

Rediseño de un programa por competencias. el caso de Electrónica Digital I

Roberto R. Rossi, Rosanna P. Forestello & Pablo G. Recabarren

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. roberto.rossi@unc.edu.ar, rosanna.forestell@unc.edu.ar,
pablo.recabarren@unc.edu.ar

Resumen— Este artículo comparte una manera de rediseñar el programa de una asignatura de grado explicitando las competencias aportadas, en sinergia con la propuesta del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) de Argentina. Se trata de una experiencia del equipo docente de la cátedra Electrónica Digital I que reúne alumnos de las Ingenierías Electrónica, en Computación y Biomédica de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEFYN) de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Se parte de la premisa que la asignatura, tal como se desarrolla actualmente, ya aporta a los alumnos una serie de competencias además de sus contenidos conceptuales nodales. El trabajo identifica, justifica y redacta esas competencias aportadas, en un formato centrado en el alumno. Adicionalmente, propone una codificación para facilitar su inclusión dentro de un plan de estudios centrado en el alumno, facilitando detectar competencias vacantes o insuficientes para cumplir con el perfil de egreso.

Palabras Clave— currículum; formación por competencias; programa; grado.

Recibido: 5 de diciembre de 2019. Revisado: 15 de enero de 2020. Aceptado: 30 de enero de 2020.

Redesign of a course syllabus based on competencies. The Digital Electronics I case

Abstract— This work presents a way to redesign the syllabus of an undergraduate level course, making explicit the competencies provided, accordingly to the proposal of the Engineering's Deans Federal Council (CONFEDI) of Argentina. It shares the experience of the professors of Digital Electronics I, a course taken by students of Electronics, Computers and Biomedical Engineering of the Faculty of Exact, Physical and Natural Sciences (FCEFYN) of the National University of Córdoba (UNC). The course, as it is now developed, is assumed to provide several competencies already, besides the specific contents. The work identifies, justifies and drafts the provided competencies in a student-centered manner. It also proposes a way of coding those competencies when included in the career's programs, facilitating the detection of vacant or low intensity competencies not matching the graduated profile.

Keywords— career programs; competencies; course syllabus; undergraduate

1. Organización del trabajo

Esta comunicación se ha organizado de la siguiente manera: en una primera parte presentamos algunos conceptos y definiciones que son fundantes de la propuesta. En un segundo apartado, damos cuenta de la propuesta formativa de la asignatura. Posteriormente, identificamos las competencias que la asignatura ha enseñado en los últimos cinco años. Finalmente, compartimos la redacción y codificación de las

competencias específicas y los indicadores de desempeño que el espacio curricular aporta generando un entorno para su desarrollo en los estudiantes.

Es importante aclarar que si bien este trabajo, de replicarse en todas las asignaturas del plan de estudios de las carreras de las que forma parte como espacio curricular, podría detectar competencias vacantes en dicho plan respecto del perfil de egreso, el foco de este trabajo está centrado en la asignatura, y no en la validación de las competencias requeridas para los futuros ingenieros que cursan la carrera.

2. Marco contextual de nuestra propuesta

2.1. Las decisiones y acciones de CONFEDI

En [1] se señala que la formación de ingenieros, en Argentina, se encuentra atravesando un momento de cambio como consecuencia de la convergencia de diversas circunstancias. Sin dudas, ello requiere de intervenciones en distintos niveles (institucionales, curriculares, metodológicos). Este hecho llevó al Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina (CONFEDI) a generar un Proyecto que pudiera ofrecer un espacio potenciador de las acciones que vienen encarando las distintas unidades académicas y favorecedor del desarrollo de los docentes de todas las Facultades de Ingeniería del país.

En este contexto, las ingenierías vienen debatiendo en el marco del CONFEDI las competencias que se requieren de sus graduados. En el año 2006, el CONFEDI aprobó las competencias genéricas para todas las ramas de la ingeniería aceptadas en documento conocido como Declaración de Valparaíso [2] y, en el año 2017, las competencias específicas de cada titulación. Más recientemente (mayo de 2018) se aprobaron los nuevos estándares para las carreras de ingeniería.

Teniendo en cuenta las necesidades señaladas, el CONFEDI elaboró el Proyecto “Capacitación de docentes para el desarrollo de un aprendizaje centrado en el estudiante en las carreras de ingeniería” destinado a todas las Facultades de Ingeniería del país. El mismo fue presentado a la Secretaría de Políticas Universitarias, la cual financió su realización. El Proyecto incluye básicamente acciones de capacitación y su

Cómo citar este artículo: Rossi, R.R., Forestello, R.P. and Recabarren, P.G., Rediseño de un programa por competencias. El caso de Electrónica Digital I. Educación en Ingeniería, 15(29), pp. 52-59, Agosto 2019 - Febrero 2020.

propósito quedó enunciado como: “*Desarrollar actividades de sensibilización, capacitación y asistencia para docentes y gestores académicos de las carreras de ingeniería, para que el diseño y el desarrollo curricular de los programas de ingeniería tengan en cuenta un enfoque centrado en el estudiante y contribuyan al mejor desempeño académico y al desarrollo de las competencias profesionales requeridas de sus graduados*”[3], convencidos que es necesario que los docentes aprendan la metodología necesaria para promover el aprendizaje activo centrado en el estudiante, a partir de una reflexión sobre la práctica docente y de la clara convicción que el objetivo es formar más ingenieros, con mejores competencias interpersonales, sistémicas e instrumentales, tal como se requieren en nuestra sociedad del Siglo XXI. Se trató de una acción que se consideró pertinente y relevante para todas las Facultades de Ingeniería del país, sin distinciones.

