

EL ROL DEL DISEÑO ELECTRÓNICO EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Sergio Alberto Garassino – garassino@fio.unam.edu.ar
Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Misiones
Juan M. Rosas 325
3360 - Oberá - Misiones - Argentina
Ricardo Andrés Korpys - korpys@fio.unam.edu.ar

***Resumen:** Este trabajo tiene por objeto analizar el rol del Diseño Electrónico en la enseñanza de la Ingeniería Electrónica; considerando dos ejes principales, el primero referido a la formación profesional y el segundo, a la utilización del Diseño Electrónico como herramienta didáctica superadora. Las actividades de investigación se centraron en la asignatura Técnicas Digitales 2, de la carrera Ingeniería Electrónica de la Facultad de Ingeniería de la UNaM, para la cual se diseñó una metodología didáctica específica centrada en el diseño electrónico como estrategia integradora de la enseñanza; con el objeto de indagar sus efectos en el desarrollo de capacidades y competencias. Adicionalmente, se realizó una evaluación de la cantidad y calidad de las actividades de diseño llevadas adelante en la carrera. En base a los resultados obtenidos, se realizan aportes para su incorporación al Plan de Estudios.*

***Palabras-clave:** Enseñanza, Estrategia Integradora, Diseño Electrónico, Competencias*

1 INTRODUCCIÓN

El desarrollo vertiginoso que ha tenido la electrónica en los últimos tiempos, ha provocado un incremento significativo de conocimientos en las diferentes áreas que la componen, convirtiéndose cada una de ellas prácticamente en una especialidad. Ante esta realidad surgen dos alternativas:

- Desarrollar un Plan de Estudios que abarque la mayor cantidad posible de contenidos, en el tiempo limitado disponible, con el objeto de alcanzar una “formación completa”.
- Realizar una construcción curricular en donde los contenidos sean adecuadamente seleccionados para alcanzar una sólida formación básica y centrar la formación en el ciclo profesional en el desarrollo de las competencias, capacidades y destrezas que le acompañarán a lo largo de su vida profesional.

Lamentablemente, la primera alternativa se viene reproduciendo desde hace bastante tiempo, incorporando cada vez más contenido ante el avance tecnológico, sin análisis crítico. De esta manera, la duración real de las carreras de ingeniería se extienden cada vez más; con el agravante que los continuos cambios hacen que rápidamente muchos de esos conocimientos queden desactualizados. Desde la segunda perspectiva, se concibe al ingeniero como a un

profesional que se encontrará en su larga vida profesional con un alto grado de incertidumbre ante las rápidas transformaciones de los escenarios tecnológicos en que deberá desenvolverse. Por lo tanto, además de una sólida formación básica, será indispensable desarrollar su capacidad crítica y reflexiva, para solucionar en forma satisfactoria los nuevos y complejos problemas que se le presentarán en el campo profesional; siendo capaz de plantear y resolver las diferentes instancias que le lleven a la solución buscada. Es decir, alcanzar ese nivel de “saber hacer” propio de los profesionales de la especialidad. Desde el punto de vista cognitivo, se busca desarrollar un profesional capaz de guiar su aprendizaje y construir su propio conocimiento, a los fines de enfrentar con éxito el avance de la tecnología y los desafíos de la postmodernidad.

2 FUNDAMENTACIÓN

La función principal de la ingeniería es solucionar problemas. Dentro de los problemas de la ingeniería, el Diseño o Proyecto presenta las mayores exigencias y desafíos. Para alcanzar el éxito en esta difícil tarea, que muchas veces no pasa de obtener una solución aceptable o de compromiso, el ingeniero pondrá en juego, en su máxima expresión, todas sus cualidades y habilidades (arte).

El diseño es una característica distintiva de la ingeniería. Puede decirse, que el diseño es al ingeniero, lo que la investigación es al científico, pero conviene destacar que son muy diferentes: el científico intenta develar la realidad del mundo que le rodea a través de la investigación; en cambio, el ingeniero, a través del proceso creativo del diseño, desarrolla cosas nuevas. Si un científico se forma experimentando los métodos de investigación que considera más adecuado al objeto a investigar, es lógico pensar que el ingeniero se debe formar practicando el diseño.

Por lo tanto, el diseño y en particular el Diseño Electrónico para la disciplina electrónica, cumple dos funciones importantes en la formación del ingeniero:

-en primer lugar, es un objetivo en sí mismo, ya que no se concibe un ingeniero sin la capacidad de diseñar, como se planteó anteriormente;

-y en segundo lugar, pero no menos importante, se puede utilizar como herramienta didáctica para el desarrollo de competencias y habilidades propias del ingeniero y la construcción de conocimiento.

2.1 El diseño y su relación con la enseñanza

Podemos interpretar o concebir al diseño como *“(…) un proceso racional, no estructurado, integrador, contingente –sujeto a complicaciones imprevistas- y con soluciones múltiples, que responde al propósito de crear un objeto a partir de información generalmente imprecisa e incompleta”* (GALLEGOS, 1995). Luego, puede afirmarse que el método de la Ingeniería es el Diseño; por lo cual la formación de un ingeniero requiere un amplio entrenamiento en Diseño, cuestión prácticamente olvidada en muchos planes de estudio.

