



2019 10 al 13 de septiembre - Cartagena de Indias, Colombia

RETOS EN LA FORMACIÓN
DE INGENIEROS EN LA
ERA DIGITAL



EXPERIENCIA EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y LAS TELECOMUNICACIONES

Rodolfo José Gutiérrez González

**Universidad de Ibagué
Ibagué, Colombia**

Resumen

Muchas han sido las estrategias metodológicas utilizadas en la enseñanza de la ingeniería a lo largo de su historia, muchas con resultados sólidos en el aprendizaje de los estudiantes, otras igualmente robustas pero con resultados de mortalidad elevados y otras que han sido traídas desde la enseñanza de otras disciplinas, muy diferentes a la ingeniería y por tanto con resultados que si bien en números pueden resultar positivos, en el aprendizaje profundo, sistemático y de superación como un verdadero ingeniero, no lo son. De todas las partes del proceso de enseñanza- aprendizaje, sin lugar a dudas una parte engorrosa, difícil y siempre discutible es la evaluación.

Desde hace seis semestres se han realizado procesos de transformación curricular en la Universidad de Ibagué y en particular en el programa de ingeniería electrónica, donde por motivos diversos se ha hecho necesario buscar estrategias metodológicas y en particular evaluativas. Como resultado de este proceso, se han realizado diferentes trabajos, que si bien no son verdaderas nuevas metodologías, si son muy buenas adaptaciones al nuevo contexto. Los resultados en algunos casos son positivos y en otros nos indican que tenemos que seguir experimentando nuevas estrategias.

Es entonces el objetivo del trabajo, presentar algunas de las estrategias desarrolladas en la enseñanza y más específicamente en la evaluación, sus resultados en los últimos tres semestres y lo que se sigue introduciendo en la enseñanza de la ingeniería electrónica, específicamente en la disciplina de Electrónica y la disciplina de Telecomunicaciones, en la universidad de Ibagué.

Palabras clave: evaluación; enseñanza; aprendizaje

Abstract

Many methodological strategies have been used in the teaching of engineering along its history. Many of them show solid results in learning without having a special incidence on mortality, while others, which are equally robust, show high mortality results. Likewise, other teaching strategies have been brought to the engineering from other disciplines, but, although showing positive results in the numbers, they do not favor the deep, systematic and overcoming learning necessary in the engineers. This fact demonstrates to some extent, that among all the stages of the teaching-learning process, without a doubt, a cumbersome, difficult and always debatable part is the evaluation.

Curricular transformation processes have been carried out at the University of Ibagué during the last six semesters in the electronic engineering program, where for various reasons, it has become necessary to look for methodological strategies, and in particular, for evaluation. Because of this process, different works have been carried out, which without being new methodologies, they are very good adaptations to the new context. The results in some cases are positive but in others, they indicate that we have to continue experimenting with new strategies.

Therefore, the objective of the work is to present some of the strategies developed in the teaching of electronic engineering in the last three semesters at the University of Ibagué, specifically in the disciplines of Electronics and Telecommunications, with a specific focus on the evaluation and its results.

Keywords: *evaluation; teaching; learning*

1. Introducción

Los procesos de transformación curricular, los nuevos estudiantes en el acontecer del siglo XXI con sus nuevas nomenclaturas y características, las directrices institucionales para el cumplimiento de sus plataformas misionales, entre otras, han provocado que todos los estamentos de la educación se vean envueltos en continuos procesos de actualización y mejoramiento.

La educación superior no queda exenta de todo ello, pero a diferencia de los niveles anteriores, más se hace hincapié en lo que se enseña, que en el cómo se aprende. Si bien existen grandes especialistas, con serios trabajos al respecto del proceso de enseñanza aprendizaje, en la enseñanza de la ingeniería en particular, se continúa alejado de las cuestiones metodológicas del aprendizaje significativo inicialmente expuesto por Ausubel y luego enriquecido en procesos de educación centrados en el aprendizaje (Fink,2003).

Aunque mucho se ha enriquecido el proceso, sigue siendo importante el momento y la finalidad de una de sus partes, la evaluación, tema en el que se centra este trabajo; presentando algunas reflexiones y experiencias en la enseñanza de la ingeniería electrónica y las telecomunicaciones. Sobre esto es necesario plantear algunas interrogantes iniciales:

- ¿Qué se evalúa?

- ¿Cómo se evalúa?
- ¿Cuál es el propósito de la evaluación?
- ¿En qué momento se debe realizar la evaluación?
- ¿Cuántas oportunidades son necesarias y suficientes para evaluar y calificar?

