

# Aprendizaje Activo de Conexiones Serie y Paralelo

Drudi, S. <sup>#1</sup>, Litvack, F. J. <sup>\*2</sup>, Chesini, E. <sup>#3</sup>, Rodríguez, C. J. <sup>#4</sup>

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba  
Córdoba, Argentina

<sup>1</sup> sudru2002@yahoo.com.ar

<sup>2</sup> federicolitvack@gmail.com

<sup>3</sup> ezequielchesini@gmail.com

<sup>4</sup> ing.cjrodriguez@gmail.com

**Abstract**— Understanding the connections of different electronic components is key to understanding how a circuit works. Classroom activities presented in this paper provide a first approach to a widely used engineering model, such as “two-pole network”. The didactic proposal aims to develop solving skills for pencil and paper problems, for assembling and measuring circuits with real components, for reverse engineer of assembled circuit and allows the incorporation of some design elements. The experiences are presented on a basic technology class of first year of engineer career, in which different configuration of black boxes with four accessible test points are used as two-pole network. Student interest is observed in class as they get actively involved in learning of circuits. Thus development possibilities of thinking skills get opened, such as analyzing, predicting, evaluating, among others. From perception, the Incorporation of experiential knowledge is facilitated. This open the way to a theoretical knowledge with a higher degree of abstraction. Once the student has measured, interpreted, proposed alternative models, and has contrasted models with specific configuration, he will have some conceptual tools to address more complex systems.

**Resumen**— La comprensión de las conexiones de diferentes componentes electrónicos es clave para entender cómo funciona un circuito. Las actividades para el aula presentadas en este trabajo ofrecen una primera aproximación a un modelo muy utilizado en ingeniería, como son los “cuadripolos”. La propuesta didáctica apunta al desarrollo de habilidades para resolución de problemas de lápiz y papel, para el armado y medición de circuitos con componentes concretos, para el relevamiento de circuitos ya armados y permite además la incorporación de algunos elementos de diseño. Se presentan experiencias desarrolladas en primer año de carreras de ingeniería en una materia de tecnología básica, utilizando cajas negras con diferentes configuraciones con cuatro puntos de prueba accesibles, los cuales conforman cuadripolos. Durante las clases se observa el interés de los estudiantes, quienes se involucran activamente en el aprendizaje de circuitos. De este modo se abren posibilidades de desarrollo de habilidades de pensamiento tales como analizar, predecir, evaluar, entre otras. También, se facilita la incorporación de conocimientos experienciales a partir de la percepción para luego vincularlos con conocimientos teóricos de mayor grado de abstracción. Una vez que el estudiante mide, interpreta, propone modelos alternativos, y contrasta los modelos con la configuración concreta, dispondrá de algunas herramientas conceptuales para abordar sistemas más complejos.

## I. INTRODUCCION

El trabajo que se presenta fue desarrollado en la materia “Taller y Laboratorio” en primer año de las carreras de

Ingeniería Electrónica, Ing. Biomédica e Ing. en Computación.

Un importante reto para los docentes de la asignatura es conseguir que los estudiantes comprendan el funcionamiento de un circuito eléctrico. Para ello se propone partir de conocimientos experienciales y luego vincularlos con conocimientos teóricos de mayor grado de abstracción. Se abordan las conexiones serie-paralelo de componentes electrónicos que se encuentran dentro de cajas de plástico negras accesibles desde el exterior a través de cuatro puntos de medición, las cuales conforman cuadripolos pasivos. Intencionalmente se eligió montar los componentes dentro de cajas de color negro, cerradas, con cuatro terminales (entrada – salida) para crear un puente cognitivo con el modelo de “caja negra”, simbolismo utilizado en el abordaje de sistemas. Se comienza trabajando con ejercicios de lápiz y papel, después se mide con multímetro en los puntos accesibles de las cajas negras, para luego modelizar, inferir una configuración compatible con los valores medidos, y finalmente comprobar el resultado abriendo las cajas negras.

## II. INFLUENCIAS DE LA EXPERIMENTACIÓN EN EL APRENDIZAJE

La ingeniería es una actividad profesional creativa que requiere un contacto con las necesidades tecnológicas de la sociedad. En el desempeño de esta profesión, se parte de un problema, se modeliza y con el sustento de conocimientos sobre funcionamientos y materiales se construye un sistema que da solución a algún problema. Los estudiantes de ingeniería quieren aprender sobre la profesión, por lo tanto, acercarlos a la realidad los motiva.