En todo proceso de diseño las dificultades se manifiestan rápidamente. En primera instancia, se debe abordar una tarea fundamental: *“traducir un vago enunciado de lo que se requiere, en un conjunto de especificaciones concretas”* como medio *“satisfactorio para alcanzar el objetivo propuesto”* (KRICK, 1995). Por otra parte, las soluciones son desconocidas al principio del proceso, por lo cual corresponde al ingeniero descubrir, explorar y proponer un cierto número de opciones; a partir de las cuales desarrollará la solución que considere más conveniente. El proceso de diseño está fuertemente signado por situaciones de incertidumbre. *“La capacidad creativa necesaria para inventar soluciones, y el criterio utilizado en su evaluación, significan que la práctica de la ingeniería tiene más de arte”*

(KRICK, 1995) de lo que normalmente se supone. Teniendo presente este pensamiento, se comprende que el proceso creativo puesto en juego en el proceso de la búsqueda de soluciones va más allá de la formación científica del ingeniero.

Los planes de estudio actuales no responden a la necesidad de formar un profesional capaz de desarrollar el arte de la ingeniería en todas sus dimensiones, y se pospone, para sus primeras experiencias en el campo profesional, librado a su propia iniciativa o autonomía, el desarrollo de estas capacidades; con los riesgos que ello implica.

Si bien la formación en diseño del profesional en ingeniería debe ser un objetivo prioritario; la mayoría de las veces resulta minimizado en los planes de estudio, en la creencia que solo la formación en las ciencias y los conocimientos en las disciplinas tecnológicas bastarán, cuando llegado el caso en su vida profesional, necesite realizar tareas de diseño, considerando esto como una transferencia natural, cuando en realidad es todo un proceso cognitivo a desarrollarse. Con este criterio, la formación de ingenieros se transforma en el mero desarrollo de capacidades técnicas, sin competencia para diseñar y desarrollar nuevas tecnologías. De esta forma se verá imposibilitado de superar en forma exitosa las situaciones problemáticas que aparecen en las primeras etapas de diseño, en donde se presentan una cantidad de requerimientos conflictivos y las soluciones son desconocidas o incompletas. Luego; se hace necesario una formación que les permita alcanzar el nivel de experticia propio de los profesionales de la disciplina para enfrentar este tipo de prácticas. *“Lo que más necesitamos es enseñar a nuestros estudiantes a tomar decisiones bajo condiciones de incertidumbre, pero esto lo que precisamente no sabemos como enseñar”* (SCHÖN, 1992).

2.2 El Diseño Electrónico

Los campos de aplicación de la electrónica se han ido desarrollando continuamente en forma vertiginosa: comunicaciones, control industrial, computación, equipos electrónicos para el hogar, electrónica automotriz, bioingeniería, etc. Es difícil encontrar en la actualidad equipos o sistemas que no utilicen electrónica. Es función del Diseño Electrónico el desarrollo y mejora continua de circuitos electrónicos, en todos los campos posibles de aplicación. Este proceso creativo, de desarrollo de nuevas aplicaciones, a llevado a la electrónica a insertarse en interrelación con la mayoría de las actividades humanas, y en muchos casos modificado en forma sustancial su desarrollo.

Si bien la creación no es libre, dado que existe una fuerte interdependencia entre las características de la estructura a desarrollar y los medios para construirla, ya que está sujeta a los componentes electrónicos disponibles; existen en general varias opciones para la implementación física de un circuito electrónico (hardware) y en muchos casos, cada vez más, se suman las opciones de programación (software).

Por lo tanto, las obras de los Ingenieros Electrónicos se manifiestan a través del Diseño Electrónico. Siendo esta la función fundamental, la preparación para el Diseño Electrónico del futuro ingeniero resulta un objetivo prioritario.

2.3 El Diseño Electrónico desde el punto de vista didáctico

Siendo el arte del diseño electrónico la habilidad fundamental que deben desarrollar los ingenieros electrónicos, resulta de suma importancia resolver la cuestión de *“(...) como la preparación para el arte puede hacerse en coherencia con el curriculum profesional básico de ciencia aplicada y tecnología”* (SCHÖN, 1992). En este sentido, el diseño electrónico puede ser utilizado como herramienta didáctica que tienda a establecer un puente entre la teoría y la práctica.

Por otra parte, no menos importante resulta la modalidad de trabajo que se adopte; *“Los estudiantes aprenden mediante la práctica de hacer o ejecutar aquello en lo que buscan convertirse en expertos, y se los ayuda a hacerlo así por medio de otros prácticos más veteranos que –volviendo a la terminología de Dewey– les inician en las tradiciones de la práctica: las costumbres, los métodos y los estándares de trabajo de la profesión...”* (SCHÖN, 1992). En esta línea de pensamiento, el **“descubrimiento”** por parte del alumno resulta la cuestión principal en el proceso de aprendizaje: *“No se puede enseñar al estudiante lo que necesita saber, pero puede guiársele. El alumno tiene que ver por sí mismo y a su propia manera las relaciones entre los medios y los métodos empleados y los resultados conseguidos”*. (SCHÖN, 1992). En este sentido el rol del docente se transforma en un facilitador del aprendizaje, mediante una acción tutorial: *“(...) tal vez, entonces, el aprendizaje de todas las formas de arte profesional dependa, al menos en parte, de condiciones similares a aquellas que se producen en los talleres y los conservatorios: la libertad de aprender haciendo en un contexto de riesgo relativamente bajo, con posibilidades de acceso a tutores que inician a los estudiantes en las tradiciones de la profesión y les ayudan, por medio de la forma correcta de decir, a ver por sí mismos y a su manera aquello que más necesitan ver”* (SCHÖN, 1992).

