

DESAFÍOS DE LA INTEGRACIÓN CURRICULAR EN LA FORMACIÓN DE BIOINGENIEROS

Lucía Mabel Ghilardi, Facultad de Ingeniería U.N.S.J., luciaghilardi@gmail.com

Ana María Graffigna, Facultad de Ingeniería U.N.S.J., amgraffigna@unsj.edu.ar

María Elisa Pérez, Facultad de Ingeniería U.N.S.J., eperez@gateme.unsj.edu.ar

Juan Pablo Graffigna, Facultad de Ingeniería U.N.S.J., jgraffig@gateme.unsj.edu.ar

Resumen— La carrera de Bioingeniería, que se desarrolla en el contexto institucional de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de San Juan, viene implementando desde el año 2014 un nuevo plan de estudios caracterizado por una estructura curricular articulada, orientada hacia la integración de saberes conceptuales interdisciplinarios con habilidades procedimentales para resolver problemas en contexto.

En el desarrollo curricular se advirtieron algunos desafíos que fueron trabajados desde la gestión de carrera con el acompañamiento del Centro Universitario Técnico Educativo, relacionados con el trabajo coordinado entre asignaturas y la adecuación de las decisiones pedagógico didácticas al perfil profesional propuesto.

El trabajo presenta la implementación de estrategias para abordar los desafíos mencionados y los resultados emergentes de tales acciones.

Palabras clave— *integración curricular, formación de ingenieros, bioingeniería.*

1. Diseño y desarrollo curricular en la formación de bioingenieros

La carrera de Bioingeniería forma parte, junto con Ingeniería Electrónica, del Departamento de Electrónica y Automática de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de San Juan. La carrera está a cargo de la Directora de carrera y de la CASCPE (Comisión Académica de Seguimiento del Plan de Estudios), que se ocupa de las actividades relativas a la gestión académica de la carrera y, por ello, del trabajo de análisis de los espacios curriculares y de su relación entre sí dentro del plan de estudios.

Esta carrera es el segundo programa de grado que se implementó a nivel nacional en esta terminal específica. La misma se encuentra funcionando desde el año 1993 por convenio con la Universidad Nacional de Entre Ríos, y luego, desde 1995 con un Plan de Estudios propio. Los primeros egresados se graduaron en 1999. Este plan de estudios sufre cambios en 2003, vinculados al nuevo régimen de correlatividades de la FI-UNSJ para todas las carreras.

En el año 2003, el Ministerio de Educación de la Nación establece la resolución 1604/2003 por la cual declara la carrera de interés público y define contenidos curriculares mínimos para las todas las carreras de Bioingeniería e Ingeniería Biomédica del país. En tal sentido, se inicia un proceso de análisis comparativo del plan de estudios existente y dicha resolución definiendo un conjunto de cambios necesarios para que la carrera se ajuste a la normativa. A partir del análisis propuesto se agregan algunos contenidos específicos, se cambian de nombre algunos espacios curriculares y se incorpora la instancia de Práctica Profesional Supervisada. Este nuevo Plan de Estudios entra en vigencia en 2005.

El proceso de autoevaluación desarrollado en cumplimiento con la solicitud de acreditación del año 2013 concluyó en la necesidad de implementar modificaciones para mejorar los índices de rendimiento académico y adecuar el perfil del egresado a las nuevas exigencias del mercado laboral. Por tal motivo se promovieron diversas estrategias, entre ellas, el cambio más significativo es la aprobación e implementación en el año 2014 del nuevo Plan de Estudios. El mismo establece la figura de un Coordinador de Carrera y una Comisión para el Seguimiento Continuo del Plan de Estudios (CASCPE) y plantea cambios en algunos aspectos como la modificación de ciclos por áreas, la adecuación con otras carreras de Ingeniería Biomédica o Bioingeniería para facilitar la movilidad de estudiantes, integración de los ingresantes a la carrera por medio de la asignatura “Introducción a la Bioingeniería”, el cambio de denominación y de semestre de cursado de algunas asignaturas, la reestructuración de las actividades curriculares de las áreas de Ciencias Biológicas, Física, Electrónica y Bioinstrumentación, modificaciones en la carga horaria y en el régimen de correlatividades y la incorporación al plan de estudios de asignaturas como Inglés y Práctica Profesional Supervisada.

