

La formación preprofesional de los ingenieros electrónicos: un estudio de caso.

Marta, Souto
Lavalletto, María Mercedes
Universidad de Buenos Aires. Argentina
mercedeslavalletto2000@gmail.com

Enseñar y aprender en el aula universitaria y de nivel superior
Informe de investigación
Universidad, formación pre-profesional de ingenieros, resolución de problemas, lógica clásica
teórico-práctica

Resumen

El propósito de esta comunicación es presentar resultados del Proyecto de Investigación UBACyT F007 "*La formación profesional inicial universitaria y el análisis multirreferencial de dispositivos destinados a la formación profesional*". Específicamente se trata de uno de los tres casos estudiados en este proyecto que toma por unidad la carrera de Ingeniería Electrónica. Es una investigación cualitativa con enfoque clínico y estudio de casos. El objeto de estudio es la formación preprofesional universitaria y el problema plantea la caracterización de las modalidades singulares y de los dispositivos implementados por las carreras para esta formación. Se trabaja desde un enfoque epistemológico de las teorías de la complejidad (Morin) y de la multirreferencialidad teórica (Ardoino). Se trabajó con observaciones de clase, entrevistas a estudiantes y docentes, análisis de documentos. Se seleccionaron las unidades curriculares a partir de entrevistas a graduados recientes, por ello se estudiaron cuatro unidades curriculares de la carrera que de distinta manera contribuyen al entrenamiento en capacidades que los futuros profesionales transferirán al mundo profesional. Se trata de una lógica clásica teórico-práctica (Schön, 1992) con predominio de la racionalidad técnica en la que resulta de particular interés cómo se forma profesionalmente al ingeniero en la gradualidad dada por la formación en una materia de ciencia básica, un taller de electrónica y dos materias de proyecto final. La resolución de problemas, que define como capacidad constitutiva a la actividad del ingeniero, se desarrolla a lo largo de la formación en estas distintas instancias que serán analizadas.

Abstract

The purpose of this communication is to present the results of the research project UBACyT F 007 "Professional training at university studies and the multirreferential analysis of training devices" Specifically, it is one of the three cases investigated, within the training program in

Electronic Engineering. It is a case study-based qualitative investigation with a clinical approach. The object being studied is the pre-professional education at a university level. The problem brings up the characterization of the singular modalities and the procedures implemented by the training programs. The study is based in the theories of complexity (Morin) and the multireferentiality approach (Ardoino). The investigation is based on observation of courses, interviews with students and teachers and analysis of documents. The selection of unities was based on interviews with recent graduates. The investigation focused on four subjects that in different ways contribute to training in capacities that students will transfer to the professional world. As a result, it deals with a theoretical-practical classic logic (Schön, 1992), predominantly a technical rationality in which the main interest is how the engineer trains in the graduality given by training in a basic course, an electronic workshop and two courses of a final Project. Problem-solving, which defines the activity of an engineer, develops throughout the training in the different instances that will be analyzed.

La formación preprofesional de los ingenieros electrónicos: un estudio de caso

I. Introducción. Se trata de presentar resultados del Proyecto de Investigación UBACyT F007 "*La formación profesional inicial universitaria y el análisis multirreferencial de dispositivos destinados a la formación profesional*", referidos a una de las unidades: la carrera de Ingeniería Electrónica. Interesa en especial responder a la pregunta acerca de qué manera se forma profesionalmente desde una racionalidad técnica al ingeniero electrónico y cuáles son las formas y los dispositivos singulares utilizados.

II. La investigación. Es una investigación cualitativa con enfoque clínico y estudio de casos. El objeto de estudio es la formación preprofesional universitaria y el problema plantea la caracterización de las modalidades singulares y de los dispositivos implementados por las carreras para esta formación. Se trabaja desde un enfoque epistemológico de las teorías de la complejidad (Morin) y de la multirreferencialidad teórica (Ardoino). Se realizaron entrevistas a directivos y a organizadores, se recogieron documentos para abordar el nivel institucional; entrevistas en profundidad a docentes y semi-estructuradas a estudiantes, observaciones de diferente tipo de clases dentro de la unidad o materia seleccionada a fin de conocer los dispositivos de formación específicos. Esa información fue sometida a análisis de contenido y del discurso para las entrevistas, y el análisis didáctico multirreferenciado para las clases. Se seleccionaron las unidades curriculares a partir de entrevistas a graduados recientes, (etapa exploratoria del proyecto). En Ingeniería se estudiaron cuatro unidades curriculares de la carrera que de distinta manera contribuyen al entrenamiento en capacidades que los futuros profesionales transferirán al mundo