Ciapuscio [1] dice que se puede ver a la tecnología como un espectro, con ideas en un extremo y técnicas o cosas en el otro, con el diseño a medio camino. Las ideas tecnológicas pueden ser plasmadas en el diseño. Este a su vez puede ser implementado por técnicas o herramientas para producir artefactos o sistemas.

Ferguson [2], analiza la naturaleza y la historia del diseño ingenieril. Señala que la imaginación se enraíza principalmente en formas cognitivas no verbales basadas en la experiencia del tecnólogo. Afirma que nuestros sentidos perciben las características relevantes de los dispositivos y las almacenan en modelos visuales y sensoriales. El ingeniero extrae de su experiencia almacenada los juicios innovativos y los criterios necesarios para el proceso de diseño. Además, comenta críticamente que en “esta era científica” se asume demasiado fácilmente que cualquier

conocimiento que se incorpora a los artefactos de la tecnología se deriva de la ciencia, ignorando las numerosas decisiones no-científicas, grandes y pequeñas, que hacen los tecnólogos cuando diseñan el mundo que habitamos, determinando formas, dimensiones, aspecto y texturas.

El diseñador ingenieril, que reúne elementos en combinaciones nuevas, es capaz de integrar y manipular en su mente dispositivos y aparatos que todavía no existen.

### III. FUNDAMENTOS PEDAGÓGICOS

En el aprendizaje tradicional el docente y los libros son las fuentes del conocimiento y tanto en la elaboración como en el desarrollo de las clases no se tienen en cuenta ni las creencias ni la participación de los estudiantes. El laboratorio se usa simplemente para confirmar lo aprendido. Dependiendo del profesor, en las clases expositivas los estudiantes suelen perder rápidamente la atención.

Una alternativa es plantear actividades prácticas donde el estudiante se involucre con el problema a resolver. Cuando el diseño de estas actividades desafía al estudiante a proponer una solución y el resultado no coincide con lo esperado, se ponen en evidencia errores conceptuales. Esta situación interpela al estudiante de modo que éste se involucra con su propio aprendizaje. Se denomina aprendizaje activo a aquel que guía a los estudiantes en la construcción de su conocimiento a través de la observación directa de fenómenos [3]-[7]. Dentro de este marco, el laboratorio se usa para aprender conceptos. Se puede suponer que la realización de actividades prácticas facilita el mantenimiento de la atención. Además, el docente, al observar el desarrollo de las actividades obtiene indicios de la comprensión de los temas abordados, y puede utilizar esta información como insumo para reforzar contenidos pobremente asimilados antes de cerrar la clase. Además, se produce un cambio notable en el rol docente, que prioriza su función como facilitador que guía el aprendizaje [3]-[7].

La materia también toma en cuenta el enfoque de enseñanza para la comprensión [9], de manera que al evaluar el desempeño de un estudiante, se percibe la apropiación de los contenidos enseñados. Cuando la nueva información modifica la estructura cognitiva del estudiante, el aprendizaje logrado es más sólido [8] y [9].

En el Documento Curricular para el Ciclo General de Conocimientos Básicos en Ingeniería, se establece que “la formación de un ingeniero para el siglo XXI debería contemplar una formación inicial que le brinde sólidos conocimientos básicos integrados en competencias, a través de la relación dialéctica entre teoría y práctica que posibilita el desarrollo de las competencias mediante sucesivas aproximaciones a las problemáticas que requieren el uso de herramientas conceptuales y procedimentales de las ciencias básicas. De este modo, la teoría apropiada se transforma y se consolida a partir de su instrumentación en la práctica y la actuación en la práctica se enriquece y modifica por el aporte de referentes teóricos, contribuyendo así a una sólida formación teórico-práctica” [10].

Estudios recientes han demostrado que ha mejorado el

desempeño de los estudiantes cuando se utilizan metodologías que fomentan el aprendizaje activo.