Como consecuencia del proceso de acreditación se establecieron metas a mediano plazo, entre las que se destaca la iniciativa orientada a fortalecer los mecanismos de articulación de la carrera.

En este sentido, desde 2015 comienzan a desplegarse estrategias para promover el desarrollo de una estructura curricular orientada hacia la integración de saberes conceptuales con habilidades procedimentales para resolver problemas en contexto, cuyos principales desafíos se plantean en términos de revisión de la selección de contenidos, su jerarquización y la articulación de saberes teóricos y prácticos en estrategias didácticas integradoras que promuevan la convergencia interdisciplinar.

2. Acerca de la integración curricular

La integración curricular implica el diseño de la enseñanza desde una perspectiva en la que el todo es más que la suma de espacios separados o la fragmentados. Este modelo de diseño está orientado al uso pragmático de las disciplinas, pretende lograr que los contenidos formativos se organicen en torno a los problemas de emergentes del contexto profesional y se integren de una forma única y significativa. Desde esta perspectiva se promueve la organización de un plan de estudios en el que los contenidos totales o parciales se agrupan con los de otras asignaturas, tanto desde su abordaje metodológico como desde la sincronización de contenidos o desde los acuerdos respecto

de los criterios pedagógicos para su enseñanza. En el campo laboral del bioingeniero, los problemas prácticos que se presentan demandan un abordaje transdisciplinar que el ámbito formativo debería integrar a sus procesos de enseñanza, por lo que dividir el conocimiento en asignaturas es un constructo artificial a los fines de la enseñanza.

Harden (2000) propone un modelo organizado en tres grandes niveles de integración curricular que van desde el currículum basado en asignaturas al currículum integrado. En esta escala hay un nivel intermedio que caracteriza al currículum basado en asignaturas con actividades integradas, que es donde se inscribe el nuevo plan de estudios de Bioingeniería.

Las transformaciones curriculares propuestas en el mencionado plan constituyen, desde la perspectiva de Harden una mirada intermedia entre el currículum por asignaturas y el currículum basado en problemas. Para que esto sea posible el estudiante de Bioingeniería necesita relacionar los contenidos, integrarlos, ponerlos al servicio de la resolución de problemas; necesita relacionar, comprender y ampliar su perspectiva respecto de los problemas.

En este sentido se plantean estrategias de enseñanza conjunta, en las que algunas asignaturas se ponen de acuerdo para implementar articuladamente algunos contenidos de su planificación. Las estrategias se orientan a la profundización creciente de estos acuerdos de manera que sea posible integrar una gran parte del programa y al desarrollo de actividades de integración para la elaboración de proyectos o trabajos en los que los estudiantes utilizan contenidos de distintas asignaturas para la resolución de los mismos. Estos esfuerzos se formalizan cuando esos trabajos tienen un reconocimiento en términos de evaluación y se explicitan en los respectivos planeamientos.

3. Estrategias para la integración

Contar con una visión global del plan de estudios permite la construcción de una identidad profesional de los estudiantes, delineada a partir de las competencias enunciadas en el plan de estudios y trazada desde cada asignatura a partir de la selección de contenidos y la formulación de intencionalidades. Esta mirada integral del proceso formativo supone tomar referencia del detalle de las características de las asignaturas, sus intencionalidades y del abordaje que proponen los equipos de cátedra respecto de cada una de las áreas temáticas. En este caso, la mirada integral del desarrollo y evolución de la actividad curricular está a cargo de la comisión de seguimiento del plan de estudios (CASCOPE), conjuntamente con la coordinación de la carrera.