Unido a estas interrogantes, otros factores que motivaron el desarrollo del trabajo fueron:

- La reducción del tiempo presencial de la clase.
- La reducción del número de créditos y en consecuencia la reducción del número de asignaturas.
- Las particularidades cognitivas de las nuevas generaciones.
- La alta tasa de mortalidad en las asignaturas seleccionadas.
- La disponibilidad de nuevas tecnologías.

Se realizaron durante tres semestres (2012-2013) un conjunto de encuestas a los estudiantes de toda la facultad de ingeniería y luego a los de ingeniería electrónica en particular (2013-2015), tratando de detectar las motivaciones y dificultades de los estudiantes ante las interrogantes y los factores anteriormente expuestos.

Como resultado se pueden enunciar algunas reflexiones concluyentes:

- La evaluación debe cambiar desde el punto de vista temporal y espacial.
- Existe la necesidad de acostumar al estudiante a trabajar bajo presión y en equipo.
- El trabajo en grupo debe ser acompañado de una evaluación individual y grupal.
- Es necesario propiciar la participación de los estudiantes en el proceso de calificación.
- La solución de problemas de ingeniería donde se expongan *los invariantes* de la asignatura es importante.

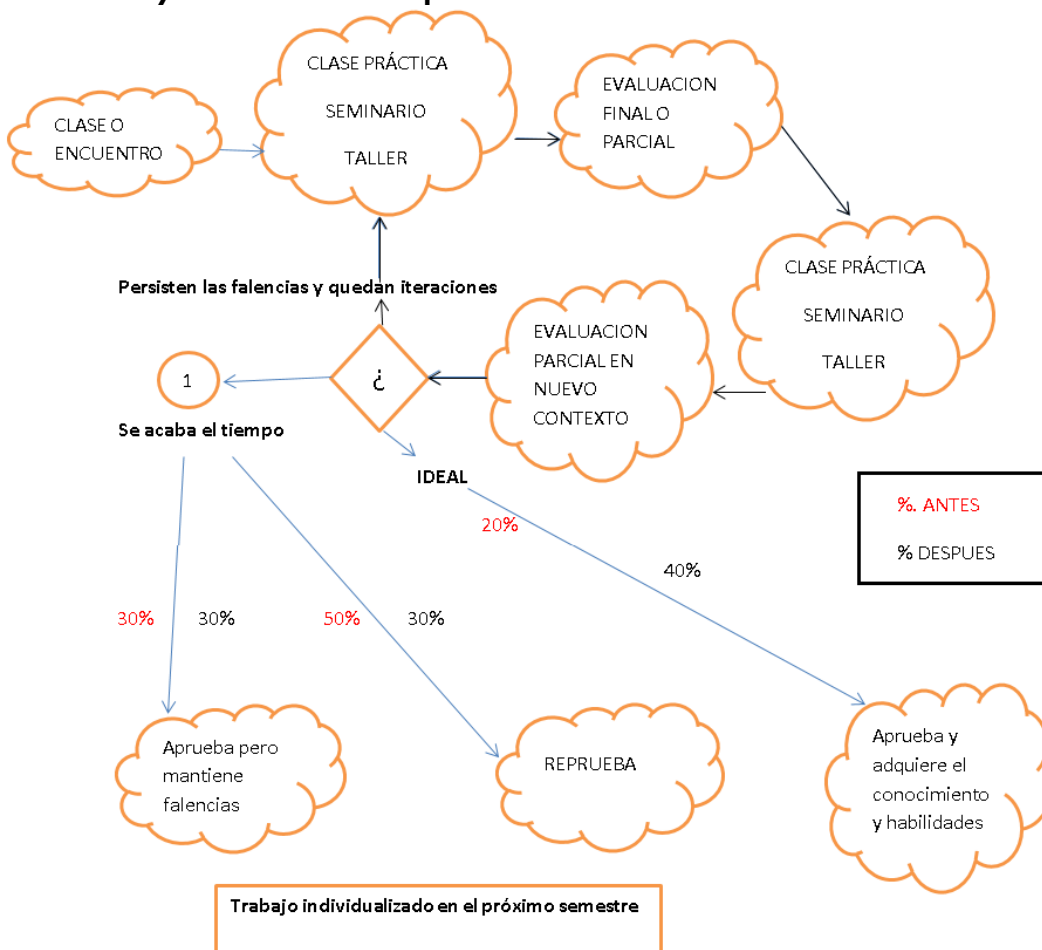
De aquí se plantea entonces que el rol del estudiante dentro del proceso de enseñanza – aprendizaje, en particular en la evaluación debe cambiar. Tomando entonces lo expuesto por Paulo Freire en su obra “Cartas a quien pretende enseñar” (Freire, 1994) se propone una metodología para ser aplicada inicialmente en la asignatura de Electrónica II y que en estos momentos se encuentra aplicada a cinco asignaturas de dos disciplinas del programa de ingeniería electrónica, potenciando el hecho de “Aprender en el acto de enseñar”.