profesional: una materia de ciencia básica, un taller de electrónica y dos materias de proyecto final. La resolución de problemas, que define a la actividad del ingeniero, se desarrolla a lo largo de la formación en estas distintas instancias que serán analizadas.

Referencias teóricas

Una breve referencia teórica centrada en las nociones centrales es necesaria para contextualizar nuestra producción:

- *La formación profesional* es un conjunto de procesos sociales referidos a la preparación de los sujetos para el desempeño en el campo laboral, que se organiza y realiza en instituciones educativas del sistema o del campo laboral, gremial, etc y que constituye una de las funciones centrales de la universidad. Se forma en capacidades específicas para la profesión que se actualizarán como competencias ya en el campo profesional. La doble referencia a lo social y al sujeto es constitutiva del concepto.

- *La formación preprofesional* alude a la formación profesional que se desarrolla en ámbitos educativos, responde a una lógica educativa más que a una laboral, aún cuando se propone formar para el trabajo y los desempeños profesionales. La universidad en especial es una institución de la formación que organiza con lógicas propias esta formación.

Los dispositivos

En Ingeniería Electrónica se analizaron cuatro unidades de enseñanza: una materia de ciencia básica, un taller técnico de electrónica, y dos materias vinculadas a proyectos y que funcionan como unidad entre sí, una teórica de introducción a proyectos que se complementa con otra donde los estudiantes realizan un proyecto final en la especialidad electrónica. La lógica curricular dominante es la clásica, que se centra en la formación teórica y que llega a la práctica desde un sentido de aplicación técnica a un problema electrónico.

Se reconoce como capacidad y competencia específica del ingeniero la resolución de problemas. Esta capacidad implica estrategias de pensamiento de orden superior que se aprenden en materias básicas como física y matemática y se utilizan en otras más técnicas. La materia básica estudiada trata de brindar una enseñanza centrada en la resolución de problemas. El estudiante aprende a comprender el problema, a formalizarlo en ecuaciones matemáticas y a razonar rigurosamente para buscar la solución del mismo a partir básicamente de seguir los razonamientos en alta voz de los docentes. Dicho aprendizaje heurístico se da de manera gradual pasando de problemas resueltos por el profesor y razonados en voz alta en clases magistrales, a problemas realizados en pequeños grupos y resueltos en voz alta en el frente por un alumno o por el docente y

a otros llevados a nivel de experimentación y demostración en el laboratorio. El estudiante se forma en los procesos cognitivos superiores, para aprender a modelizar, mediante la formalización matemática de problemas físicos, que están poco vinculados al campo profesional. Esta vinculación surge o bien por la resolución de problemas como capacidad cognitiva o bien por ejemplificaciones que los docentes traen de la experiencia profesional para concretizar los enunciados abstractos. Aquí se diferencian los estilos de clase según sean docentes ingenieros o licenciados en física.

En un taller que curricularmente es materia de tecnología básica, ubicado a mitad de la carrera, se realiza un aprendizaje de tipo técnico donde el estudiante debe diseñar y armar un circuito electrónico para lo cual requiere de la capacidad de resolver problemas y formalizarlos y de habilidades técnicas como el manejo de ciertos instrumentos y materiales (que no son enseñados especialmente) para poder armarlo.

Realizar un proyecto final es una de las dos opciones curriculares para el final de la carrera, junto con la tesina. Una materia teórica transmite conocimientos acerca de qué es un proyecto, sus componentes, tipos de diagramas a utilizar, etc. Esos conocimientos se ponen en práctica en la otra al hacer un proyecto final, de carácter profesional, donde los alumnos individual o grupalmente diseñan, proyectan, resuelven problemas teóricos, técnicos y prácticos para realizar el proyecto que debe ser original y que implica todas las etapas y dimensiones incluidas las económicas, financieras, de recursos, etc.

En el conjunto de las unidades se da prioridad a la resolución de problemas tanto en el marco de una asignatura de base de carácter abstracto o ante la creación con “ingenio” de un proyecto complejo. Esa resolución requiere de capacidades cognitivas pero también técnicas y de un conocimiento práctico. Las primeras son privilegiadas en la formación del ingeniero electrónico.

El tipo de estudio se orienta más a la teoría y pone en la resolución inteligente de problemas en la base de la competencia profesional. Las instancias prácticas son escasas y quedan restringidas al tipo de proyecto que los alumnos inventan.

Un dispositivo de formación implica siempre la combinatoria de diversas instancias articuladas de manera que el estudiante pueda formarse al pasar por ellas y realizar distinto tipo de actividades. En *Ingeniería*, resulta difícil plantear la enseñanza desde el concepto de dispositivo. Desde lo metodológico se trata de distintas estrategias que se ponen en juego como la resolución de problemas de matemática, física; de electrónica en la instancia de taller con realización en pequeños grupos; el diseño y realización de un proyecto profesional con asistencia tutorial. Pero en cada una se aborda un tipo de estrategias y no hemos encontrado la lógica combinatoria propia del dispositivo. Hay una linealidad en la formación y una gradualidad progresiva más que una complejización de las modalidades en juego. Esa gradualidad pone en secuencia clases teóricas (transmisión de teorías y modos de pensar y razonar), prácticas de demostración de resolución de problemas, de resolución de problemas con supervisión de los docentes y de trabajos prácticos de

aplicación más teóricos o técnicos según la materia y por último se incorpora el trabajo por proyectos (en microprocesadores y en trabajo final). Más que de un dispositivo se trata de una formación con actividades y técnicas en una lógica lineal, gradual que produce aprendizaje por la sumativa de lo nuevo sobre lo previo. La enseñanza está alejada del campo profesional y por ello los dispositivos son objeto de un grado alto de artificiosidad.

La formación profesional desde la enseñanza en una ciencia básica

En la etapa exploratoria los graduados señalaron que las materias de ciencia básica como matemática y física por un lado y el proyecto final, por otro, tienen un papel importante en la formación profesional. Expresiones referidas a las primeras como: “*la parte básica da herramientas para procesar información*”; “*te molestan primero las teóricas pero te abren la cabeza*” o “*las materia básicas enseñaron a pensar*” recogidas entre los graduados entrevistados lo evidencian. Una pregunta se formuló en el equipo de investigación acerca de la manera específica como la ciencia básica contribuiría y a ella dedicaremos el resto de este artículo.

En las materias de ciencia básica hay un alejamiento de la realidad profesional, por ser iniciales y de base. Se forma en el pensamiento abstracto sin que la referencia a lo profesional sea central, ésta solo aparece bajo la forma de la ejemplificación en algunas clases dadas por docentes ingenieros.

Veamos algunos fragmentos de clases y entrevistas de la materia básica analizada que permitirán comprender desde la realidad de la enseñanza cómo se contribuye a la formación profesional.

El profesor copia una fórmula y va explicando oralmente.

$$\sigma_2 = E_0 (F n_0 F n_1 + (P n - P_1 n))$$

P: Quedaría que sigma libre es igual a VI por la normal, esto sería épsilon cero por E1 por la normal por cero normal por E2 normal. Yo ya hago la cuenta, más, el normal menos E2 normal. Ustedes si quieren háganlo paso a paso, ¿está bien? Fíjense P1 por la normal que vendría a ser, P1 por la normal ¿sería?

Alumnos: Murmullo, pero no se entiende lo que dicen.

P: La carga de polarización que vamos a encontrar en esta interfase del lado P1. P1 está incidiendo hacia la superficie, ¿qué signo va a tener esa carga?

A: Negativo

P: No, positivo. Fíjense P1 viene incidiendo hacia la superficie, entonces va a ser positiva. O estoy equivocado. Perdóneme voy paso a paso.

El profesor razona en voz alta al resolver el problema en el pizarrón, los alumnos lo siguen y responden a las preguntas que realiza. El razonamiento en el aquí y ahora de la clase puede llevarlo a errores que el profesor toma naturalmente como parte de la dinámica que se da. El alumno aprende así un modo de plantear y resolver el problema siguiendo al profesor en su razonamiento y utilizando el lenguaje abstracto de la matemática. Se trata de procesos cognitivos y capacidades de

orden superior que desarrolla el docente y que los estudiantes al seguirlo ponen en juego provocando en ellos procesos similares que luego utilizan en los prácticos al resolver problemas grupal o individualmente, siendo, muchas veces, los mismos alumnos quienes pasan a resolver en alta voz ante sus compañeros y profesores el ejercicio, replicando el tipo de práctica del teórico.

P: Del lado de arriba tengo una cierta sigma P, qué sé yo, 1 del lado de abajo para el vector P sub 2 tengo p2 por la normal va a tener que ser negativa porque el vector v va de negativo a positivo. El tema es el siguiente: que en la interfase hay dos dieléctricos que se pegan, voy a tener carga de polarización superficial debido al primer dieléctrico y carga de polarización del segundo, ¿está bien? Ahora les voy a explicar el problemita que hay con la normal. Porque no les da, ustedes están viendo allá que P es positivo, es negativo, ¿sí?, ahora se los voy a explicar. No hay manera de separar estas dos, yo lo que veo es la suma de las dos, en la interfase. Si esta sumatoria yo la paso del otro lado lo que voy a tener es lo que ustedes sospechan que es sigma libre más sigma p es igual a epsilon cero por v1 normal menos v2 normal. Si yo divido por epsilon cero me queda una condición de contorno para el campo eléctrico normal.

No es la copia de una resolución ejemplar sino el seguimiento paso a paso de un modo de resolver razonando, que no está prefijado sino que un profesor desarrolla de manera viva ante los alumnos.

¿Cómo opera este modo de enseñar? Los principios subyacentes (representados por las leyes de este campo disciplinar) son la base conceptual a partir de la cual se desarrolla la *capacidad heurística* que posibilita descubrir los conceptos y/o principios proporcionados por los docentes a través de la estrategia de enseñanza expositiva desplegada en clases magistrales numerosas. Al mismo tiempo, supone desarrollar una actitud inventiva – intuitiva y de descubrimiento que potencien el desarrollo de la capacidad de análisis en la resolución de problemas en donde el foco estaría puesto en el proceso y no en el resultado. Reconocemos pues, el valor de la heurística como rasgo de la formación profesional de los ingenieros en donde los heurísticos constituyen operaciones de búsqueda no elementales, que no tienen por qué resolver íntegramente un problema sino que son procedimientos de carácter abierto que provocan operaciones alternativas. Identificamos entonces un enfoque formativo basado en la creación de sentido, centrado en el estudio de las propiedades que supone el desarrollo tanto del sentido como de las operaciones numéricas en tanto herramientas y que permiten adquirir progresivamente dominio operativo que no significa la aplicación textual memorística de algoritmos. Asimismo, reconocemos en los fragmentos precedentes el uso del pensamiento en voz alta como estrategia que pone en escena la verbalización de las operaciones cognitivas internas al resolver un problema. El uso de esta estrategia didáctica favorece el proceso de transparentar el pensamiento con el objetivo de hacer hablar a los alumnos sobre los procesos involucrados al hacer y usar la disciplina para que puedan construir un vocabulario para pensar y aprender. Si bien es un rasgo constitutivo de las clases prácticas, en los teóricos se da el puntapié para que los cursantes, posteriormente, puedan transferir

esta habilidad en el espacio de los trabajos prácticos y laboratorio, y sin duda, en el dominio profesional propiamente dicho.

La asimilación y el desarrollo de estos procesos cognitivos a su vez contribuyen a formar la identidad profesional, la que aparece vinculada a la transmisión de una manera de pensar valorada, de la que son portadores los profesores. Los procesos psíquicos de identificación son también constituyentes de la identidad del ingeniero. Frases como “*profesores brillantes*”, que “*están en otro nivel mental que vos, pero no te lo hacen notar*”, que “*llenan 4 ó 5 pizarrones seguidos*”, que “*no tocan un papel por horas*” muestran imágenes idealizadas de alta valoración del profesor que favorecen procesos de identificación que forman profesionalmente. Es ese modo de pensar y razonar frente al problema teniendo como componente el lenguaje matemático lo que caracteriza la actividad del ingeniero, más que los contenidos sobre los que se piensa o aún las prácticas profesionales mismas. Las figuras de los docentes que saben, piensan, razonan parecen ser la fuente de identificación profesional más potente.