### IV. DESARROLLO

Algunos objetivos de la cátedra Taller y Laboratorio, en cuanto al aprendizaje, son: motivar a los alumnos con actividades relacionadas con la práctica profesional, aportar a nivelar la diversidad de conocimientos y capacidades prácticas con que ingresan e iniciarlos en prácticas de taller y laboratorios de electrónica, relacionadas con la construcción y medición de sistemas electrónicos elementales. En este sentido, incentivar a los alumnos a utilizar las cajas negras conforme se avanza, resulta una forma eficiente de incorporar a la práctica el uso de una nueva herramienta.

Para muchos estudiantes esta materia es el primer contacto con instrumentos y conceptos de electrónica. También la primera oportunidad de armar algún dispositivo electrónico. Los estudiantes que cursan esta materia tienen los conocimientos básicos que han aprendido en las escuelas secundarias de las que provienen, las cuales son de diversas orientaciones. En el momento en que cursan “Taller y Laboratorio” no han cursado Análisis Matemático ni Física. La materia se desarrolla en un aula-taller, donde hay una parte de bancos con pupitres y un pizarrón, rodeado de mesas de trabajo con tomacorrientes aptas para la conexión de varios instrumentos como se ve en la Fig. 1.



Fig. 1. Ambiente de aprendizaje en la materia Taller y Laboratorio. Mesa de trabajo

Las clases teórica, práctica y de laboratorio están integradas a cargo de un único docente. Según sea el desarrollo de la clase, se proponen diferentes tipos de actividades para las cuales los estudiantes se ubican en los bancos o las mesas de trabajo. Las actividades de experimentación son realizadas en grupos de cuatro o cinco alumnos en las mesas de trabajo.

La actividad consta de tres etapas. Las primeras dos etapas se realizan con circuitos resistivos puros; en la tercera se agregan capacitores y diodos.

**Primera etapa:** se parte de la configuración simbólica de varias resistencias con valores dados y se pide el cálculo del valor óhmico entre distintos pares de puntos de prueba. (Se trata de resolver un ejercicio de lápiz y papel)

**Segunda etapa:** se mide la resistencia entre pares de puntos de prueba de una caja negra y se pide a los estudiantes que infieran la posible configuración en que están conectadas las resistencias. Los estudiantes saben que las cajas negras contienen 1, 2 ó 3 resistencias y puede tener algún conductor uniendo pares de puntos de prueba. Puede haber puntos no conectados. Una vez que han dibujado la posible configuración, pueden abrir la caja negra para comprobar si el circuito real es análogo al gráfico propuesto.

**Tercera etapa:** se repiten las primeras dos etapas, con el agregado de capacitares y diodos.

Ejemplos:

**Primera etapa**

Se explicita la relación existente entre la caja de terminales y los símbolos gráficos utilizados para representarlas como se ve en la Fig. 2.

Luego se pide calcular y completar la tabla de mediciones que cabría esperar del circuito con la configuración presentada, como se ilustra en la Fig. 3, la Fig.4 y la Fig. 5. Los valores de las resistencias son  $R_1 = 10 \text{ Ohm}$   $R_2 = 20 \text{ Ohm}$  y  $R_3 = 50 \text{ Ohm}$ .

Cuando el valor óhmico supera el máximo posible de medir con el multímetro se especifica como OL (Over Load)

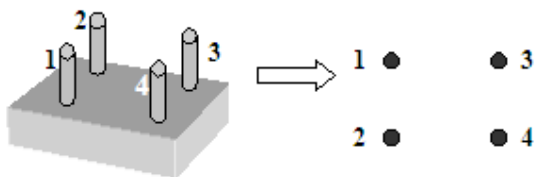


Fig. 1. Relación entre los terminales de la caja y su representación gráfica.

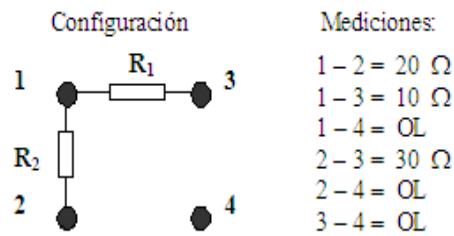


Fig. 3. Ejemplo de configuración simple. A la derecha del esquema simbólico se explicitan los puntos de prueba y el valor óhmico calculado.