El ambiente de trabajo, el instrumental, el apoyo informático y las herramientas utilizadas caracterizan el lugar físico donde se desarrolla como Taller o Laboratorio de Diseño Electrónico. Según el pensamiento de Schön, el ambiente de trabajo se convierte en un mundo hipotético. De esta forma en el taller *“(...) se opera en un mundo virtual, una representación elaborada sobre el mundo real de la práctica”*.

2.4 El Diseño Electrónico como formación para la práctica

Los profesionales, que se destacan en la práctica, han desarrollado un conjunto de ideas, formas de pensar, de actuar y un conocimiento específico; que les permite interpretar las diferentes situaciones que se le presentan en el campo profesional y establecer líneas de acción para alcanzar el éxito en su resolución. Han desarrollado un **“conocimiento en la acción”**. Este conocimiento en la acción permite resolver la mayoría de las situaciones. Sin embargo, en un nivel superior, aparecen situaciones que no coinciden o no se adaptan a los conceptos arraigados en el conocimiento en la acción. Ante estas situaciones *“(...) el práctico experimenta una sorpresa que lo lleva a replantearse su conocimiento en la acción en aspectos que van más allá de las reglas, de hechos, las teorías y las operaciones disponibles. El práctico reacciona ante lo inesperado o lo extraño reestructurando algunas de sus estrategias de acción, teorías de los fenómenos o modos de configurar el problema; e inventa experimentos sobre la marcha para poner a prueba su nueva comprensión”* (SCHÖN, 1992) Responde construyendo creativamente una nueva forma de afrontar el problema, que Schön define como **“reflexión en la acción”**. Siguiendo esta línea de pensamiento, el profesional pone de manifiesto la concepción de su arte profesional.

La formación para este tipo de práctica es generalmente olvidada en el curriculum, tal vez por el desafío cognitivo que representa resolver la complejidad de desarrollar “la reflexión en la acción”; y en la creencia simplista de que el conocimiento de teorías y técnicas es suficiente.

Resulta indispensable para alcanzar la formación completa del Ingeniero Electrónico, una formación para la práctica en el sentido discutido precedentemente. Es necesario exponer al estudiante a condiciones que se asemejen a las reales y a sus características de trabajo. Pero que tipo de prácticas, que diseños será conveniente plantear a nuestros alumnos. Surge así el concepto de “practicum” como *“(...) una situación pensada y dispuesta para la tarea de aprender una práctica. En un contexto que se aproxima al mundo de la práctica,* ”

(SCHÖN, 1992). El practicum puede interpretarse como una construcción metodológica que enfrenta al estudiante con las cuestiones fundamentales relacionadas con la práctica. Esta situación representa un fuerte desafío cognitivo, ya que exige la búsqueda de caminos para alcanzar los resultados deseados. Existen tres tipos diferentes de practicum, en la idea de Schön, que se diferencian en el nivel de complejidad, desafío cognitivo y nivel de abstracción que exige su resolución:

A través del Diseño Electrónico, desarrollado en el ambiente de trabajo del taller, se pueden formular practicums de los diferentes niveles planteados por Schön. En el nivel inicial de la carrera estarán orientados a desarrollar habilidades técnicas. En un nivel intermedio, a desarrollar las formas de “saber hacer” propias de los ingenieros electrónicos y finalmente, en la última etapa, a la realización de un proyecto con características distintivas del tercer tipo de practicum.

Además, es importante resaltar que la línea de separación entre el segundo y el tercer tipo suele ser difusa, pero esto lejos de ser un problema, puede ser utilizado para pasar en forma gradual del segundo al tercer tipo de practicum.

2.5 El Diseño Electrónico en el marco del paradigma constructivista

Es objeto del presente apartado sustentar desde las teorías del aprendizaje, la construcción de un sistema didáctico centrado en el diseño electrónico.

En primera instancia, en relación con las ideas de Piaget, destaca el conflicto cognitivo y el desequilibrio que provocan los casos de diseño electrónico como disparadores del proceso de asimilación.

En segundo término, el concepto de abstracción reflexiva y generalización competitiva de García, permite interpretar los procesos mentales que se producen en los alumnos, que les permiten ir desarrollando nivel por nivel su estructura cognitiva para diseñar, pasando gradualmente de casos más simples a más complejos, o de practicums del primer tipo hasta los del tercero, según el pensamiento de Schön.

En tercer término, cabe destacar que poco relevantes serían los resultados, sin la interacción mediada que producen las actividades en el Laboratorio de Diseño. En relación con el planeamiento de las mismas, cobra especial importancia, la perspectiva que ofrece el enfoque histórico-cultural y la metodología que se deriva del mismo.

La tarea es el objetivo que se le plantea al estudiante en condiciones determinadas, es el problema o situación concreta al que se enfrenta y al cual debe dar solución. En la tarea se concreta el método y por lo tanto, es la forma para alcanzar el desarrollo de las competencias deseadas, que en nuestro caso son las relacionadas con el diseño electrónico. Luego, la tarea debe modelar el objeto de asimilación (el diseño electrónico) y debe provocar la o las acciones que queremos formar. Por lo tanto, su selección se debe realizar con el mayor rigor y cuidado. En el caso del diseño, las distintas etapas implícitas en su concreción, con sus características propias, dificultades y exigencias; se convierten en un verdadero sistema de tareas, que deben estar al alcance de realización por los estudiantes. Luego, los problemas de diseño deben proponerse en relación al concepto de Zona de Desarrollo Próximo planteado por Vigotski; teniendo presente los conocimientos, habilidades y competencias en diseño desarrolladas y las que son factibles de alcanzar a través del diseño abordado, considerando las interacciones mediadas por el apoyo tutorial docente, en el Laboratorio de Diseño. Esta cuestión, no sólo es relevante para la asignatura Técnicas Digitales 2, donde se realizaron las experiencias de diseño. Dado que implican un adecuado planeamiento del desarrollo gradual de las competencias relacionadas con “saber diseñar”, requieren una rigurosa coordinación y articulación a lo largo de toda la carrera.