En [4], el actual presidente de CONFEDI, analiza que el año académico 2019 encuentra las facultades de ingeniería, en el marco de las universidades públicas nacionales, transitando un camino difícil a nivel presupuestario, aunque no sin logros. Entre otros, las firmas de acuerdos para el reconocimiento automático de títulos a nivel MERCOSUR, y los avances hacia la aprobación de los nuevos estándares de calidad para la acreditación de las carreras, lo que implicará acercarse a metodologías de enseñanza a nivel mundial y un salto importante en la cantidad y calidad de esos ingenieros que saldrán a la calle a resolver los problemas de la gente.

Es por ello que sigue presente el desafío de aumentar la cantidad de ingresantes a esta carrera indispensable para el desarrollo económico del país y la calidad de vida de las personas.

Si bien aún se tiene una deuda en el crecimiento de las matrículas, la calidad académica en Educación en Ingeniería Argentina dio un salto extraordinario en estos últimos años.

En Argentina, las carreras de Ingeniería tienen la obligación de acreditar su calidad académica en procesos periódicos que se realizan cada seis años ante la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU). A la fecha, nuestras ingenierías ya cumplieron dos de estos ciclos. En el presente se están discutiendo nuevos estándares de calidad para abordar los procesos de acreditación futuros.

En el Consejo de Universidades (CU), se debate una propuesta presentada por CONFEDI de Estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de Ingeniería. Se trata de una iniciativa que plantea un modelo de formación por competencias y aprendizaje centrado en el estudiante, donde a los conocimientos tecnológicos se le suman competencias sociales, políticas y actitudinales, imprescindibles para ejercer la profesión en un mundo tan cambiante e, inclusive, desconocido a futuro.

Este salto cualitativo en la calidad académica, -no del todo aceptado por las posturas más conservadoras-, es equivalente a las exigencias solicitadas por el Sistema de Acreditación Regional de Carreras Universitarias (ARCUSUR) para el reconocimiento automático de títulos en el MERCOSUR (firmado por los países miembros en diciembre de 2018).

Esto implica que, si el Consejo de Universidades aprueba la propuesta de CONFEDI de nuevos estándares de segunda generación, y atravesamos con éxito el proceso de acreditación,

los títulos de Ingeniería expedidos por nuestras universidades argentinas tendrán validez en todos los países del MERCOSUR de modo automático. Esto, abrirá las puertas a nuevos acuerdos con otros países o bloques comerciales, y será un soporte fundamental para el desarrollo sostenible y para ingresar con todas las potencialidades a la economía del conocimiento, cuya ley de promoción fue aprobada recientemente en nuestro país.

Al compromiso de crecimiento que se tomó, se decidió transitarlo con la responsabilidad ineludible de la calidad de la formación donde Argentina se ubica como uno de los muy pocos países que asegura esa calidad para todas las carreras y graduados de ingeniería a nivel mundial.

2.2. Algunos conceptos que sustentan la propuesta formativa de la FCEfYN

Lo compartido en el apartado anterior trajo como consecuencia comenzar a generar al interior de nuestra unidad académica una adecuada formación y capacitación, que permita concretar el cambio didáctico al interior de las aulas universitarias de Ingeniería, por lo que se comenzó con un intenso trabajo de concientización que permitiera gestionar el cambio a las nuevas modalidades, rescatando parte de lo desarrollado para, desde allí, anclar la nueva propuesta.

Es por ello que en esta unidad académica se decidió, entre los meses de julio a diciembre de 2017, implementar un Seminario Taller denominado “*Curriculum por competencias para las carreras de Ingeniería*” en el cual participaron todos los directores de Escuelas de Ingeniería y Departamentos en talleres sobre competencias con referentes pedagógicos de la misma institución y nacionales.

En el segundo semestre del año 2018, se desarrolló de manera semipresencial el Curso-taller “*Capacitación de docentes para el desarrollo de un aprendizaje basado en el estudiante en las carreras de Ingeniería*”. En él participaron directores de departamentos, directores de escuelas y docentes que voluntariamente “levantaron la mano” para poner en marcha el educar a ingenieros desde esta nueva impronta.

Frente al desafío que implica pensar la enseñanza centrada en el aprendizaje del estudiante, el Decano y la Secretaría Académica, área Ingeniería, en el año 2019, decidieron conformar un equipo interdisciplinario constituido por pedagogas e ingenieros el cual viene realizando actividades de capacitación, formación y asesoramiento al interior de la FCEfYN.

Hoy, nos encontramos progresando en dos ejes paralelos. Por un lado, la elaboración de nuevos planes de estudios, los que tendrán que ser aprobados por las diferentes instancias de la gestión universitaria y, por el otro, en la formación de los docentes que tendrán que llevar estos cambios a las aulas.

En el contexto relatado en los párrafos anteriores, al interior de esta unidad académica se decide adoptar la definición de competencias que desarrolla [5]. Estamos convencidos que éstas son un enfoque para la educación y no un modelo pedagógico. Al interior de la facultad se decidió anclar en la visión sociocultural de las mismas. En esencia, articulan saberes, valores y el hacer.

La complejidad de una competencia está dada porque la misma integra conocimientos, procesos cognoscitivos,

destrezas, habilidades, valores y actitudes en el desempeño ante actividades y problemas.

Las competencias son saberes de tanta importancia como los disciplinares. No nacemos con ellas. Éstas se construyen, no por imitación ni mágicamente. En la medida en que se generen entornos formativos al interior de las aulas los alumnos las construyen, las desarrollan, las mejoran.

Tener conocimientos disciplinares o habilidades no nos hace competentes. Se puede haber aprendido conceptos físicos relevantes tales como equilibrio de fuerzas, principio de acción y reacción, transferencia de cargas, análisis estructural, comportamiento de suelos, entre otros y no por ello ser capaz de diseñar y construir la estructura de un edificio o de un puente. Se puede saber los principios de matemática y lógica discreta y programación de microprocesadores y no por ello poder implementar un sistema de control digital para la industria.

En palabras de Perrenoud [6] *“es por esta razón – y no porque se rechacen saberes – por lo que importa desarrollar las competencias desde la escuela; dicho de otra manera, de unir constantemente los saberes y su puesta en práctica en situaciones complejas. Lo que vale tanto en el interior de las disciplinas como en el cruce entre ellas.”*

Desde lo afirmado hasta aquí se reconoce que el cambio propuesto no radica sólo en una modificación de plan de estudios y/o en un replanteo de programas de asignaturas. El verdadero cambio pasa por las aulas. También se sabe que dicho cambio llevará bastante tiempo, que se implementará gradualmente. El mismo, dejando de lado cualquier tecnicismo, implica:

Dejar de concebir la formación profesional como algo que se transmite del docente al estudiante y asumir que la formación al interior de las aulas es un proceso en el que se construyen diversos saberes y concebir a la enseñanza como un proceso en el que el docente acompaña, facilita, soporta, crea las condiciones para que el estudiante aprenda.

El estudiante tiene que involucrarse en su proceso de aprendizaje, tiene que construir y apropiarse de los saberes. Esto va más allá de la mera acumulación, implica contar con esos conocimientos y saber usarlos pertinentemente (saber, saber hacer y saber actuar). El otro extremo en esta perspectiva es el “estudiar para aprobar”, “para pasar”, contrario al “estudiar para aprender”. Se aprende el saber conocer, asociado a los conocimientos disciplinares, al mismo tiempo que se aprende el saber hacer, cambia el cómo se aprende, sin desmedro de la disciplina.

3. La asignatura: Electrónica Digital I

Electrónica Digital I es una asignatura curricular del Departamento de Electrónica de la mencionada facultad que pertenece al tercer año (quinto cuatrimestre) de los planes de estudio de las carreras de Ingeniería Electrónica, en Computación y Biomédica.

Según la clasificación expresada en [7], la asignatura se encuadra dentro del descriptor de conocimiento Tecnologías Aplicadas y bajo el nombre general de Sistemas Digitales.

Los planes de estudio de dichas carreras organizan las asignaturas por área. En la carrera de Ingeniería Electrónica, por ejemplo, las mismas son: Comunicaciones, Control,

Instrumentación y Digitales. En ésta última se encuentra la asignatura foco de este trabajo.

El área Digitales se integra verticalmente con Electrónica Digital II, Electrónica Digital III y Procesamiento Digital de Señales, por lo que Electrónica Digital I es la base para el resto de las materias del área.

La asignatura se desarrolla en 16 (dieciséis) semanas del primer cuatrimestre, con una carga horaria total de 96 (noventa y seis) horas reloj presenciales lo que se traduce en 6 (seis) horas reloj semanales presenciales de cursado. Por ser una materia del bloque Tecnologías Aplicadas, se toma el doble de las horas presenciales para las tareas a desarrollar por el alumno fuera de clase, lo que arroja un total de 288 horas por cuatrimestre. Esto equivale a 9,5 RTF (Reconocimiento de Trayecto Formativo), ya que cada 30 horas se aporta un RTF de acuerdo con la Resolución 1870 - E/2016 del Ministerio de Educación y Deportes de la Argentina.

Esta asignatura representa el primer contacto del estudiante con una serie de asignaturas dedicadas a la electrónica digital y una de las primeras en las que los estudiantes asumen la responsabilidad de realizar la implementación de circuitos por lo que se observa un notorio nivel de motivación, interés y compromiso.

El propósito principal sobre el que se fundamenta el desarrollo de la asignatura es el de introducir al estudiante en el manejo de la teoría y de las técnicas necesarias para el análisis y el diseño de circuitos digitales combinacionales, secuenciales y de conversión, adquisición y almacenamiento de datos, con un conocimiento detallado de las tecnologías de fabricación de los componentes integrados utilizados en las aplicaciones desarrolladas. En consecuencia, el alumno desarrolla las habilidades de analizar, diseñar y proyectar sistemas básicos de aplicaciones en Electrónica Digital no asistida por dispositivos de microcómputos.

Los principales contenidos son: Álgebra de Boole, propiedades de los sistemas binarios de numeración, códigos binarios, teoría de los autómatas digitales, principio de funcionamiento de las principales familias lógicas, conversión analógica a digital y viceversa y sistemas de almacenamiento digital.

El advenimiento de los Dispositivos Lógicos Programables (PLD), como integrantes de sistemas digitales conlleva a la necesidad de desarrollar experiencias de diseño con este tipo de componentes, por lo que se ha incluido en esta materia un primer contacto de los alumnos con esta tecnología.

La asignatura ha sido cursada por unos 120 alumnos en promedio, en los últimos cinco años, que se dividen en 2 (dos) comisiones para las clases teórico-prácticas y en 3 (tres) comisiones para las clases prácticas en laboratorios. En las clases teórico-prácticas se presentan los fundamentos de cada temática, con sus correspondientes ejemplos, en formato de problemas modelados según las necesidades del pensamiento ingenieril. Los mismos son retomados en los laboratorios de las clases prácticas.

Las clases prácticas se desarrollan en aulas con mesas apropiadas tanto para la escritura como para el armado de prototipos de circuitos y la instalación de instrumental de laboratorio, disponibles en el pañol de electrónica de la facultad, a pocos metros de las aulas. Esta disposición facilita también el trabajo en grupo. En ellas se presentan algunos

problemas en el pizarrón, aunque la mayoría del tiempo se dedica al diseño, simulación, implementación y prueba de los circuitos que componen los cinco trabajos prácticos que se desarrollan durante el cuatrimestre. Estas actividades grupales se realizan en equipos de tres o cuatro alumnos. Los trabajos prácticos pretenden emular situaciones profesionales reales ya que estos equipos diseñan, construyen, y luego presentan oralmente -contestando cada uno diferentes preguntas- al docente las soluciones implementadas. Finalmente, los alumnos elaboran un informe escrito detallando los criterios adoptados, enumerando los componentes utilizados, justificando las decisiones tomadas y explicitando las conclusiones de la experiencia.