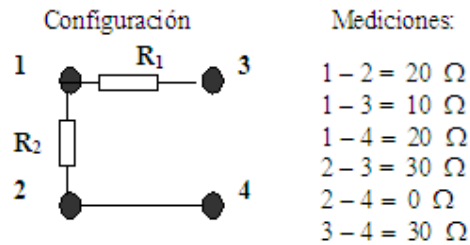


Fig. 4. Ejemplo de configuración de circuito con el agregado de un conductor.

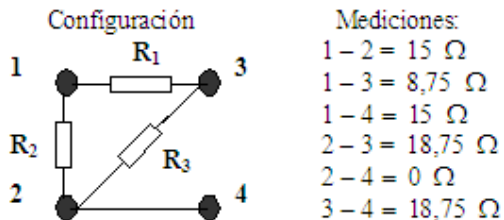


Fig. 5. Ejemplo de configuración más compleja.

**Segunda etapa:** Se distribuyen las cajas negras cerradas a los estudiantes como las que se ilustran en la Fig. 6. Deben medir y registrar los valores óhmicos entre pares de puntos de prueba. Luego hacer inferencias para tratar de descubrir (sin abrir la caja) la configuración que hay en el interior. Una vez definida y dibujada la configuración con sus respectivos valores de resistencias, la abren para corroborar que lo estimado coincide con lo observado.



Fig. 6. Caja negra. Vista exterior e interior.

**Tercera etapa:** Se distribuyen cajas con capacitores y diodos como las ilustradas en la Fig. 7. Los estudiantes deben deducir la conexión de los componentes del circuito midiendo con el multímetro.

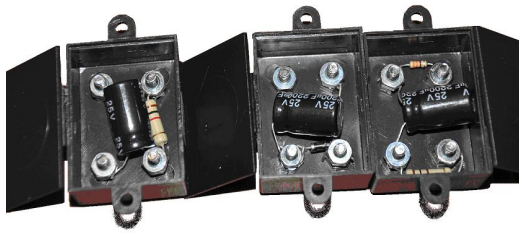


Fig. 7. Cajas negras con resistores y capacitores.

Una vez que el estudiante interpretó los conceptos anteriores, aunque se trate de una experiencia con un pequeño rango de valores, habrá comprendido las principales características de las conexiones serie y paralelo.

## V. CONCLUSIONES

Los docentes de la cátedra suponen que estas actividades facilitan la comprensión de las conexiones serie – paralelo, favorecen la elaboración de conjeturas acerca de las posibles configuraciones de componentes y familiarizan al estudiante con la interpretación de circuitos que no están accesibles.

En resumen, los estudiantes comienzan a desarrollar algunas estrategias cognitivas propias del trabajo del ingeniero.

## REFERENCIAS

- [1] H. Ciapuscio “El fuego de Prometeo : tecnología y sociedad” Buenos Aires: Eudeba, ISBN: 950-23-0570-1, 1994.
- [2] E. Ferguson “Engineering and the Mind's Eye” Mit Pr; Edición: Revised. ISBN: 978-0262560788, 1994.
- [3] P. W. Laws, “Calculus-based physics without lectures,” Physics today, 1991, cap. 44:12, p.p. 24-31
- [4] P. W. Laws, “Workshop Activity Physics Guide”, Hoboken, N J Wiley, 1997.
- [5] D. R. Sokoloff And R. K. Thornton, “ Using interactive lecture demonstration to create an active learning environment” The Physics Teacher, 1997, ch.36: 6, p. 340
- [6] D. R. Sokoloff And R. K. Thornton, “Interactive lecture demonstration”, Hoboken, N. J. Wiley, 2004.
- [7] D.R. Sokoloff, R. K. Thornton And P. W. Laws, “Real Times Physics”, module 3: Electric Circuits, Hoboken, N. J. Wiley, 2004.
- [8] Perkins, David “Un aula para pensar: aprender y enseñar en una cultura de pensamiento” Edición 3ª ed. Aique, 1998.
- [9] Perkins, David “El marco conceptual de la enseñanza para la comprensión” En La enseñanza para la comprensión: guía para el docente. Paidós, 1999.
- [10] Documento Curricular Ciclo General de Conocimientos Básicos en Ingeniería. (CGCB). Red de Facultades de Ingeniería: