

APORTES AL DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN INGENIERÍA UTILIZANDO UN LABORATORIO PORTÁTIL DE ESCRITORIO

Paola Inés Beltramini, Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas,
pbeltramini@tecno.unca.edu.ar

María Valeria Poliche, Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas,
vpoliche@tecno.unca.edu.ar

Marcos Darío Aranda, Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas,
maranda@tecno.unca.edu.ar

Marcelo Luis D'Amore, Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas,
mldamore@hotmail.com

Gabriel A. Díaz, Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas,
gabriel_0122@hotmail.com

Jesús Eduardo Cano, Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas,
jesuseduardocano@gmail.com

Flavio S. Fama, Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas,
ffama@unca.edu.ar

Resumen— A través del presente trabajo se pretende compartir la experiencia llevada a cabo por un grupo de docentes y alumnos de las carreras de Ingeniería Electrónica e Informática de la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la Universidad Nacional de Catamarca, respecto al diseño y construcción de una herramienta de enseñanza-aprendizaje, a la que denominamos “Laboratorio Portátil de Escritorio”. Esta herramienta metodológica busca favorecer al aprendizaje centrado en el estudiante, contribuir al desarrollo de competencias, motivar y fortalecer el trabajo autónomo de los estudiantes para descubrir y comprender cómo funcionan los circuitos electrónicos básicos. Nuestro diseño se encuentra en una etapa de prototipo, por lo que se ha realizado un estudio sobre los beneficios de su aplicación en asignaturas de Electrónica, haciendo hincapié en el aporte al desarrollo de competencias en los estudiantes de Ingeniería.

Palabras clave— *Competencias, laboratorio, electrónica.*

1. Introducción

En línea con las actividades impulsadas por el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI), respecto a la propuesta de nuevos estándares de acreditación de las carreras de Ingeniería, y en virtud de sus objetivos de consolidar un Modelo de Aprendizaje Centrado en el Estudiante (ACE) y definir un modelo de educación basado

en competencias, contenidos, intensidad de formación práctica y sistema de transferencia de créditos; desde la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas (FTyCA) de la Universidad Nacional de Catamarca (UNCA), se trabaja en la búsqueda de metodologías de enseñanza-aprendizaje que contribuyan al logro de estos objetivos y al desarrollo de las competencias de egreso del ingeniero electrónico aquí formado.

Impulsar el desarrollo de competencias en Ingeniería, nos lleva como primera medida a recuperar dicho concepto, para lo cual tomamos como punto de partida los documentos de CONFEDI en lo que refiere a su definición de Competencia como la *“capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas (estructuras mentales) y valores, permitiendo movilizar (poner a disposición) distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales”*. Se observa en esta definición que el término competencias alude a capacidades complejas e integradas, relacionadas con saberes teóricos, contextuales y procedimentales, vinculadas con el saber hacer formalizado, empírico y relacional. Que están referidas al contexto y desempeño profesional que se pretende, permitiendo incorporar la ética y los valores. [1]

Para ello, desde hace un par de años un grupo de docentes de las carreras de Ingeniería Electrónica e Informática están abocados al diseño y construcción de una herramienta de enseñanza-aprendizaje que motive y favorezca el ACE para descubrir y comprender cómo funcionan los circuitos electrónicos básicos. El desarrollo de esta herramienta metodológica, denominada “Laboratorio Portátil de Escritorio” (LPE) demandó diseñar el laboratorio propiamente dicho (hardware y software), el material didáctico completo, desde los aportes teóricos, enunciados y guías de fortalecimiento de la formación, hasta el esquema de las placas de circuitos a ser utilizados en la práctica.

El Laboratorio permitirá a los estudiantes explorar las actividades de formación prácticas relacionadas con los circuitos eléctricos y electrónicos, y adquirir las capacidades necesarias para relacionar dicha práctica con la teoría, y viceversa. La naturaleza de cada experimento tiene un impacto importante en la “percepción del comportamiento de los circuitos”, siendo entonces necesario organizar estos diferentes objetos de aprendizaje con el fin de facilitar su comprensión y aumentar las habilidades adquiridas en un laboratorio convencional.