Como se mencionó, el rol del profesor se modifica, siendo el que, por su mayor formación, interviene en el momento adecuado, mediando en la relación del alumno con el conocimiento y facilitando su apropiación. Jerome Bruner, continuador de la obra de Vigotski, introduce el concepto de **andamiaje** o ayuda, que consistiría en graduar finamente la dificultad de la tarea y el grado de ayuda, de tal forma que no sea tan fácil como para que el sujeto que aprende pierda el interés por hacerla, ni tan difícil que renuncie a ella. Cuestión fundamental para lograr un buen nivel de motivación en los alumnos.

Finalmente, el trabajo en grupo y las interacciones en el laboratorio ponen en evidencia las características del diseño como proceso social. Trabajando en grupos con sus iguales y el apoyo de docentes experimentados, se puede obtener un nivel más elevado de desarrollo, potenciando el talento de nuestros estudiantes.

3 EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

3.1 Definición del problema

La formación actual se encuentra fuertemente centrada en el contenido y en la construcción de conocimiento y, por otra parte, la mayoría de las asignaturas de la carrera utiliza metodologías que se centran en la enseñanza tradicional, reproducidas a través de la experiencia, sin sustento teórico.

Estas cuestiones se traducen en debilidades de la formación como la falta de relación entre la teoría y la práctica; escasa motivación de los alumnos, que precisamente reclaman más práctica; extensión en la duración de las carreras y especialmente, carencia en el desarrollo de las competencias y capacidades para el Diseño Electrónico, como actividad fundamental de los ingenieros de esta especialidad.

3.2 Objetivos:

El objetivo general de este trabajo es estudiar los efectos de emplear un sistema didáctico que utiliza casos de Diseño Electrónico adecuadamente seleccionados, como estrategia integradora en la enseñanza de la Ingeniería Electrónica.

Para llevar adelante esta propuesta metodológica centrada en el diseño electrónico, se ha seleccionado la asignatura Técnicas Digitales 2, ya que uno de sus objetivos principales es desarrollar competencias en diseño; y por otra parte, durante los años 2002 y 2003 se llevaron a cabo experiencias preliminares, que sirvieron como antecedentes en esta investigación.

En relación al objetivo general, se plantearon los siguientes objetivos específicos:

O1- Analizar la cantidad y calidad de la práctica en diseño realizada en la carrera Ingeniería Electrónica, en relación con el nivel de formación profesional.

O2- Recopilar e interpretar las experiencias didácticas en diseño llevadas adelante por los docentes de la carrera.

O3- Estudiar la potencialidad de un sistema didáctico que utilice el Diseño Electrónico como eje integrador en el dictado de la asignatura Técnicas Digitales 2, para el desarrollo de capacidades y habilidades propias del Ingeniero Electrónico.

O4- Establecer si el Diseño Electrónico favorece la apropiación de conocimientos y/o la construcción de nuevos conocimientos.

O5- Verificar si esta modalidad favorece la motivación, la participación activa, el trabajo autónomo de los alumnos y como consecuencia el autoaprendizaje.

O6- Analizar mecanismos de evaluación innovadores en relación con el sistema didáctico propuesto en la asignatura Técnicas Digitales 2.

O7- Indagar si el desafío cognitivo relacionado con esta innovación didáctica promueve procesos de trabajo intelectual más creativos y/o reflexivos.

O8- Realizar aportes para una construcción curricular que permita alcanzar una mejor formación en diseño.

3.3 Posicionamiento de la investigación

El posicionamiento adoptado frente a las dimensiones del trabajo de investigación, en el sentido de las consecuencias que tendrá en cuanto a la clase de conocimientos y tipo de acciones que pueden derivarse de la misma, se enmarcan dentro del criterio de lo práctico y de la investigación crítica, en la perspectiva del planteamiento estratégico (Carr y Kemmis, 1988).

La formación en Diseño Electrónico es un problema práctico y fundamental para desarrollar un profesional crítico y reflexivo. Según Gauthier: *“Los problemas prácticos son problemas acerca de lo que hay que hacer, (...) su solución sólo se halla haciendo algo”* (Gauthier en Carr y Kemmis, 1988); luego, surge desde esta visión la necesidad de que los propios docentes nos transformemos en investigadores de nuestra práctica.

El proceso de investigación busca interpretar y comprender los fenómenos o procesos que se producen en el Laboratorio de Diseño y los resultados alcanzados. Se busca descubrir e interpretar el conjunto de reglas que da sentido a la actividad. Los instrumentos se han seleccionado de acuerdo a su pertinencia para lograr la información deseada, siendo estos: encuestas, observación y análisis de documentos.

3.4 Descripción de actividades

Act1: Relevamiento de actividades de Diseño Electrónico llevadas adelante por docentes de la carrera Ingeniería Electrónica.

