartado Postal 75  
2000 Ciudad Universitaria Rodrigo Facio  
San José, Costa Rica

CAJAS

Revista  
620.005  
I-46i Ingeniería / Universidad de Costa Rica. —  
Vol. I, no. 1 (ene./jun. 1991). — San José, C. R. : Editorial  
de la Universidad de Costa Rica, 1991. — (Oficina de Publicaciones  
de la Universidad de Costa Rica)  
v. : il  
Semestral.  
1. Ingeniería - Publicaciones periódicas.

CCC/BUCR—250





## DOCENCIA CON LABORATORIO: INSTRUMENTACION EN INGENIERIA

*Horacio Vásquez Céspedes\**

### RESUMEN

En este artículo se presentan algunas reflexiones y consideraciones que el autor cree deberían tomarse en cuenta cuando se imparte un curso con laboratorio. Se presenta tanto la opinión personal del autor como la opinión de otros autores de cómo debería ser un ambiente apto para un curso con laboratorio, desde el punto de vista de el profesor, los estudiantes, y las lecciones.

### SUMMARY

The purpose of this article is to present some reflections and considerations that the author believe should be taken into account when teaching with laboratory. The personal opinion, as well as another authors' opinions, of how a good environment to teach a laboratory should be, is presented, from the point of view of the teacher, the students, and the lessons.

### INTRODUCCION

Este trabajo consiste en un análisis de cómo debería ser un ambiente apto para la docencia en un curso con laboratorio, específicamente el curso de Instrumentación en Ingeniería Mecánica. El principal propósito es describir cómo se cree que debe ser la enseñanza de este curso de laboratorio y complementarlo con lo que otras personas creen que debe ser. Se pretende unir las experiencias adquiridas como estudiante, asistente, y, por último, como profesor del curso, para presentarlas en este artículo. Queda a criterio del lector comparar lo expuesto en este artículo con otros cursos que también cuentan con laboratorio.

### CURSO DE INSTRUMENTACION

La Instrumentación es una de las áreas de Ingeniería en la que se unen la teoría y la práctica para adquirir, comprobar, y generar conocimiento. La Instrumentación nos ayuda a realizar prácticas experimentales, lo cual es algo esencial en Ingeniería, y quizás en nuestra vida en general. Nos referiremos a la Instrumentación en Ingeniería Mecánica, específicamente, por ser el campo en donde el autor concentra su experiencia, sin embargo, se considera similar para otras carreras, pues los principios y prácticas de la experimentación en Ingeniería son similares, en cualquier campo de estudio [5].

Los temas que se estudian en un curso de este tipo son relacionados directamente con los instrumentos o aparatos de medición que se utilizan comúnmente en esta profesión, y también con las técnicas de adquisición y manipulación de

\* Escuela de Ingeniería Mecánica, Universidad de Costa Rica.



datos. Así, se estudian transductores, medidores o sensores de longitud, presión, temperatura, ruido, velocidad, aceleración, posición, masa y otros. Se realizan experimentos en campos tales como estática, dinámica, electrónica, mecánica de materiales, y otras, utilizando esa clase de medidores. También, se estudia el funcionamiento de estos instrumentos, pues resulta importante entender el principio físico que cada uno de ellos utiliza, ya sea para darle mantenimiento o para construir aparatos similares.

En el curso de Instrumentación también se estudian métodos estadísticos que ayudan a refinar, interpretar, analizar, y presentar la información que se adquiere experimentalmente.

## EL PROFESOR

Asumiendo que el profesor ha adquirido la experiencia (no necesariamente como tal), y los conocimientos suficientes para impartir el curso, él deberá ser muy paciente para encontrar maneras de explicar conceptos y ocurrencias experimentales a los estudiantes, los cuales entienden las cosas de diferentes maneras, asociándolas, la mayoría de las veces, con experiencias personales.

La idea del proceso de enseñar en un curso de Instrumentación, y quizás en cualquier curso es: presentar la teoría, luego dar ejemplos de la vida real, y por último realizar prácticas experimentales si es posible. Por ejemplo, para entender cómo funciona un sistema de refrigeración, además de las explicaciones termodinámicas, en donde los conceptos de presión y de temperatura son muy importantes, es necesario observar, tocar, medir y corroborar lo que está ocurriendo en el sistema y sus alrededores. Aprender es como un juego con uno mismo, por supuesto, interactuando y siendo afectado por muchas cosas más. En tal juego, uno es el ganador o perdedor, pero el juego se gana sólo si el grado de error entre los resultados teóricos y los resultados experimentales (como en el curso de Instrumentación), es razonablemente bajo.

El profesor del curso deberá estar actualizado en su campo, y dispuesto a aclarar cualquier duda, o a ayudar en alguna forma. Russell (1980),

con una opinión bastante interesante, nos dice que un profesor universitario debe ser investigador y disponer de energía y tiempo suficientes para saber qué se ha hecho acerca de su especialidad en todos los países del mundo. Dice además, que la aptitud pedagógica ya no es importante, sino más bien lo que es importante es el dominio de una especialidad y el conocimiento de lo que se ha hecho acerca de ello. Es de mucha importancia para un profesor universitario actualizarse y no saber sólo lo que aprendió en su juventud [2]. Los cursos de actualización son indispensables para los profesores, ya que los avances tecnológicos ocurren constantemente, sobre todo en países desarrollados.

Para Edmund Emmer (1973), cuatro tareas fundamentales del instructor son:

1. Determinar la disposición, o sea, determinar por medio de formularios los conocimientos básicos, el interés por aprender, las actitudes, y el éxito que esperan en la clase los estudiantes.
2. Aclarar los objetivos, por ejemplo, ¿Qué se quiere lograr en ese laboratorio?
3. Motivar: suscitar interés, persistencia y esfuerzo en la lección y en la consecución de los objetivos
4. Hacer la evaluación del curso

## LAS LECCIONES

En Instrumentación, las clases de teoría son para motivar al estudiante a reconocer la utilidad de diferentes instrumentos y aparatos de medición, así como de nuevas técnicas y tecnologías, como podría ser en nuestro caso particular la introducción a ciertos circuitos integrados que mejoran la adquisición y el procesamiento de señales eléctricas. El autor Robert Hutchins (1953) menciona que críticas, discusiones, cuestionamientos, y debates son los verdaderos métodos humanos de enseñanza [3]. Sin embargo, pareciera importante agregar que la experimentación también es

un método de enseñanza muy humano. Hutchins dice que los hombres pueden ser asistidos al aprender, pero pueden aprender sólo por ellos mismos. Agrega que el diálogo Socrático es la base para el progreso intelectual de niños y adultos [3]. Un requisito para ser aceptado en el curso de Instrumentación debería ser la disponibilidad de tiempo para asistir a las lecciones, para trabajar en la preparación de los experimentos, y para preparar los informes que se realizan por cada experimento.

Algo muy importante en las clases de laboratorio es que el equipo con que se cuenta para impartir las prácticas debe revisarse periódicamente, en especial antes de iniciar una clase en el laboratorio, de otra manera se podrían generar situaciones de decepción o frustración, al querer trabajar y no poder hacerlo por razones que pudieron evitarse. Es importante la adquisición de nuevo y suficiente equipo, más moderno y preciso, para la enseñanza de la mayoría de los temas en Instrumentación. Por supuesto, no es lo mismo trabajar con doce estudiantes y contar con un osciloscopio, que contar con tres o cuatro osciloscopios para esa misma cantidad de estudiantes.

Utilizar equipo audiovisual o nuevas tecnologías es importante para presentar a los estudiantes los diferentes temas. Se entiende por tecnología una manera determinada de conducir la acción, de planificar y de controlar el proceso operativo [1]. Algunas veces el uso de sistemas audiovisuales como vídeo, computadoras y proyectores de transparencias crea un ambiente agradable y estimulante para el aprendizaje y la enseñanza. Se podría llegar al extremo de que los estudiantes puedan sentirse viendo televisión como en su casa. Esto podría causar que algunos no presten la atención necesaria, y así, desafortunadamente, el uso de los sistemas audiovisuales podría crear un ambiente propicio para dormir y no para enseñar, especialmente si la clase es a cierta hora del día cuando algunos añoran darse una siesta.

Las visitas a lugares, compañías e industrias, donde se utilice la instrumentación en aplicaciones variadas son convenientes para que el alumno pueda relacionar lo que está aprendiendo en el curso con lo que podría ser algún día su trabajo profesional.

La Instrumentación y muchas otras materias se toman como un requisito para proseguir carreras universitarias en Ingeniería, pero ésta no debería ser la visión de los estudiantes, ya que se sabe que uno de los aspectos más importantes en una profesión como la Ingeniería Mecánica es la experiencia práctica del ingeniero. Esta experiencia se podría adquirir fuera de la Universidad, lo cual es muy común en países desarrollados donde las compañías dan entrenamiento a los ingenieros en sus primeros años de trabajo, pero en países como el nuestro no siempre ocurre así, y por eso es importante adquirir la experiencia en la universidad. Por supuesto, en países desarrollados los estudiantes también adquieren gran experiencia práctica en la universidad, pero esa experiencia se complementa con lo mencionado anteriormente. En general, la Universidad le brinda al estudiante la oportunidad de aprender y alcanzar el conocimiento experimentando cuando experimenta y resuelve problemas de la vida real. Una experiencia importante se vivió hace algunos años cuando unos estudiantes utilizaron un motor y una bicicleta para generar energía eléctrica al pedalear. El proyecto fue extraordinario, y la imaginación y destreza de los estudiantes se puso de manifiesto en la práctica cuando en el patio del edificio de Ingeniería, pusieron a trabajar el equipo de sonido de un automóvil, con música de la que estaba de moda en ese momento, con energía eléctrica generada allí mismo por uno de los estudiantes que pedaleaba la bicicleta.

Según Edmund Emmer (1973) la enseñanza de laboratorio es excepcional por el alto grado de control que permite [4]. El dice que esto aumenta las posibilidades de ajustar la enseñanza al individuo, y tanto el éxito como el fracaso se pueden alcanzar, este último tomarlo como parte del proceso de aprendizaje: se trata de regular experiencias para alcanzar el más alto nivel de aprendizaje [4]. Así, para la enseñanza en un laboratorio se debería contar con un espacio adecuado para realizar los experimentos, sin embargo esto no ocurre la mayoría de las veces. El equipo adecuado y en buenas condiciones permite que los estudiantes trabajen en grupos pequeños, de 2 o 3 personas; de lo contrario se deberían asignar horarios diferentes a cada grupo para asistir a la práctica.

Si se trabajan con grupos muy grandes no se les puede enseñar individualmente a todos ellos lo que se quiere. Emmer nos indica que la conducta del docente debe regirse por lo que ayuda a los estudiantes a aprender [4]. Los contenidos del laboratorio se recomienda que sean complementos de conceptos vistos fuera del laboratorio. El instructor de laboratorio decidirá el tiempo para cada tarea, suministrará material complementario, las ideas, la instrucción, las nuevas estrategias y las lecciones de demostración. Las tareas asignadas deberán tener un objetivo diferente y estrategias adecuadas para alcanzarlos. La enseñanza se puede enfocar como una reunión de objetivos y estrategias adecuadas. El instructor debería realizar algún tipo de realimentación para llegar a conocer lo que fue adecuadamente enseñado y lo que debe mejorarse. Los estudiantes podrían calificarse ellos mismos, calificar la lección y al profesor. Para realizar todas estas labores es importante que el profesor cuente con al menos un asistente.

## LOS ESTUDIANTES

Los estudiantes llegan al curso con la idea de que aprenderán a utilizar los diferentes instrumentos y que deben preparar informes formales de cada experimento que realicen en el laboratorio. El aprender a presentar estos informes es uno de los principales objetivos del curso. De la experiencia en este curso se concluye que la mayoría de los estudiantes tiene una gran motivación para aprender. Sin embargo, a veces creen que el profesor lo sabe todo y lanzan preguntas que quizás requieren de un científico especializado en cierta área para contestarlas, aunque éste no quiera decir que el profesor no tenga una buena respuesta. Además, si algo no funciona en la práctica experimental de la manera esperada tal y como se explicó en la clase teórica, se tiende a creer que lo que el profesor enseñó fue incorrecto, o a que el equipo no sirve, pero casi nunca a que ellos, los mismos estudiantes, se equivocaron en algo y fueron los generadores de los errores.

La mayoría de las veces, los estudiantes que ingresan al curso de Instrumentación tienen, no solamente buenas aptitudes, sino también buenas actitudes hacia el curso, pues, para bien, este curso

se encuentra en el quinto nivel (de un total de ocho niveles) del programa de estudios, y por lo tanto los estudiantes que llegan al curso generalmente se sienten ansiosos por experimentar conocimientos que han adquirido anteriormente. Lo anterior es muy positivo, sin embargo, algunas aptitudes y actitudes no adecuadas, de parte de algunos estudiantes hacia los cursos, y la Universidad en general, se hacen presentes de vez en cuando, causando algún tipo de distracción o desorden en la clase. Este tipo de situación es perjudicial para un buen ambiente de enseñanza, y entonces, es importante preguntarse quién debería ir o estar en la universidad. La opinión de Bertrand Russell, la cual parece bien interesante, es que la universidad es la primera división del servicio civil [2]. Además, nos dice que a medida que el mundo se complica y la industria se hace más científica, se necesitan más expertos que en su mayoría proceden de las universidades. Prosigue diciendo que uno de los propósitos de la Universidad es educar a mujeres y hombres para determinadas profesiones, y fomentar la cultura y la investigación sin tener en cuenta la utilidad inmediata. Sin embargo, también indica Russell que en muchas sociedades el principio de selección de un universitario está siendo su posición social y hereditaria, no su aptitud y actitud para el trabajo. Por ejemplo, muchos estudian para ser ingenieros, médicos, abogados, etc. porque pueden pagar sus estudios. La educación universitaria debiera considerarse como un privilegio para personas con aptitudes y actitudes especiales, y ser pagados por estudiar. Un universitario debe hacer buen uso de su tiempo [2]. Nuestra comunidad tiene la Universidad para preparar profesionales capaces de producir lo que ella necesita para una mejor vida. La lucha por sobrevivir y vivir más confortable cada día es lo que todos buscamos. Entonces, se puede decir que no basta con que el profesor, los laboratorios, y el equipo del curso de instrumentación sean los mejores, sino que también se requieren buenas actitudes y aptitudes de parte de los estudiantes.

En una clase con laboratorio, los estudiantes deberían preparar sus clases con anterioridad, preparar diagramas para instalar los diferentes



partes del sistema, y crear tablas para recopilar la información que previamente se planifica obtener.

### CONCLUSION

Este trabajo consistió en una descripción de cómo el autor cree que debe ser la docencia con laboratorio, específicamente refiriéndose a la enseñanza en el curso de Instrumentación, ubicado en el quinto nivel del programa de estudios de Bachillerato en Ingeniería Mecánica. Este artículo se complementó con opiniones que algunos escritores han presentado acerca de la docencia y el trabajo con laboratorio. El principal propósito al escribir este artículo es darle a conocer a otros, especialmente a los que tienen a su cargo la docencia con laboratorio, algunas reflexiones y consideraciones que se deberían tomar en cuenta para realizar su trabajo. Espero que este artículo haya llegado a aquellos que sin ser docentes de profesión se dedican a la docencia, con o sin laboratorio.

### BIBLIOGRAFIA

- [1] Aguirregabiria, Mikel. *Tecnología y Educación*. Madrid, Narcea, S.A. 1988.
- [2] Russell, Bertrand. *Ensayos sobre Educación*. Madrid, Espasa-Calpe S.A., 1980.
- [3] Hutchins, Robert. *The Conflict in Education*. New York, Harper & Brothers, 1953.
- [4] Emmer, Edmund. *Docencia con Laboratorio Experimental*. Buenos Aires, Editorial Guadalupe, 1973.
- [5] Tuve, G.L. *Engineering Experimentation*. New York, McGraw-Hill, 1966.
- [6] Holman, J.P. *Métodos Experimentales para Ingenieros*. Segunda Edición. México, McGraw-Hill, 1994.