En este artículo se describe los lineamientos generales de uso del LPE en las actividades prácticas de aprendizaje de electrónica básica, ejemplificándolos en una actividad práctica concreta de la asignatura de Electrónica I de la carrera Ingeniería Electrónica. Finalmente se infieren los resultados en términos de las competencias y capacidades que se esperan desarrollar con la aplicación de esta herramienta en dicha clase.

2. Materiales y Métodos

La Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería (ASIBEI) en Asamblea General realizada en noviembre de 2015 en Ushuaia (Argentina) postula sobre el perfil del ingeniero iberoamericano, que *“debe ser un ingeniero global con compromiso y pertinencia local, con sólidas bases científicas, técnicas, tecnológicas, culturales, y con arraigados valores y principios, consciente de la importancia y significado de sus nexos con la historia y el desarrollo regional, fiel a sus compromisos sociales y ambientales, atento a la identificación de los problemas y oportunidades del entorno para actuar de manera responsable y competente en cualquier escenario nacional e internacional”*. La identificación y caracterización de los atributos deseables en los ingenieros iberoamericanos comprometen al cuerpo docente a desarrollar

estrategias para transformar la educación en ingeniería de manera que atienda los diferentes escenarios futuros y las necesidades sociales en el siglo XXI. [2]

Estas estrategias deberán procurar ciertas características en los futuros ingenieros, entre las que, en vistas de este trabajo, se destacan las siguientes:

- La capacidad de autoaprendizaje y el compromiso con una formación continua, en especial con la aplicación e implementación de los avances tecnológicos.
- La capacidad de utilizar eficientemente el creciente desarrollo de las telecomunicaciones y las herramientas informáticas.

De esta forma la ASIBEI indica que “la consideración de estas características debe promover acuerdos sobre cambios en el diseño y desarrollo de los currículos, en las estrategias pedagógicas y, en general, en la cultura académica necesaria para afianzar esas cualidades en las próximas generaciones de ingenieros.”[2]

En ingeniería, ha habido mucha atención prestada a las estrategias y formas de aprendizaje activo, investigaciones han demostrado que los estudiantes pueden mejorar su aprendizaje si están activamente comprometidos con el material que están estudiando. Integrar laboratorios especiales ya sean remotos, virtuales (simulación) o como en este caso particular de escritorio, en el diseño de actividades de enseñanza, permite que los estudiantes conduzcan mejor su aprendizaje para lograr los resultados deseados. [3]

En este tipo de actividades educativas, los docentes sólo deben percibirse como organizadores de situaciones didácticas y actividades que tengan sentido para los alumnos, que los involucre, generando al mismo tiempo aprendizajes fundamentales. [4]

2.1 Propuesta Pedagógica

La propuesta desarrollada para la enseñanza de electrónica básica utilizando un LPE, toma como herramienta metodológica el modelo del aprendizaje experiencial, cuyos principales autores son David Kolb (1984) y John Dewey (1938), que permite deducir conceptos y principios a partir de la experiencia para orientar la conducta a situaciones nuevas. Es decir, concibe al aprendizaje como un proceso mediante el cual se crea conocimiento a través de la transformación de la experiencia.

El modelo de aprendizaje queda constituido por cuatro etapas (Figura 1) que se relacionan [3]:

- Experiencia concreta
- Observación reflexiva
- Conceptualización abstracta
- Experimentación activa

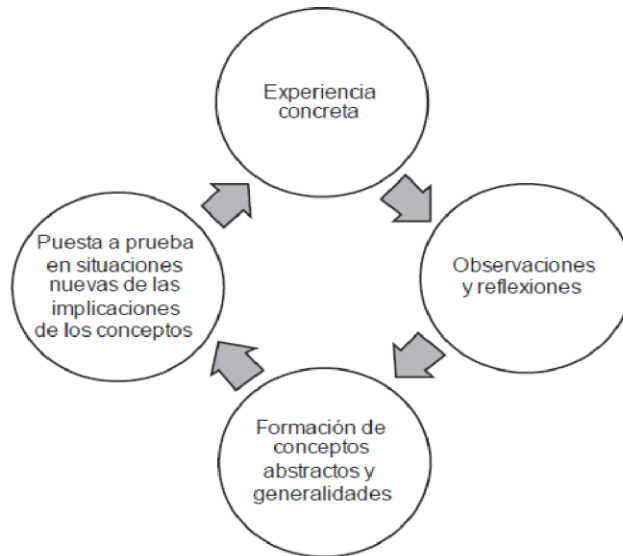


Figura 1. El modelo de aprendizaje experiencial.