Act2: Evaluación en cantidad y calidad de la formación en Diseño Electrónico de la carrera Ingeniería Electrónica correspondiente a la Facultad de Ingeniería de la UNaM.

Act3: Diseño de un sistema didáctico en base a las experiencias de los años 2002 y 2003 a ser utilizada en la asignatura Técnicas Digitales 2, centrada en actividades de diseño electrónico.

Act4: Desarrollo de las actividades de diseño durante el cursado de Técnicas Digitales 2 (segundo cuatrimestre de 2004).

Act5: Análisis de la información recogida. Conclusiones preliminares.

Act6: Aportes para una construcción curricular que permita desarrollar una mejor formación del Ingeniero Electrónico en Diseño.

Act7: Conclusiones finales.

3.5 Desarrollo de los métodos y técnicas para cada actividad

Act1: Esta actividad se sustentó principalmente en el análisis de documentos. Para ello se utilizó la información recopilada en las fichas de actividades curriculares, fichas de carrera e informe de autoevaluación confeccionados durante el reciente proceso de acreditación de la carrera realizado por la CONEAU; y las planificaciones de asignaturas presentadas por cada responsable de asignatura al Departamento. Adicionalmente, se incluyó en las encuestas de docentes y alumnos preguntas relacionadas con esta actividad.

Act2: Se analizó la cantidad de horas dedicadas al DE en la carrera, características y nivel de complejidad de los diseños realizados, nivel de articulación entre los mismos y acciones

de las exigencias que plantea el DE? Si No Por favor, explicar la respuesta seleccionada.	alumnos en relación al DE.
¿Qué mecanismos utilizaron los docentes para evaluar las actividades de diseño realizadas?	O6-Analizar mecanismos de evaluación innovadores en relación con la propuesta metodológica referida al diseño.
Exponga aquí cualquier opinión que considere valiosa en relación al DE y su formación.	O8-Realizar aportes a una construcción curricular que permita alcanzar una mejor formación en diseño.

Encuesta final a los alumnos

Luego de realizar las actividades de diseño en la actividad curricular, se encuestó nuevamente a los alumnos con el fin de evaluar los efectos de la construcción metodológica centrada en el DE utilizada.

Tabla 2 – Encuesta final a los alumnos en relación a los objetivos específicos

Preguntas	Objetivos
¿Considera que las actividades realizadas le han permitido desarrollar la capacidad de diseñar aplicaciones de microcómputo? Si No ¿En qué grado de complejidad? Bajo mediano alto	O3-Estudiar la potencialidad de una construcción metodológica que utilice el Diseño Electrónico como eje integrador en el dictado de la asignatura Técnicas Digitales 2, para el desarrollo de capacidades y habilidades propias del Ingeniero Electrónico.
¿Cuáles fueron las mayores dificultades que se le presentaron? Por favor enumere todas aquellas que se le hallan presentado.	
La modalidad de trabajo, en lo que se refiere al apoyo docente ha sido: mala regular buena muy buena Fundamente la respuesta	
¿Cómo ha sido su experiencia en relación al trabajo en grupo? El tiempo asignado ha sido: Escaso Aceptable Excesivo	
¿La formación experimental en el laboratorio previa, a lo largo de la carrera, le ha resultado de utilidad? Nada Poco Suficiente Mucho	Dado que la formación experimental es la de mayor peso en la formación práctica, se desea analizar su pertinencia en relación a las actividades de Proyecto y Diseño.
¿Las experiencias anteriores en diseño le han servido como preparación previa? Nada Poco Suficiente Mucho	O2-Recopilar y analizar las experiencias didácticas en diseño llevadas adelante por los docentes de la carrera.
¿El DE le llevó a razonar o reinterpretar temas vistos en la asignatura? Si No ¿Ha utilizado conocimientos de otras asignaturas? Si No ¿cuáles?	O4-Establecer si el Diseño Electrónico favorece la integración de conocimientos y/o la construcción de nuevos conocimientos (autoaprendizaje).
¿El DE le llevó a razonar o reinterpretar esos temas vistos en otras asignaturas? Si No	
¿El DE le llevó a la búsqueda de nuevos	

<p>conocimientos? Si No ¿cuáles?</p> <p>¿El DE fomentó la búsqueda de información relacionada? Si No ¿Dónde?</p> <p>¿El DE le ayudó a comprender mejor los temas de teoría? Si No</p> <p>¿El DE le permitió integrar conocimientos? Si No</p>	
<p>¿El DE incentivó su vocación por la electrónica? Si No</p> <p>¿Realizó o piensa realizar algún DE por iniciativa propia? Si No</p>	O5-Verificar si esta modalidad favorece la motivación, la participación y el trabajo autónomo de los alumnos.
<p>¿Considera que los métodos de evaluación utilizados por los docentes han sido adecuados? Si No ¿Porqué?</p> <p>Que sistema de evaluación resulta de su preferencia: Evaluación clásica a través de parciales Evaluación a través del DE Subraye la respuesta seleccionada</p> <p>¿De las dos opciones de evaluación anteriores, cuál considera más exigente?¿Porqué?</p>	O6-Analizar mecanismos de evaluación innovadores en relación con la propuesta metodológica referida al diseño.
<p>Como obtuvieron las soluciones:</p> <p>Adaptación de otras aplicaciones Aportes de los docentes Ideas desarrolladas dentro del grupo Combinación de algunas de las anteriores Otras</p> <p>Por favor, explique su selección</p> <p>¿Se han presentado situaciones de incertidumbre durante el desarrollo? ¿Cómo las han enfrentado o solucionado? Si No Forma de solución:</p> <p>El desafío cognitivo o exigencia mental ha sido: Bajo mediano alto muy alto exagerado</p>	O7-Indagar si el desafío cognitivo relacionado con esta innovación didáctica promueve procesos de trabajo intelectual más creativos y/o reflexivos.
<p>Por favor, realice aportes respecto a cómo podría mejorarse la actividad, desde su punto de vista.</p>	O8- Realizar aportes a una construcción curricular que permita alcanzar una mejor formación en diseño.