Las clases teórico-prácticas están a cargo del titular de la cátedra, mientras que las tres comisiones de las clases prácticas están a cargo de sendos docentes, ocasionalmente con la colaboración de algún adscripto. El cuerpo docente está compuesto por: dos profesores titulares dedicación exclusiva, un profesor asociado dedicación exclusiva, todos ellos por concurso, y un profesor asistente dedicación simple interino. Es significativo que el equipo docente, en su mayoría, cuenta con formación de posgrado, tanto en el área disciplinar como en temáticas ligadas a gestión académica universitaria. La mayoría de los docentes ocupa o ha ocupado recientemente posiciones de gestión universitaria.

La cátedra cuenta con un aula virtual, que utiliza la plataforma Moodle. En la misma se despliegan diferentes solapas. La primera de ellas se usa para temas generales, esencialmente los que hacen a la gestión de la cátedra. Aquí se presenta el programa y otra información como horarios, aulas, condiciones de aprobación de los trabajos prácticos, rubricas de evaluación, encuestas iniciales, etc. La segunda solapa se destina a los contenidos teóricos, con un foro de discusión, y un espacio donde se comparten los materiales utilizados en las clases teórico-prácticas, así como materiales de lectura adicional. Luego se presenta una solapa con temas generales de las clases prácticas, con un foro, y artículos específicos de apoyo para la construcción de prototipos, simulaciones, descripción de ambientes de desarrollo, etc. A continuación, se presentan 5 solapas, una por cada trabajo práctico, cada una con su foro, recursos específicos para el enunciado y recepción de informes de los trabajos prácticos, material específico para la temática en cuestión, y en alguna de ellas, cuestionarios de selección múltiple de autoevaluación. Finalmente, oculta a los alumnos, el equipo de cátedra posee una solapa para actuar como “sala de profesores” con un foro y demás componentes que creemos necesario compartir entre las tres comisiones de las clases prácticas. Para gestionarla, los alumnos inscriptos son divididos por sus docentes en tres grupos, uno por comisión. De modo que la misma aula sirve, de ser necesario, para intercambios específicos sin interferencia entre comisiones. Esos grupos están a su vez unidos en agrupaciones, de modo que también pueden realizarse comunicados generales. Cada recurso (foros, actividades, etc) se puede restringir a un grupo o a una agrupación.

4. Proceso de escritura del programa por competencias

Las instancias de capacitación mencionadas anteriormente, brindadas por la FCEFYN en los años 2017 y 2018, han sido

fundamentales para establecer las bases sobre las que se diseña el programa de una asignatura desde el enfoque por competencias.

El proceso del diseño curricular de un programa de asignatura por competencias es particularmente complejo porque nos interesó respetar el direccionamiento de la formación (plan de estudios), aportar a la construcción del perfil académico profesional de egreso respetando las competencias genéricas y específicas.

Interpelados por el planteo de [8] en un futuro nos enfocamos en los procesos de revisión y selección de objetivos y contenidos, revisión de la metodología de enseñanza, de los instrumentos y criterios de evaluación y la trazabilidad de nuestras clases.

Una forma de lograr la redacción del programa de una asignatura explicitando sus competencias es comenzar por detectar cuáles de ellas se aportan al alumno a lo largo del trayecto académico en cuestión.

En el caso de las Ingenierías, la tarea se facilita gracias a la descripción de competencias genéricas y específicas brindada en [7]. Las competencias genéricas están ampliamente desarrolladas en el documento de CONFEDI, y si se desea conservar la redacción, la tarea consiste simplemente en la identificación de las competencias aportadas por la asignatura. Para los indicadores de desempeño de las competencias genéricas también se cuenta con la asistencia de la Declaración de Valparaíso [2].

Desde la mirada de las competencias, el programa de la asignatura Electrónica Digital I tal como se desarrolla en la actualidad [9], ya aporta tanto a competencias genéricas (tecnológicas y sociales) como a competencias específicas, según las definiciones de CONFEDI, aunque las mismas, hasta este año académico, no se encuentran explicitadas en él.

Durante estos últimos años, el equipo docente se ha preocupado y ocupado de formar a los estudiantes en competencias sociales, políticas y actitudinales tales como el análisis crítico y reflexivo, en la justificación de las decisiones de diseño tomadas, en la práctica del diálogo y el trabajo en equipo entre otras cuestiones.

Para las competencias específicas de egreso de las tres terminales a las cuales aporta el espacio curricular, en cambio, sólo se cuenta con la guía de los anexos de [7], separados por carreras, donde para cada actividad reservada se derivan competencias específicas, y se listan los descriptores de conocimiento donde encuadrar disciplinalmente la asignatura. Observando las competencias específicas redactadas en los anexos de cada carrera en la que participa la materia, pueden detectarse las competencias específicas relacionadas con los contenidos de la asignatura. Éstas tienen que estar reflejadas explícitamente en las diferentes unidades de contenidos del programa.

Una vez detectadas las competencias específicas aportadas por la materia a las carreras en las que participa, comienza la tarea de redactar los temas o ejes temáticos desarrollados en la asignatura en el formato de competencias. Esto se logra valiéndonos de los componentes que normalmente integran una competencia [5,10,11], es decir: un verbo de desempeño + un objeto + una finalidad + una condición de calidad. Para favorecer todo el proceso de redacción de un programa escrito por competencias, en nuestro caso, resultó de gran utilidad comenzar por reformular los objetivos de la materia

centrándonos en el estudiante, específicamente pensando en la frase “*que el alumno logre...*” para pensarlos y redactarlos.

Como ejemplo, y tomando solo algunos de los objetivos, en el caso de ED1 se pretende que el alumno logre:

- Entender y plantear los algoritmos relacionados con funciones lógicas
- Identificar las características de las distintas familias lógicas y sus aplicaciones.
- Diseñar circuitos temporizadores y conformadores.
- Donde se ve que el foco está en lo esperado del alumno, en contrapartida contrapartida con su previa redacción, más basada en la óptica del docente, donde se redactaba:
- Desarrollar la competencia del estudiante para entender y plantear los algoritmos relacionados con funciones lógicas.
- Introducir al alumno en las características de las distintas familias lógicas y sus aplicaciones
- Desarrollar la habilidad para diseñar circuitos temporizadores y conformadores.

5. Detección de las competencias a las que aporta el espacio curricular

Como ya compartimos en el apartado anterior, la primera parte del proceso descrito en este trabajo se enfocó en detectar competencias ya existentes en la asignatura, dentro de las definidas en [7].

Esta asignatura presenta una complejidad adicional al momento de identificar las competencias específicas aportadas, ya que es cursada por alumnos de tres carreras sin diferencias en torno a contenidos centrales, metodología de enseñanza, actividades e instrumentos de evaluación.

Para contemplar, respetar y explicitar las competencias genéricas y específicas que aporta la asignatura a las diferentes carreras que la incluyen en su plan de estudios, se utiliza a continuación una codificación de competencias similar a la definida en [7].

5.1. Competencias genéricas

Para la redacción de las competencias genéricas, se respeta tanto la división en competencias genéricas *tecnológicas*, por un lado, y *sociales, políticas y actitudinales* por el otro, cuanto la numeración definida en [7], agregándole a su codificación el prefijo CG para explicitar que se trata de una competencia genérica.

La asignatura ED1 aporta a las siguientes competencias genéricas tecnológicas:

- CG1. Competencia para identificar, formular, y resolver problemas de ingeniería.
- CG2. Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.
- CG4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.

Se considera que esta asignatura aporta a estas competencias genéricas tecnológicas por la forma en que se desarrollan los temas del programa, la secuencia de contenidos diseñada por el equipo docente, la metodología de enseñanza, y las técnicas y herramientas utilizadas.

Desde que se conformó el actual equipo docente se decidió que la propuesta formativa de la asignatura estaría apoyada para cada eje temático en los conceptos teóricos, la resolución de problemas y el planteo de un proyecto específico en el laboratorio. Ese último tiene que abordarse identificando las variables, formulando posibles soluciones y eligiendo una. La solución elegida tendrá que ser luego diseñada, desarrollada, e implementada mediante circuitos. Previa a la implementación, los diseños se verifican mediante herramientas de simulación y, una vez convalidados y construidos, se utiliza diferente instrumental de medición para verificar su correcto funcionamiento. Todo esto justifica la elección de las competencias genéricas tecnológicas (CG) aportadas.

El proceso formativo compartido en el párrafo anterior pone en juego habilidades y procedimientos ligados al experimentar y a la vinculación teoría-práctica además de recuperar la esencia del ingeniero en torno al hacer, organizar, resolver, concebir, solucionar, proyectar, implementar, emprender, crear, descubrir por solo nombrar algunas de las actividades que se realizan en la vida profesional.

En cuanto a las competencias genéricas sociales, políticas y actitudinales, luego de la lectura del Libro Rojo identificamos que las aportadas por la asignatura son:

- CG6. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
- CG7. Comunicarse con efectividad.
- CG9. Aprender en forma continua y autónoma

Hemos elegido estas tres competencias ya que los proyectos de laboratorio mencionados se realizan en grupos de 3 o 4 alumnos, que tienen que trabajar en clase y en la casa en forma autónoma, en forma autónoma y continua a lo largo de la semana. Aquí se ponen en juego habilidades ligadas a la formulación de preguntas, el diálogo, el pensamiento crítico y analítico, la flexibilidad y adaptación a distintos escenarios, la proactividad e iniciativa, la curiosidad, la creatividad e imaginación, la capacidad para aceptar y aprender de las críticas, por solo enumerar algunas.

El proyecto implementado por cada grupo de alumnos, una vez finalizado y funcionando correctamente, tiene que exponerse oralmente a los docentes. De resultar satisfactoria la explicación oral de los alumnos, se elabora un informe escrito donde se listan y describen los componentes utilizados, las técnicas e instrumental empleadas, la experiencia particular del grupo y se identifican los principales conceptos aprendidos. Finalmente, los alumnos suben el informe escrito a un espacio dentro del aula virtual. Para la evaluación del proyecto y del informe, se utiliza la rúbrica de criterios técnicos previamente compartida en la primera semana de clases de la asignatura y que se encuentra disponible en una de las secciones del aula virtual. Todo esto justifica la elección de las competencias genéricas sociales, políticas y actitudinales (CG) aportadas.

Nótese que la materia aporta a seis de las diez competencias genéricas definidas en [7].

5.2. Competencias específicas

Como se dijo, para explicitar las competencias específicas de la asignatura es necesario tener en cuenta las definiciones de los anexos pertinentes de [7], que están diferenciados para cada

terminal de Ingeniería. A cada código definido en los anexos correspondientes a cada carrera, se le agrega aquí dos predecesores, el primero indicando la carrera (IE, IC, IB) a la cual pertenece la competencia específica aportada, y el segundo indicando que se trata de una competencia específica (CE) y no genérica (CG).

A la terminal Ingeniería Electrónica la asignatura aporta:

- IE.CE1.4. Diseñar, proyectar, y calcular circuitos y sistemas digitales.

A la terminal Ingeniería en Computación la asignatura aporta:

- IC.CE1.3. Desarrollar sistemas digitales combinacionales y secuenciales, su control y datapath.

A la terminal Ingeniería Biomédica el espacio curricular tributa a:

- IB.CE1.1. Diseñar, calcular y proyectar instalaciones, equipamientos e instrumental de tecnología biomédica, procesamiento de señales biomédicas y sistemas derivados de biomateriales utilizados en el área de la salud.

La colaboración de la asignatura a esta última competencia específica de IB se limita a los circuitos y sistemas digitales dentro del más amplio concepto de “equipamiento e instrumental” mencionado por la competencia, por lo que se redacta como una competencia parcial a la IB.CE1.1 de la siguiente manera:

- IB.CE1.1.1. Diseñar, calcular y proyectar circuitos y sistemas digitales, para brindar soluciones óptimas de acuerdo con las condiciones técnicas definidas, para ser aplicada en equipamiento e instrumental de tecnología biomédica.

6. Redacción de las competencias específicas en el programa de la asignatura

A continuación, y como segundo paso del proceso presentado en este trabajo, se indica la forma en que se han escrito las competencias específicas que la asignatura aporta a las diferentes carreras que la incluyen en su plan de estudios, según se vio en el apartado 5.2.

La codificación siguiente tiene que concatenarse al correspondiente código visto en el apartado 5.2 para los planes de estudio de cada carrera, es decir, se tiene que agregar a los códigos IE.CE.1.4, IC.CE1.3 e IB.CE1.1.1 de 5.2, representados aquí en general con XX.XX.XX.

Nótese que en la redacción se han agregado los componentes adicionales a fin de respetar total o parcialmente, según sea pertinente, la estructura normalmente utilizada para una competencia: un verbo de desempeño + un objeto + una finalidad + una condición de calidad [5,10,11].

Por lo compartido hasta aquí, las competencias específicas que se desarrollan en nuestro espacio curricular quedaron redactadas como se muestra en la Tabla 1.

Elegir esta codificación, junto con los predecesores vistos en los apartados 5.1 y 5.2 fue el tercer objetivo de este proceso. Esta codificación presenta utilidad especialmente si se desea relacionar las competencias aportadas por esta materia con las de otros programas de asignaturas del plan de estudios, a fin de detectar en forma ordenada y sistemática, competencias vacantes o desarrolladas con baja intensidad, en los planes de estudio de las diferentes carreras en las cuales la misma está incluida.

Tabla 1.

Competencias Específicas de ED1

XX.XX.XX.1. Diseñar, proyectar, y calcular circuitos digitales combinacionales basados en compuertas lógicas, para ser utilizados en forma aislada o como parte de un sistema, en forma eficiente en cuanto al costo y al consumo de potencia.
XX.XX.XX.2. Diseñar, proyectar, y calcular circuitos y sistemas digitales utilizando componentes de escala de integración media (MSI), para simplificar y agilizar el diseño de circuitos combinacionales, haciendo más compacto su diseño.
XX.XX.XX.3. Diseñar, proyectar, y calcular circuitos secuenciales para sincronizar el accionar del circuito a una señal temporizadora, o almacenar el estado lógico de una variable de una manera sencilla.
XX.XX.XX.4. Diseñar, proyectar, y calcular sistemas secuenciales para realizar máquinas de estados en forma simple y eficiente.
XX.XX.XX.5. Diseñar circuitos para codificación numérica para ser utilizados en operaciones aritméticas o para el control de errores.
XX.XX.XX.6. Diseñar, proyectar, y calcular circuitos y sistemas de aritmética binaria para ser utilizados en el procesamiento de señales digitales de forma rápida y eficiente.
XX.XX.XX.7. Diseñar y proyectar sistemas digitales mediante Dispositivos Lógicos Programables (PLD) para brindar flexibilidad al diseño, acortando los tiempos de implementación
XX.XX.XX.8. Diseñar, proyectar, y calcular circuitos y sistemas de adquisición y conversión de datos, para poder tratarlos en forma digital, facilitando su almacenaje y proceso.
XX.XX.XX.9. Diseñar, proyectar, y calcular sistemas de almacenamiento de datos, para ser conservados en forma segura y eficiente, permitiendo su posterior uso.

Fuente: Los autores.

7. Indicadores de desempeño

El concepto de competencias se completa con la formulación de los indicadores de desempeño que son concebidos como habilidades, procesos cognitivos, actitudes a construir, a aprender durante el desarrollo de la asignatura y que contribuyen a la construcción de las competencias específicas, y nos permiten ir siguiendo, monitoreando, y evaluando el grado de adquisición y desarrollo de estas por parte del estudiante.

Se presentan a continuación los indicadores de desempeño utilizados para las competencias genéricas y las competencias específicas que la asignatura aporta a los diferentes planes de estudio.

7.1. Indicadores de desempeño para las competencias genéricas

La Declaración de Valparaíso [2] es una guía general muy útil para redactar competencias. Además, presenta un desagregado en habilidades para cada una de las competencias genéricas definidas en [7].

La forma de redacción de esas habilidades da cuenta, para cada competencia, de un orden tanto en lo temporal, de inicial a final, como en la intensidad de logro, de menor a mayor. Por otro lado, permite transparentar las diversas habilidades que los alumnos necesitan construir, desarrollar y poner en juego y, además, ser consideradas por el equipo docente a la hora del diseño y desarrollo de las clases con el objetivo de alimentar las competencias requeridas por cada carrera. Se ha tomado ese criterio para escribir los indicadores de desempeño de las competencias genéricas que aporta la asignatura ED1. Los mismos se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2.

Indicadores de desempeño de las competencias genéricas aportadas por ED1

Competencias Genéricas	Indicadores de desempeño
CG1. Competencia para identificar, formular, y resolver problemas de ingeniería.	1.a.2. Identificar y organizar los datos pertinentes al problema
	1.a.3. Identificar las condiciones de contorno del problema e incluirlo en el análisis
	1.b.1. Generar diversas alternativas de solución a un problema ya formulado
	1.c.1. Realizar el diseño de la solución tecnológica, incluyendo el modelado
	1.c.2. Incorporar al diseño las dimensiones del problema (tecnológica), que sean relevantes en su contexto específico
CG2. Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.	2.a.1. Relevar las necesidades y traducirlas a entes mensurables
	2.a.5. Documentar y comunicar de manera efectiva las soluciones seleccionadas
	CG4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.

Fuente: Los autores.

En ella se han recuperado, como ejemplo, solamente las tres primeras competencias genéricas listadas en la sección 5.1. En columna de la izquierda se recuperan esas competencias genéricas, y en la columna de la derecha los

indicadores efectivamente aportados por la asignatura, dentro de todos los descriptos en la llamada Declaración de Valparaíso [2]. Nuevamente puede identificarse en la columna de la derecha la codificación original utilizada en [2].

7.2. Indicadores de desempeño para las competencias específicas

En [2] no se desagregan las habilidades de cada una de las competencias específicas definidas por CONFEDI en los anexos de [7]. Se puede, de todos modos, tomar misma redacción como ejemplo para escribir los indicadores de desempeño de las competencias específicas que aporta la asignatura ED1, listadas en la sección 5.2. Esto se muestra la Tabla 3, donde a modo de ejemplo se han recuperado en la columna de la izquierda las tres primeras competencias específicas listadas en la sección 5.2. Nuevamente, se muestran en la columna de la derecha, los indicadores efectivamente aportados por la asignatura.

8. Conclusiones

El proceso de detección de las competencias que una asignatura aporta al plan de estudios de una carrera y la posterior redacción de éstas en un formato claro y completo no resulta sencillo para docentes sin experiencia previa en este

Tabla 3.

Indicadores de desempeño de las competencias genéricas aportadas por ED1

Competencias específicas IE.CE.1.4, IC.CE1.3 y IB.CE1.1.1	Indicadores de desempeño
xx.xx.xx.1. Diseñar, proyectar, y calcular circuitos digitales combinacionales	1.1. Conocer el significado de las variables lógicas y su relacionamiento en funciones AND, OR, OR EXCLUSIVA, NAND, NOR, NOR EXCLUSIVA.
	1.2. Transformar funciones lógicas aplicando postulados y teoremas, para lograr su simplificación o realización con el mismo tipo de compuertas.
	1.3. Entender el funcionamiento del circuito electrónico interno de las compuertas lógicas de las diferentes familias
xx.xx.xx.2. Diseñar, proyectar, y calcular circuitos y sistemas digitales utilizando componentes de escala de integración media (MSI)	1.4. Diseñar circuitos digitales combinacionales
	1.5. Modelar circuitos combinacionales
	1.6. Implementar circuitos digitales combinacionales, verificando su correcto funcionamiento lógico y electrónico.
	2.1. Identificar las diferentes escalas de integración de los circuitos combinacionales digitales.
	2.2. Conocer el funcionamiento de los diferentes componentes de MSI.
xx.xx.xx.3. Diseñar, proyectar, y calcular circuitos secuenciales	2.3. Utilizar componentes de MSI en circuitos digitales combinacionales.
	2.4. Diseñar circuitos digitales combinacionales utilizando componentes MSI.
	2.5. Implementar circuitos digitales combinacionales utilizando componentes MSI, verificando su correcto funcionamiento.
	3.1. Entender el funcionamiento de los circuitos secuenciales monoestables, astables y biestables
	3.2. Reconocer a los Flip-Flops como unidades elementales de memoria.
	3.3. Diseñar circuitos secuenciales para funcionar como contadores y como registros de desplazamiento
	3.4. Implementar circuitos digitales secuenciales utilizando Flip Flops, verificando su correcto funcionamiento.

Fuente: Los autores.

enfoque. Para tal efecto es de gran utilidad la asistencia pedagógica-didáctica, que en nuestro caso se materializó, por un lado, en el curso “Capacitación de docentes para el desarrollo de un aprendizaje basado en el estudiante en las carreras de Ingeniería” mencionado en el apartado 2 y, por el otro, en el acompañamiento de las asesoras pedagógicas de la facultad.

Para quien lo hace por primera vez, el abordaje a la problemática resulta necesariamente incremental. A medida que se comprende algún concepto relacionado con las competencias, se van ajustando la redacción, la relación entre ellas en lo relativo a complejidad y secuencia temporal de adquisición, los modificadores de intensidad y calidad, etc.

Entendimos que este proceso se mantiene entre el imperativo y la invitación al cambio y a la mejora. Es un punto de no retorno. La enseñanza es un proceso complejo que posee múltiples cimientos y tenemos que empezar a corrernos de la secuencia progresiva lineal de nuestras clases y nuestra propuesta formativa, como lo sugiere Litwin [12].

En este caso, el mayor desafío se presentó al intentar pasar de la descripción “clásica” de los conceptos, habilidades y

técnicas que se enseñaban en la materia a la redacción de las competencias que se esperaba desarrollar en el alumno, cambiando así el foco de intención del objeto de aprendizaje al alumno. Sin embargo, en el caso de las ingenierías, gracias a los lineamientos ya definidos por CONFEDI, el docente cuenta con competencias ya descriptas, y una guía para la redacción de otras que pueda aportar la materia.

Aquí comenzamos a comprender que es un requerimiento la capacitación constante por parte de los docentes, no sólo en lo disciplinar sino también en cuestiones ligadas a lo pedagógico/didáctico, en estrategias de enseñanza tomando como punto de partida que no existen recetas. Cada uno tendrá que explorar y experimentar distintas metodologías y estrategias que se adecúen a su asignatura y a sus estudiantes.