Fuente: elaboración propia

Basados en este modelo del aprendizaje experiencial se describe a continuación un diseño general de aplicación de cada una de las etapas a través de la utilización del LPE.

- La primera fase es la Experiencia Concreta. En general este componente del modelo pretende que el docente actúe como facilitador del proceso de aprendizaje, acompañando y permitiendo al estudiante acceder a escenarios reales, donde éste se verá estrechamente relacionado con el contexto en el que se desenvuelve y podrá explorar el entorno y experimentar situaciones reales. En las clases que utilizarán el LPE se facilitará sobremanera esta “Experiencia concreta” mediante la disposición de las siguientes herramientas y metodologías: se debe confeccionar, en primer lugar, una breve descripción teórico-práctica de los circuitos de prueba básicos que permitan visualizar las características eléctricas de un dispositivo electrónico dado. Seguidamente el estudiante deberá armar el circuito en el laboratorio y seleccionar los componentes a utilizar, medir los parámetros y constatar las características del dispositivo.
- La segunda fase a abordar es la Observación y Reflexión, esta etapa tiene el objeto de promover de forma continua espacios de reflexión e interacción de manera que el estudiante desarrolle la habilidad de reflexionar y de expresar las características específicas de los diferentes escenarios y contextos. En esta etapa se orientará a una autoevaluación mediante la expresión de consignas que inducirán a la organización de la información obtenida en la experiencia concreta, la comparación con los resultados esperados y un análisis descriptivo de los mismos.
- En la tercera etapa, denominada de Conceptualización abstracta el docente facilita los espacios académicos que permiten al estudiante expresar de manera autónoma lo que interpreta de las experiencias vividas y, a su vez, el estudiante logra exponer lo que considera para él como más significativo del contexto en el cual participa y las posibles conclusiones. En particular en esta etapa se presentarán circuitos que incluyen el dispositivo electrónico en estudio con un análisis introductorio y se

propondrán variantes para que mediante cálculos pertinentes efectúen las generalizaciones del caso.

- La última fase del modelo de Experimentación activa, el docente propone diversas actividades en las cuales el estudiante puede aplicar lo aprendido y se generen nuevas propuestas a partir de aplicar los conocimientos adquiridos en el mismo contexto o en uno nuevo. En el LPE esta fase se cumple mediante la propuesta de un problema abierto de ingeniería donde se le propondrá que diseñe un circuito que cumpla determinadas condiciones, que construya el mismo, y verifique mediante las mediciones adecuadas el cumplimiento de las mismas.

2.2 Descripción de la Herramienta Utilizada (LPE)

El LPE se centra en la Computadora Industrial Abierta Argentina (CIAA), como unidad central de procesamiento. La misma se utiliza para generar las señales necesarias para el desarrollo de los prácticos, sensar los parámetros a medir (tensión y corriente mediante voltímetro, amperímetro y osciloscopio) y el manejo de la interfaz máquina-humano (a través de un display táctil HMI), para que el alumno realice sus prácticas de electrónica. (Figura 2).



Figura 2: Display HMI

El LPE consta de los siguientes bloques constitutivos: fuente de alimentación, display gráfico y táctil, instrumentos, generador de señales, módulo de conectividad que brinda comunicación a redes de datos, y la CIAA como unidad de procesamiento central (Figura 3).