2. Desarrollo de la experiencia

Primeramente, se transforma el concepto de clase a encuentro, tomando como experiencia los años de trabajo en la Universidad Central de las Villas en Cuba, en la cual al igual que casi todas, durante los años setenta, ochenta y noventa desarrollaron diversas variantes de escenarios educativos, preferentemente dirigidos a trabajadores sin posibilidades de asistir presencialmente a los cursos. Sin dejar la acción presencial, se desarrollaron los denominados “cursos para trabajadores por encuentros”, donde la clase se convertía en un encuentro pedagógico y los estudiantes transitaban durante ellos por los momentos de recapitulación de los temas tratados, presentación de nuevos conocimientos y evaluación.

De aquí tomamos lo importante que es para el estudiante en ingeniería tener disponibilidad de problemas resueltos, tratados como casos de estudio, elaborados por el profesor y vincularlo con toda la actual teoría del aprendizaje basado en problemas (García, 2004). Se plantean entonces dos momentos importantes, la clase magistral inicial y la clase práctica desarrollada por el profesor, planteamiento a partir del cual se desarrolla la metodología descrita en la figura 1, que sirve de guía para el desarrollo del trabajo.

Figura 1: Estructura y evolución del trabajo



La transformación de clase a encuentro, no es un mero formalismo semántico, sino un cambio desde el objetivo o competencia, procedimiento y alcance de la actividad. Evitar el desgaste demostrativo y eminentemente teórico a utilizar técnicas de ABP, presentando problemas muy bien elaborados por el profesor donde se evidencie muy concretamente lo que se desea aprender. En este momento el profesor orienta, enuncia y ejemplifica el método de solución, el contexto físico que da lugar al problema y sus posibles aplicaciones, utilizando las diferentes consideraciones de diseño que emanan de la experiencia acumulada en el desarrollo de la carrera docente y profesional.

Otro eslabón importante ha sido el momento de realizar cada tipo de evaluación, evitando las puramente finales o definitivas para la calificación. Para ello se realizan talleres que el profesor

orienta, pero que son desarrollados por los propios estudiantes, llegando a confeccionar ellos mismos pequeñas evaluaciones, que también califican y socializan sus respuestas. Esto además de *aprender enseñando*, sitúa al estudiante al menos una vez en cada semestre en la posición del profesor, por lo tanto, también aprende a capacitar. Las evaluaciones se han diseminado a lo largo del semestre manteniendo una evaluación integradora final que elabora y califica el profesor.

Hasta aquí no se ha presentado en realidad nada nuevo, pero si se anota que estas evaluaciones se toman de entre muchos problemas que previamente el profesor ha resuelto y ha puesto a disposición de ellos en diferentes contextos, donde el estudiante deberá tomar decisiones tanto ingenieriles, económicas, legales y ambientales, convirtiéndolos en verdaderos problemas de ingeniería.

Otra variante implementada en las evaluaciones sistemáticas es la realización de pequeños problemas, fundamentalmente de diseño, que se evalúan en grupos. Estos grupos se forman en el mismo momento del encuentro y pueden ser de a un estudiante, de a dos o todo el grupo realizando el mismo problema. Cada grupo entrega un solo resultado, donde además de la evaluación grupal toma fuerza el trabajo en equipos para resolver un problema. Pueden existir dos formas de calificarlos, o bien la hace el profesor o la redistribuye entre el grupo, de forma que exista una co-evaluación, disponiendo de una adecuada rúbrica hecha por parte del profesor.

Todo este trabajo parte de la disposición del profesor al cambio, en primer lugar, al cambio en lo que se evalúa, cómo se evalúa y cuántas veces se evalúa. Claro está, la confección de problemas tipos, su solución y los posibles contextos llevan un tiempo considerable de trabajo del profesor. Sin embargo, presentar al estudiante ante diferentes formatos de evaluación, le da la posibilidad de revertir resultados y consolidar lo aprendido, teniendo además varias oportunidades para la obtención de una calificación final. Este resultado se convierte en una gratificación importante para el profesor y también para el estudiante.

Para lo anterior se encuentra en elaboración un texto de Electrónica donde se presenta y se hace énfasis en esta filosofía de trabajo, reduciendo los procesos demostrativos o teóricos, aunque utilizando los enlaces a la gran variedad bibliográfica ya existente en estos temas, así como las notas del profesor en su experiencia académica; se culmina cada tema con un gran número de problemas resueltos y propuestos.