Para redactar las competencias no predefinidas por el CONFEDI, es muy importante la elección de los “verbos de desempeño” apropiados que la describan. Se tiene que elegir el verbo preciso para reflejar lo más exactamente posible la competencia, los procesos cognitivos y habilidades que se desarrollan, y además identificar la complejidad de estas. Esta elección se constituyó en una de las dificultades a superar, ya que muy frecuentemente existe una diferencia sutil en el significado de diferentes verbos y, además, suponen no sólo pensar en las habilidades y destrezas que se ponen en juego sino también en las actividades de enseñanza a diseñar y desarrollar en el marco del desarrollo de la asignatura. Esa diferencia indica un orden cronológico de adquisición de la competencia en cuestión, y también puede indicar una diferente intensidad.

También resulta una novedad la incorporación de la “condición de calidad” que debe incluirse en cada una de las competencias. Es común que el docente omita este componente de la competencia a describirla. Más allá de la redacción, asegurar el cumplimiento de la condición de calidad seguramente presentará un gran desafío para el docente.

Todo este proceso sirvió también para que el equipo docente de EDI comenzara a detectar la necesidad de replantear técnicas, métodos e incluso la forma de redactar actividades curriculares propuestas al alumno para lograr un mayor desarrollo del conocimiento adquirido desde la visión del enfoque por competencias.

Todo lo compartido en este artículo nos posibilita afirmar que la decisión tomada por CONFEDI de formar ingenieros desde el enfoque por competencias no sólo interpela las zonas de confort de los profesores sino también la de los estudiantes, rompe la inercia, y nos da una oportunidad al cambio a aquellos que estamos abiertos a la innovación. Recobra la esencia y el sentido de la ingeniería que está en el desarrollo y en la búsqueda de caminos alternativos a partir de un problema.

Es una verdadera oportunidad para revisar y repensar los procesos de formación al interior de las aulas universitarias, ya que se reconoce que las condiciones de contorno construidas por CONFEDI son únicas e irrepetibles.

Referencias

[1] Mastache, A., Un proyecto colectivo de formación pedagógica para profesores de ingeniería de la República Argentina, CADI-CAEDI, Ciudad de Córdoba (ponencia), 2018.

[2] ASIBEI, Declaración de Valparaíso sobre competencias genéricas de egreso del Ingeniero Iberoamericano, Valparaíso, [en línea]. 2013. Disponible en: https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/Declaracion-de-Valparaiso-Nov2013VF.pdf

[3] CONFEDI, Capacitación de docentes para el desarrollo de un aprendizaje centrado en el estudiante en las carreras de Ingeniería, CONFEDI – Secretaría de Políticas Universitarias, Buenos Aires, Argentina, 2017.

[4] Recabarren, P., Se necesitan más graduados, pero de calidad certificada, 2019 - <https://confedi.org.ar/>

[5] Tobón, S., Formación basada en competencias, pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica, Ecoe eds., Bogotá, Colombia, 2008.

[6] Perrenoud, Ph., Construir las competencias, ¿es darles la espalda a los saberes?. Red U. Revista de Docencia Universitaria, número monográfico II, Formación centrada en competencias (II), 2008.

[7] CONFEDI, Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería de la República Argentina. Libro Rojo del CONFEDI, Rosario, Argentina, [en línea]. 2018. Disponible en: https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/LIBRO-ROJO-DE-CONFEDI-Estandares-de-Segunda-Generacion-para-Ingenieria-2018-VFPublicada.pdf

[8] Tobón, S., El enfoque complejo de las competencias y el diseño curricular por ciclos propedéuticos, Acción Pedagógica, 16(1) pp. 14-28, 2007.

[9] Programa de la materia Electrónica Digital I, 2005. http://www.esc.electronica.efn.uncor.edu/wp-content/uploads/2014/11/3_1_Electronica_digital_1.pdf

[10] Díaz-Barriga, A., Construcción de programas de estudio en la perspectiva del enfoque de desarrollo de competencias, Perfiles Educativos, 26(143), pp. 142-146, 2014.

[11] Gallino, M. et al, Formación docente universitaria, Desafíos para mejorar la calidad de la enseñanza en la FCEfYN. Universitatis Ed, Córdoba, Argentina, 2012.

[12] Litwin, E., Las configuraciones didácticas. Una nueva agenda para la enseñanza superior, Paidós Educador, Buenos Aires, Argentina, 1997.

R. Rossi, es Ing. Electricista con orientación electrónica en 1985 de la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. MSc. en Ingeniería Electrónica, en 1987 de Phillips International Institute, Eindhoven, North Brabant, Netherlands. MSc. en Gestión y Políticas Universitarias, en 2015 de la Universidad de Barcelona, España. Es profesor asociado regular de Electrónica Digital I y Procesamiento Digital de Señales (FCEfYN/UNC). Vicerrector de Asuntos Académicos de la Universidad Blas Pascal, de 2014-2017, Córdoba, Argentina.
ORCID: 0000-0001-5586-5413

R. Rorestello, es profesora y Lic. en Educación, 1989/1990 de la Facultad de Filosofía y Humanidades/UNC. MSc. en Multimedia Educativa en 2003, de la Universidad de Barcelona, España. Dra. en Educación en 2014 de la Universidad de Buenos Aires, Argentina. Profesora titular regular en la cátedra de Pedagogía (FCEfYN/UNC). Asesora pedagógica de la FCEfYN/UNC
ORCID: 0000-0002-9854-9020

P. Recabarren, es Ing. Electricista Electrónico, MSc. en Gestión y Políticas Universitarias. Profesor titular regular de Electrónica Digital I y III. Presidente del CONFEDI 2018-2019. Decano de la FCEfYN/UNC
ORCID: 0000-0002-7322-8415