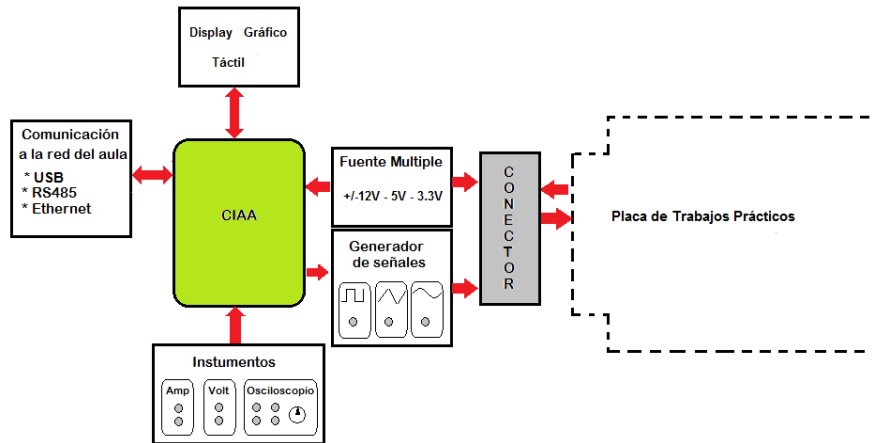


Figura 3: Diagrama en bloques del LPE

La pantalla principal del display táctil (Figura 4) posee el menú principal de opciones. Mediante el botón “Instrumentos” se accede a una nueva ventana donde se podrá medir los parámetros de tensión y corriente. Debajo de este el botón “Osciloscopio” despliega la pantalla donde se visualiza la señal en función del tiempo, con las opciones de seleccionar amplitud y tiempo. La tercera opción es “Aplicación” y en ella se volcarán pantallas para ir página a página realizando las prácticas que se realizarán en las clases.

Las opciones “Acerca de” muestra los datos de la versión de programación y la de “Ayuda” se ha previsto introducir un resumen del Manual de uso del LPE.



Figura 4: Pantalla Principal con Menú de Opciones

Los trabajos prácticos se vincularán a este conjunto mediante un conector, y se implementarán diferentes tipos de placas de circuitos, en los mismos se podrán medir parámetros por ejemplo de tensión usando el Voltímetro y corriente mediante el uso del Amperímetro con el botón “Instrumentos” (Figura 5) o visualizar señales con el botón “Osciloscopio”.



Figura 5: Mediciones de tensión y corriente

Para poder desarrollar los Trabajos Prácticos mediante la pantalla de “Aplicación” se acceden a los diferentes trabajos prácticos que se cargarán para cada asignatura. En esta primera etapa se han diseñado seis clases (Figura 6), pero podrían ser más ya que la disposición de la programación y uso del almacenamiento así lo permitirán.



Figura 6: Menú de las actividades prácticas

3. Resultados y Discusión

A partir de la incorporación de esta herramienta en las prácticas educativas de las carreras de Ingeniería se pretende motivar y fortalecer el trabajo autónomo de los estudiantes y fortalecer el desarrollo de competencias de egreso en los nuevos profesionales a partir de la articulación de los esquemas y valores relacionados con el diseño y funcionamiento de circuitos electrónicos sencillos, criterios de selección y uso de componentes electrónicos, uso de software específicos; permitiendo movilizar saberes procedimentales relacionados con las técnicas de fabricación y mediciones de circuitos.

Para favorecer el desarrollo de competencias, el primer paso es tener claridad sobre cuáles son las competencias que deben ser consideradas en todos los estudios de ingeniería y específicamente en cada terminal o especialidad. Por ello, analizando el documento de CONFEDI “Competencias en Ingeniería” [1] podemos afirmar que esta actividad contribuye al desarrollo de las siguientes:

A) Competencia tecnológica de “Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería” (4), la cual desarrolla la capacidad de “utilizar las técnicas y herramientas disponibles para el diseño, simulación, construcción y medición de sistemas electrónicos” (4-b). Esta capacidad implica el ser capaz de:

- Acceder a las fuentes de información relativas a las técnicas y herramientas y de comprender las especificaciones de las mismas, utilizando para ello los manuales de los fabricantes de instrumentos, hojas de datos de componentes, etc. (4-a-1)
- Utilizar las técnicas, herramientas e instrumentos de medición de acuerdo con estándares y normas de calidad y de seguridad (4-b-1)
- Interpretar los resultados que se obtengan de la aplicación de las diferentes técnicas y herramientas utilizadas” (4-b-2).

B) Competencia social, política y actitudinal de “Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo” (6), la cual implica la Capacidad para asumir responsabilidades y roles dentro del equipo de trabajo (6-c) promoviendo una actitud participativa y colaborativa entre los integrantes del equipo (6-c-2).

C) Competencia para “aprender en forma continua y autónoma” (9), que refuerza la capacidad para reconocer la necesidad de un aprendizaje continuo a lo largo de la vida (9.a) y lograr autonomía en el aprendizaje (9.b). Estas capacidades permiten reconocer que se trabaja en un campo en permanente evolución, donde las herramientas, técnicas y recursos propios de la profesión están sujetos al cambio, lo que requiere un continuo aprendizaje y capacitación (9.a.1) y ser capaz de evaluar el propio aprendizaje y encontrar los recursos necesarios para mejorarlo (9.b.3).

3.1 Enseñanza de la polarización de un transistor mediante el modelo experiencial y el laboratorio de escritorio

A manera de ejemplo, se expone una experiencia de polarización de un transistor mediante el LPE, la cual presenta el siguiente diseño:

- Se presenta los tres circuitos de polarización básica: fija, estabilizado en emisor y divisor de voltaje. Los diagramas, las ecuaciones fundamentales para su resolución. Cada uno de los circuitos con sus correspondientes ecuaciones de Kirchhoff de tensiones, indicando claramente por qué están en la zona activa del transistor.
- Luego de ese breve repaso el estudiante debe armar los tres esquemas de circuitos con los componentes que se les provee en la placa de experimentación. En el menú del práctico se pide ingrese los datos de mediciones de todas las tensiones en cada uno de los tres circuitos. Si algún dato no es correcto el mismo software exige una revisión y que vuelva a realizar la experiencia. Una vez validadas las mediciones deben dibujar las rectas de carga de cada caso y ubicar los puntos de polarización.
- Se realizan preguntas orientadoras para el análisis y la autoevaluación de lo que debieron trabajar para arribar a los valores.

- Se solicita hacer una estimación de qué pasará con el punto Q (respaldarlos con cálculos) ante determinados cambios de algún componente de la polarización: la resistencia de base, el divisor de voltaje, la resistencia de colector, el transistor, la tensión de alimentación. Aquí se procurará hacer un test de diagnóstico donde las respuestas deberán ingresarse y se guardarán para discutir las con el docente.
- Para finalizar la práctica, al azar, se le presentará una consigna con un diseño de polarización donde el alumno tendrá que elegir los componentes basándose en sus propios cálculos y criterios, armar el circuito, medir los parámetros de tensión y corriente y compararlos con los exigidos en las consignas, y hacer finalmente una conclusión final donde justifique el grado de cumplimiento del diseño exigido.
- En todo el proceso el estudiante además de cargar los datos en la memoria del laboratorio portátil de escritorio, levantará la información manuscrita en papel adosando como una hoja de ruta de todo el proceso, incluyendo las respuestas a las reflexiones orientadoras y las consignas especificadas. Este apartado es importante ya que se considera que en todo taller organizado se debe documentar las actividades como parte de la sistematización de su funcionamiento y eso es una competencia más que debe motivarse y forjarse en los estudiantes.

3.2 Análisis de resultados

A través de la realización de las actividades propuestas y como resultado del uso del LPE el alumno será capaz de:

- Tener una base teórica sólida antes de encarar el diseño del circuito, para lo cual debe ser capaz de leer circuitos y hojas de datos de componentes, entendiendo por leer identificar y reconocer los componentes del circuito en base a la simbología estudiada en asignaturas previas. Aquí se ponen en juego contenidos conceptuales (conocer los componentes electrónicos utilizados, su principio de funcionamiento y características).
- Analizar fenómenos y probar modelos en distintas condiciones de operación (análisis en tiempo y frecuencia, efectos de la temperatura, variación de los parámetros de los dispositivos, etc.).
- Utilizar correctamente el instrumental del laboratorio. Esto requiere interpretar los resultados de las mediciones y realizar ajustes al circuito para el funcionamiento óptimo, destrezas y habilidades de todo ingeniero.
- Diseñar métodos de prueba para interaccionar fácilmente con el sistema.
- Construir jerarquías conceptuales a partir de la interrelación del objeto en estudio con sus conocimientos previos.
- Reproducir condiciones del ambiente y del entorno similares a las reales, incluyendo aquellas peligrosas o costosas.
- Participar en actividades centradas en el autoaprendizaje. Evaluar los resultados de su propio aprendizaje y realizar las acciones necesarias para mejorarlo, estimulando la búsqueda de soluciones innovadoras en el campo tecnológico.
- Documentar adecuadamente los resultados de la experimentación. Redactar y escribir informes técnicos de manera clara y concisa para que pueda ser interpretado por

cualquier colega, poniendo en juego la capacidad de comunicación de resultados y experiencias.

- Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo, asumiendo responsabilidades y roles dentro del mismo. Esto promueve una actitud participativa y colaborativa entre los integrantes del equipo, respetando el pensamiento ajeno.
- Tener una actitud crítica, responsable y creativa en las actividades en las que participa.

Por último, analizando el perfil profesional del Ingeniero Electrónico del diseño curricular de la carrera de esta Facultad, la actividad propuesta aporta a la “formación de un profesional comprometido con la realización y evolución de sí mismo y con el medio donde actúa, constituyéndose en un sujeto dinámico y dinamizante”, “que posea dominio sobre los principios de las ciencias exactas para ser usados en distintas áreas de aplicación de la electrónica” y que “pueda demostrar su potencial analítico y creativo aplicando el saber adquirido tanto a la resolución de problemas concretos, como a la generación de nuevas tecnologías” [5].

4. Conclusiones y recomendaciones

Como se expresó inicialmente, el Laboratorio se encuentra en una etapa de prototipo, habiendo ya finalizado y construido un primer prototipo, que será utilizado formalmente durante el dictado de parte de las horas de formación experimental en las asignaturas de Electrónica de las carreras de grado y pregrado de la FTyCA, por lo que aún no se disponen de estadística que permitan cuantificar los beneficios de la utilización del mismo.

A partir del año en curso, el equipo de investigación se encuentra abocado a la mejora y optimización del mismo, rediseñando algunas etapas del LPE, principalmente los instrumentos de medición y la aplicación para su utilización.

Sin embargo es importante comentar, que el prototipo ha sido puesto a prueba en jornadas de difusión que se realizan periódicamente en los ámbitos de la Facultad, y los alumnos de la carrera de Ingeniería Electrónica han realizado aportes; además dentro del equipo de investigación hay docentes de las asignaturas de la Electrónica Básica que han aportado directamente al diseño de las clases.

Basados en este último párrafo, se ha detectado que hay estudiantes que por sus características personales, se motivan mejor cuando en forma individual pueden realizar ensayos y a su vez autoevaluarse en forma inmediata. Por lo tanto se recomienda establecer prácticas destinadas exclusivamente para la autoevaluación, de manera que puedan interactuar sin el riesgo de quedar expuesto a errores ante sus pares y sus docentes.

5. Referencias

- [1] Consejo Federal de Decanos de Ingeniería CONFEDI (2014), “*Declaración de Valparaíso*” sobre Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero Iberoamericano, Buenos Aires, Argentina, Universidad FASTA. ISBN: 978-987-1312-62-7, Recuperado de http://redi.ufasta.edu.ar:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/409/Comp_Confe

di_978%E2%80%9090987%E2%80%901312%E2%80%9062%E2%80%907_red.pdf?sequence=1.

- [2] Confedi, 2017, *Marco conceptual y definición de estándares de acreditación de las carreras de ingeniería*, Oro Verde, Entre Ríos, Mayo 2017
- [3] CANO, J; POLICHE, M; BELTRAMINI, P; ARANDA, M et. all. (2017). Laboratorio portátil de escritorio para la enseñanza de la electrónica. *Revista Argentina de Ingeniería*. Buenos Aires, v.9, n.5, p. 86-93.
- [4] Construir competencias, Entrevista con Philippe Perrenoud, Universidad de Ginebra Observaciones recogidas por Paola Gentile y Roberta Bencini. Nova Escola (Brasil), Septiembre 2000, pp.19-31. Recuperado de: https://www.uv.mx/dgdaie/files/2013/09/Perrenoud_Construir-competencias.Entrevista-con-Philippe-Perrenoud.pdf.
- [5] Diseño curricular de la Carrera Ingeniería Electrónica, plan 2004. Página Web de la Facultad: <http://tecno.unca.edu.ar/#>,