Encuesta a los docentes

La encuesta realizada a los docentes del departamento de electrónica se relaciona con los objetivos de la siguiente forma:

Tabla 3 – Encuesta a los alumnos docentes en relación a los objetivos específicos

Preguntas	Objetivos
<p>¿Considera que la competencia en Diseño Electrónico (DE) debe ser desarrollada en la formación del Ingeniero Electrónico? ¿Porqué?</p> <p>¿A su juicio, que características deben tener las actividades de diseño para ser consideradas como tales?</p> <p>¿Considera que el DE puede además ser utilizado como herramienta didáctica valiosa para el proceso de enseñanza –aprendizaje?</p> <p>Si No</p>	<p>Establecer las concepciones de los docentes en relación a las características del DE y su relación con la formación profesional.</p>
<p>¿Considera adecuada la cantidad de horas dedicadas al DE en sus asignaturas?</p> <p>Si No</p> <p>En caso negativo, explicar las causas.</p> <p>¿Considera adecuada la cantidad de horas dedicadas al DE en la carrera?</p> <p>Si No</p> <p>¿Luego del proceso de acreditación y el establecimiento de niveles mínimos de formación práctica, modificó la cantidad de horas dedicadas a DE?</p>	<p>O1- Analizar la cantidad y calidad de la práctica en diseño realizada en la carrera Ingeniería Electrónica, en relación con el nivel de formación profesional.</p>
<p>¿Realiza actividades de diseño planificadas en las asignaturas en las que se desempeña? En caso afirmativo, explicar brevemente.</p>	<p>O2- Recopilar y analizar las experiencias didácticas en diseño llevadas adelante por los docentes de la carrera.</p>
<p>¿Considera que el DE puede favorecer la integración teoría-práctica en la enseñanza?</p>	<p>O4- Establecer si el Diseño Electrónico favorece la integración de conocimientos y/o la construcción de nuevos conocimientos (autoaprendizaje).</p>
<p>En base a su experiencia, comente los resultados obtenidos con la utilización del DE.</p> <p>¿Considera que favorecen la motivación, el trabajo autónomo y el autoaprendizaje?</p>	<p>O5- Verificar si esta modalidad favorece la motivación, la participación y el trabajo autónomo de los alumnos.</p>
<p>¿Cómo evalúa el desempeño de los alumnos en los diseños realizados y los contenidos relacionados?</p>	<p>O6- Analizar mecanismos de evaluación innovadores en relación con la propuesta metodológica referida al diseño.</p>
<p>Por favor, indique los contenidos relacionados con los DE abordados. ¿Existen otros contenidos que podrían relacionarse con actividades de diseño?</p>	<p>Establecer la existencia e identificar los contenidos que permitan facilitar la inserción del DE en la carrera; en relación con el O8.</p>
<p>¿A su entender, cuáles son las ventajas observadas en la utilización del DE en el proceso de enseñanza aprendizaje?</p> <p>¿Cuáles son las desventajas observadas en la utilización del DE en el proceso de enseñanza aprendizaje?</p> <p>¿Cuáles deberían ser las condiciones necesarias para que sea posible su implementación práctica? Tener presente todos los aspectos: personal, equipamiento, lugar físico, disponibilidad horaria, etc.</p>	<p>O8- Realizar aportes a una construcción curricular que permita alcanzar una mejor formación en diseño.</p>

4 CONCLUSIONES EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Se comparan, contrastan e interpretan los resultados obtenidos a partir de las distintas fuentes, relacionándolas con los objetivos del trabajo de investigación, a través de un proceso de triangulación.

El relevamiento y análisis de las experiencias de diseño llevadas adelante en la carrera Ingeniería Electrónica, permite afirmar que se realizan importantes acciones, dedicándose un número apreciable de horas a actividades de Proyecto y Diseño, que cumplen los estándares de acreditación; teniendo presente sus dos objetivos fundamentales: la formación en diseño electrónico de los alumnos, a través del desarrollo de competencias; y simultáneamente, como herramienta didáctica para la construcción de conocimiento. Destacan como fortalezas:

- Existe un grupo importante de docentes comprometidos con la formación práctica, especialmente en diseño.

- Las actividades de formación práctica tienen una importante asignación horaria, y en particular las actividades de diseño electrónico.

- La cantidad de alumnos que cursan la carrera no es elevada, por lo que se facilita la implementación metodológica de las actividades, que requieren atención personalizada de los docentes.

- Se cuenta con espacio físico, recursos humanos y equipamiento mínimos pero aceptables, mediante los cuales se pueden implementar un número interesante de casos de diseño, con una adecuada planificación.

Sin embargo, se han detectado un conjunto de debilidades que condicionan la calidad de las tareas y no contribuyen a una buena formación en diseño:

- Asignaturas, correspondientes a importantes áreas de la Ingeniería Electrónica (control y comunicaciones), que no realizan actividades de Proyecto y Diseño.

- Asignaturas con bajo número de horas asignadas al diseño, en relación a la carga horaria total de la misma.

- Problemas de diseño de escasa dificultad o poco desafío cognitivo.

- Falta de algunas de las etapas del diseño, especialmente a la que se refiere a la concreción física del circuito.

- No existen acciones coordinadas de articulación horizontal, ni vertical de las actividades desarrolladas.

- Bajo número total de docentes y con sobrecarga de tareas, lo que conspira en contra de las mayores exigencias docentes en el Laboratorio de Diseño y tareas de preparación, consulta y seguimiento relacionadas.

Se concluye, que si bien la formación en Proyecto y Diseño ha alcanzado un cierto grado desarrollo en la carrera, el proceso de enseñanza está fuertemente centrado en los contenidos, por lo que deben llevarse adelante acciones para superar las debilidades enunciadas y equilibrar la formación de conocimientos, competencias y habilidades.

Existen asignaturas que realizan actividades de diseño, pero dado que el número de horas asignado es escaso, éstas no son reconocidas por los alumnos como tales y por otra parte, no permiten un desarrollo significativo de competencias de diseño.

Se ha detectado que algunos casos de diseño abordados no cumplen con todas las etapas, sólo se concretan en papel y presentan escaso desarrollo cognitivo.

Se concluye que el número total de horas dedicadas a las tareas de diseño en el marco de una determinada asignatura o área, y la selección de los casos abordados, debe alcanzar el nivel necesario para que las experiencias realizadas resulten relevantes para los estudiantes, deben estar en relación al avance en el cursado de la carrera, y que sean capaces de producir un desafío cognitivo que sea motivador para el desarrollo de las estructuras mentales de los alumnos.

Las experiencias realizadas, muestran que resulta conveniente alcanzar una buena nivelación de conocimientos, antes de iniciar las actividades en el Laboratorio de Diseño, cuestión que se tuvo especialmente en cuenta en el sistema didáctico desplegado. Sin embargo, complican notablemente las actividades, especialmente extendiendo los tiempos asignados, la falta de desarrollo de las competencias técnicas.

Luego, para que las actividades de diseño se realicen en los tiempos previstos, es necesario una buena nivelación de conocimientos y por otra parte, haber desarrollado un mínimo de habilidades técnicas y destreza manual.

Por lo tanto, se considera necesario incorporar en el primer ciclo de la carrera un “taller de electrónica”, que a través de la construcción de circuitos electrónicos impresos, permita desarrollar las competencias técnicas.

Los estudiantes de la asignatura Técnicas Digitales 2, han evidenciado un notorio progreso en sus aptitudes para realizar diseños electrónicos. Las condiciones iniciales, de escasa o mínima preparación, se ha transformado notablemente por medio de la construcción didáctica implementada, habiéndose comprobado el desarrollo de competencias y habilidades que les permiten encarar diseños de mediana complejidad.

Se puede afirmar que por medio de la implementación de un adecuado sistema didáctico, se pueden desarrollar las habilidades y competencias necesarias para alcanzar una buena formación en diseño. El Diseño Electrónico no consiste en una mera aplicación de conocimientos, sino que presenta características propias y esenciales, que hacen sólo pueda aprenderse a través de su práctica.

En el aspecto cognitivo resalta la opinión favorable de alumnos y docentes respecto del valor del Diseño Electrónico, como herramienta para: la asimilación e interpretación de los conocimientos abordados en teoría, la búsqueda y apropiación de nuevos conocimientos, la integración de los mismos y la transferencia a situaciones de aplicación real.

Mediante el Diseño Electrónico se favorece la construcción de conocimiento y el autoaprendizaje; así como una forma diferente de conocimiento aplicado a situaciones prácticas, que los estudiantes llaman “conocimiento práctico” y que Schön define como conocimiento en la acción.

Resulta indiscutible la motivación que provocan las actividades de diseño, lo que favorece notablemente el cambio de rol de los estudiantes hacia una forma de trabajo mucho más activa y evita los rechazos que podrían producirse ante las exigencias cognitivas que plantea. No menos importante es la motivación de los docentes que pueden transformar sus prácticas, normalmente centradas en la enseñanza tradicional.

Es de resaltar la satisfacción que provoca en alumnos y docentes la concreción de los diseños propuestos, que resultan motivadores para nuevas acciones.

El Diseño Electrónico resulta una herramienta excepcional para la motivación y participación activa de ambos actores del proceso enseñanza-aprendizaje, estudiante y docente.

Al iniciar las actividades de diseño en Técnicas Digitales 2 se ha observado una fuerte dependencia del apoyo tutorial; la cual, se fue reduciendo con el transcurso de las actividades, aumentando el grado de autonomía hacia la finalización de las tareas, y también a medida que mejoraba la dinámica grupal.

Por lo tanto, si bien se puede afirmar que el Diseño Electrónico favorece el trabajo autónomo, la interrelación generada en el Laboratorio de Diseño mantiene un fuerte vínculo entre docentes y estudiantes, que debería ser analizado a través de un estudio más específico.

A través de las actividades de diseño se puede realizar una evaluación integral de los estudiantes, reconociendo el potencial y el talento de cada uno de ellos.

Desde el punto de vista docente es muy valorado, debido a la posibilidad de retroalimentación y corrección ante desvíos en relación a los objetivos propuestos.

Desde el punto de vista de los alumnos, resulta muy significativa la opinión unánime de preferencia por esta metodología de evaluación, a pesar de las mayores exigencias cognitivas y dedicación.

A través del Diseño Electrónico se pueden desarrollar metodologías de evaluación superadoras de las prácticas tradicionales, sin provocar rechazos por parte de los alumnos.

En el aspecto metodológico, si bien el resultado de las encuestas manifiesta en promedio conformidad respecto de la modalidad de trabajo adoptada, persiste el lazo cultural con la enseñanza tradicional.

Por otra parte, la búsqueda de soluciones y el desarrollo de criterios propios, desencadenan procesos reflexivos caracterizados por un alto grado de incertidumbre.

El apoyo tutorial resulta indispensable para superar las dificultades. En este sentido, se propone trabajar en la zona de desarrollo próximo, permitiendo la mayor independencia posible de nuestros estudiantes. De esta forma, el trabajo docente en el Laboratorio de Diseño se convierte en una especie de “arte”, a ser explorado y perfeccionado a través de la experimentación de su práctica.

Las soluciones alcanzadas en el segundo diseño, permiten afirmar que se han producido importantes procesos reflexivos y de síntesis creativa, en el ámbito de cada grupo; ámbito de trabajo natural muy valorado por los estudiantes.

Se puede afirmar que el Diseño Electrónico promueve procesos de trabajo intelectual creativos y reflexivos, siempre y cuando el desafío cognitivo propuesto no sea excesivo, en cuyo caso provocará efectos frustrantes.

5 CONCLUSIONES FINALES

Contrastan las opiniones de profesores y alumnos en relación a la suficiencia de las actividades de diseño a lo largo de la carrera. Mientras los primeros las consideran adecuadas, es unánime el reclamo de mayor cantidad de actividades por parte de los estudiantes.

A través del planteo de problemas de diseño, se pueden desarrollar metodologías de abordaje que integren la teoría, resolución de problemas y laboratorio. Esta estrategia puede ser utilizada durante toda la carrera, pero por supuesto, su introducción se debe realizar en forma gradual en complejidad y adaptado al nivel que corresponda.

Se hace necesario una reestructuración de la curricula de la carrera Ingeniería Electrónica que centre la formación en el desarrollo de competencias, especialmente en las relacionadas con el diseño, articulando horizontal y verticalmente las actividades en grado de complejidad creciente a lo largo de la carrera.

Por último, si bien no fue objetivo directo de esta investigación, los resultados obtenidos permiten afirmar que la representación que tienen los estudiantes de un Ingeniero Electrónico, es la de un profesional preparado para “hacer en electrónica”. Luego, **los conocimientos y competencias a desarrollar en la carrera, no son valorados por sí mismos, sino en relación al “saber hacer” propio de la disciplina en la cual intentan convertirse en profesionales, donde sobresale como actividad culminante “saber diseñar”.**

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Libro

- CARR, W. & KEMMIS S. (1995) **Teoría Crítica de La Enseñanza**, Ed. Martínez Roca S. A., Barcelona.
- GARCÍA, R. (1982) **Psicogénesis e Historia de la Ciencia**, Ed. Siglo XXI, México.
- GARCÍA, R. (1996) **Crear para Comprender. La Concepción Piagetiana del Conocimiento**, Ed. Substratum, Vol. III, nº 8 y 9, Barcelona.
- GONZÁLEZ, O. (1991) **El Enfoque Histórico-cultural como fundamento de una Concepción Pedagógica**, La Habana, Cuba.
- KRICK, E.V. (1995) **Introducción a la Ingeniería y al Diseño en la Ingeniería**, Ed. Limusa, México.
- NAVEIRO, R.M.; FAVA DE OLIVEIRA, V. Y OTROS (2001) **O Projeto de Engenharia Arquitetura e Desenho Industrial**, Ed. UFJF, Juiz de Fora, Brasil.
- PÉREZ PANTALEÓN, G.A. (2004). **Paradigmas en Psicología de la Educación**, Compilación de materiales para cursos de perfeccionamiento, posgrados y maestrías, Fac. de Ingeniería, UnaM.
- SCHÖN, D.A. (1992) **La Formación de Profesionales Reflexivos**, Ed. Paidós, Barcelona.

Revista

- GALLEGOS, H. (1995), **La Calidad de la Ingeniería**, Pág. 8 a 11, Revista El Ingeniero Civil, nº 96, Lima.
- GALLEGOS, H. (1996) **Ciencia y tecnología: Las gemelas-espejo**, Pág. 11 a 16, Revista El Ingeniero Civil, nº 100, Lima.

THE ROLE OF ELECTRONIC DESIGN IN THE TEACHING PRACTICE OF ELECTRONIC ENGINEERING

Abstract: *This paper attempts to analyse the role of electronic design in the teaching practice of electronic engineering taking into account two main factors: first, professional development, and second, the use of electronic design as an enhancing didactic tool. Research was carried out collecting data from the subject “Digital Techniques 2” of Electronic Engineering at Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Misiones. To conduct this research a specific teaching methodology was devised which focused on the electronic design as an integrating teaching strategy, so that its effects in the development of students’ skills and competences could be studied. In addition, the quantity and quality of activities of electronic design done in the curriculum were assessed. Based on the results of the study, contributions were made to be incorporated into the curriculum.*

Key-words: *Electronic Engineering, Integrating Teaching Strategy, Electronic Design; Competences*