La relación con el saber ocupa un lugar importante en la transmisión, en tanto modo singular de relacionarse cada sujeto con el conocimiento mismo que es transferido en la situación pedagógica. Los docentes transmiten por vía de la transferencia la pasión por el saber que los alumnos captan a nivel consciente e inconsciente. Dicen ellos “*transmiten el amor por la profesión*”, “*la búsqueda de actualización*”, es decir que ponen en el campo pedagógico su propio vínculo con el conocimiento y con la profesión.

Los breves datos y análisis presentados pueden permitir apreciar cómo en este caso la formación preprofesional se hace desde una lógica clásica donde la teoría antecede a la práctica, desde una racionalidad técnica y cómo la ciencia básica contribuye a la formación profesional desde la doble vía de una enseñanza que busca el sentido con referencia a un problema y desde una relación singular con el saber. Esta formación responde a las claves propias de la resolución de problemas ingenieriles que el desempeño profesional requiere, por ello los graduados reconocen a materias de ciencia básica como centrales en su formación profesional en tanto les “moldean” su mente en un modo de pensar que seguirán utilizando en su profesión.

Referencias

- Barbier, Jean Marie (1999) *Prácticas y dispositivos de formación. Evaluación y análisis. Buenos Aires*. Ediciones Novedades Educativas-F.F. y L., UBA.
- Eggen, Paul y Kauchak, Donald. (1999) *Estrategias docentes. Enseñanza de contenidos curriculares y desarrollo de habilidades de pensamiento*. FCE, México.
- Mayer, Robert. (1986). *Pensamiento, resolución de problemas y cognición*. Barcelona, Paidós.

Schön, Donald A. (1992) *La formación de profesionales reflexivos. Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje de las profesiones*. Barcelona. Paidós.

Souto, Marta, y otros (1999) *Grupos y dispositivos de formación*. Col. Formación de Formadores. Nro. 10. Buenos Aires. UBA-Novedades Educativas.

Souto, Marta. (2006) *El carácter de "artificio" del dispositivo pedagógico instrumental. Su utilización en el establecimiento de tipos de formación para el trabajo*. 8° Biennale de l'education et de la formation. Lyon, Francia

* *Equipo bajo la dirección de Marta Souto, coordinado para el caso de la Facultad de Ingeniería por Anahí V Mastache con la participación de Mercedes Lavalletto, Nora Goggi y como auxiliares Mariela Bosyk, María Fernanda de la Motta, Florencia Pertiné, Vanesa carril, Katherine Speck, Manuela Dalesio, Patricia Carrevedo, y Marianela Renzi*

Diseño y Evaluación de un hipertexto para el aprendizaje de temas de Matemática Básica Universitaria

María del Carmen Spengler.¹

Ana María Craveri.²

¹Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Rosario. Argentina

²Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Nicolás. Argentina
mariaspengler@gmail.com

Enseñar y aprender en el aula universitaria y de nivel superior
Hipertexto, autonomía en colaboración, estilos de aprendizaje

Resumen

Este trabajo constituye la primera fase de una investigación cuyo objetivo es diseñar, aplicar y evaluar materiales didácticos sobre temas de Matemática Básica Universitaria. Se busca promover el aprendizaje autónomo y colaborativo en un entorno tutorial. La experiencia se llevó a cabo con alumnos de primer año que cursan Álgebra y Geometría Analítica en carreras de ingeniería de la Facultad Regional Rosario, Universidad Tecnológica Nacional, durante los años 2012 y 2013. Para ello se elaboró un hipertexto que está disponible en la página web de la facultad. En su diseño se tuvo en cuenta la categorización de los Estilos de Aprendizaje de Alonso, Gallego y Honey, relativa a las distintas modalidades o estrategias que ponen en práctica los alumnos en una situación de aprendizaje y su vinculación con los conceptos de Polya y de Schoenfeld relativos a los procesos de construcción del conocimiento matemático que genera la resolución de un