3. Observaciones del proceso

Como se observa en la figura 1, dentro del proceso de realimentación existe la interrogante de salida, donde se aprueba y se adquieren los conocimientos y habilidades, lo cual es el ideal; cuando se acaba el tiempo disponible y se aprueba pero se mantienen algunas falencias; y, cuando se reprueba. En los últimos dos casos, la experiencia es positiva en la medida que bien por una colaboración en el colectivo docente o porque es el mismo docente quién continua (este

es el caso) en asignaturas posteriores, se pueda proseguir trabajando en las falencias de forma individual.

Se observa entonces que aunque se mantiene en un 30% la situación para los que aprueban con falencias, para los que reprueban ha ocurrido una mejora sustantiva. Así mismo, los que logran aprobar con mejores resultados tanto cualitativos como cuantitativos pasa de un 20% a un 40%. En la medida que se mantiene la metodología en las diferentes asignaturas, la calidad y profundidad de lo aprendido se pone de manifiesto con resultados muy positivos.

Otra observación importante se da en el desarrollo de las evaluaciones grupales, que además de presentar a los estudiantes desafíos de trabajo en grupo para entregar un único resultado, propicia el aprendizaje en el momento de la evaluación, a través de la discusión en grupo. Sin embargo, no siempre los resultados son los esperados y hasta el momento en este tipo de actividades se tiene como promedio un 40% de grupos que desaprueba. Como respuesta, se propone el posterior proceso de socialización y calificación grupal, que supone otra oportunidad para reflexionar sobre el problema y en algunos casos, de también cambiar el resultado de la calificación.

4. A manera de conclusiones

Se ha completado un ciclo con la aplicación de la experiencia, ya que los estudiantes que comenzaron con la asignatura Electrónica II (semestre V), ya terminaron con la asignatura electiva de comunicaciones (semestre IX), por tanto, se pueden concretar algunos resultados:

- La evaluación y calificación grupal alivia el trabajo bajo presión con respecto a la situación individual, pero en algunos casos motiva desacuerdos que evidencian que los conocimientos de algunos estudiantes no son lo suficientemente sólidos como para debatirlos y lograr convencer a sus compañeros, por el contrario, son persuadidos por criterios erróneos.
- Algunos estudiantes que tradicionalmente presentan buenos resultados académicos rechazan la evaluación grupal pues se perjudican en los resultados, acción que debe preocupar y ocupar al docente pues en los momentos actuales el trabajo en equipo es una competencia de suma importancia en la vida laboral.
- Los escenarios de aprendizaje en ingeniería pueden modificarse, pero siempre se debe garantizar que los **conocimientos relevantes e invariantes** de cada disciplina, previamente detectados y evidenciados por el docente, sean corroborados y consolidados.
- La mortalidad, calidad y aprendizaje son factores motivadores en el trabajo docente, pero se debe tener cuidado que por mejorar a uno se deteriore otro. La mortalidad no es un parámetro que indique profundidad en el conocimiento de una asignatura, que por supuesto hay siempre que mejorarla, pero motivando el aprendizaje por parte de los estudiantes y así mismo el desempeño del profesor.
- El aprendizaje basado en problemas es una técnica sumamente importante y útil en ingeniería, pero requiere de mucho trabajo del profesor en la confección y orientación de los mismos, posibilitando que un estudiante se presente varias veces al mismo problema pero en

contextos diferentes (requerimientos de diseño) y por ende con resultados posiblemente diferentes.

- Gran parte de la bibliografía actual en la ingeniería electrónica, sobre todo en las asignaturas básicas específicas y del núcleo específico profesional no cuentan con problemas que demanden del estudiante un estudio y consecuente preparación, utilizando en manera desorbitante las nuevas tecnologías en aras de facilitarle el estudio. Es por ello que los profesores en cada rama del saber deben procurar en la medida que avanzan en experiencia, construir conocimiento a través de la confección de bibliografía especializada y metodológicamente organizada.

5. Referencias

- Fink, L. Dee. (2003). Creating Significant Learning Experiences: An integrated Approach to Designing College Courses. San Francisco: Jossey-Bass.
- Freire, Paulo. (1994). Cartas a quien pretende enseñar. Siglo Veintiuno Editores.
- García S, Julia. (2008). El aprendizaje basado en problemas en la enseñanza universitaria. Vol 8. Editum. Ediciones de la Universidad de Murcia.

Sobre el autor

- **Rodolfo José Gutiérrez González**, Ingeniero electrónico, Magister en Telecomunicaciones. Profesor Asociado, Universidad de Ibagué. rodolfo.gutierrez@unibague.edu.co

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

Copyright © 2019 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)