El proceso de integración del plan de estudios se está desarrollando de manera gradual a partir de la concreción periódica de *reuniones* entre coordinadores de áreas, equipos de cátedra y comisión de seguimiento. En dichos encuentros se hacen lecturas transversales y horizontales de las decisiones pedagógico didácticas asumidas, estos espacios también son instancias en las que se comparten experiencias de trabajo, analizándolas desde una perspectiva integral, desde aquello que aportan a la construcción del perfil profesional del estudiante. Se hace necesario abordar cada actividad curricular en relación al resto, con una mirada sistémica que acompañe la toma de decisiones de los equipos de cátedra y promueva el desarrollo de acuerdos.

Desde la práctica áulica cotidiana, el encuentro espontáneo entre docentes ha promovido, en algunas ocasiones, diferentes iniciativas de articulación informal, ya sea en la selección y/o jerarquización de contenidos como en estrategias y/o criterios de evaluación. La generación de reuniones regulares de encuentro entre los equipos de cátedra ha hecho posible la socialización y formalización de estas prácticas y la revisión de las mismas como estrategia de retroalimentación para enriquecer su aporte a la formación propuesta por la unidad académica.

La posibilidad de avanzar gradualmente en una propuesta sistémica de formación supone el análisis y evaluación de las actividades de articulación entre los equipos de cátedra, dicho análisis ha demandado el diseño e implementación de diversas estrategias de seguimiento del desarrollo de la articulación. También ha sido necesaria la construcción de acuerdos en torno a la definición de instancias formales previstas para la evaluación de su desarrollo, los aspectos de las actividades conjuntas que serán evaluados y el modo en que se acredita al estudiante su participación en actividades de integración dentro de cada asignatura.

El seguimiento y análisis de la implementación de las estrategias de articulación del plan de estudio prevé el aporte y la participación de todos los actores intervinientes. Se han aplicado encuestas de opinión a docentes, estudiantes y egresados que aportan un valioso insumo para la toma de decisiones pedagógico didácticas. La vivencia personal y los aportes de los estudiantes se han podido recuperar, también, en los encuentros periódicos que mantienen con los tutores de la carrera (estudiantes avanzados de la misma) quienes acompañan desde sus propias trayectorias estudiantiles.

La Facultad de ingeniería tiene entre sus organismos el CUTE (Centro Universitario Técnico Educativo). Uno de los programas del CUTE¹ está destinado a brindar asistencia sistemática e integral en lo que atañe a aspectos de carácter técnico – pedagógico en el nivel Universitario². La Comisión de seguimiento del plan de estudios mantiene periódicamente reuniones con el equipo del CUTE a efectos de desarrollar colaborativamente estrategias que promuevan la integración del Plan de estudios. En este marco, se han implementado encuentros con el claustro docente en su totalidad que

¹ Programas del CUTE (Centro Universitario Técnico Educativo) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de San Juan:

- Programa de Perfeccionamiento del docente de las carreras de Ingeniería.
- Programa de Asistencia y Servicios a Cátedras Docentes, Centros e Institutos de la Facultad.
- Programa de Asistencia y servicios a estudiantes y graduados de las carreras de Ingeniería.
- Programa de Investigación educativa en carreras de Ingeniería.

² Tareas asignadas al Programa de Asistencia y Servicios a Cátedras Docentes, Centros e Institutos de la Facultad:

- Asesoramiento en la planificación de cátedras.
- Asesoramiento en reformulación curricular.
- Asesoramiento en situaciones áulicas generadas en el proceso enseñanza – aprendizaje.
- Servicios de asesoramiento y encuestamiento de cátedras, en temáticas inherentes al mejoramiento del proceso enseñanza – aprendizaje.
- Servicios de apoyatura en la organización, planificación y conducción de actividades académicas organizadas por Unidades de nuestra Facultad, que así lo soliciten.

han posibilitado el trabajo conjunto entre los equipos de cátedra de las diferentes áreas y ciclos de la carrera de Bioingeniería.

Tomando como punto de partida la necesidad de contar con una visión global del plan de estudios y la importancia de jerarquizar la formación profesional por encima de la formación académica, se convocó a *jornadas de trabajo* con docentes de todas las áreas de la carrera, cuyo propósito fue promover la articulación al interior de las actividades curriculares, ubicando la propia asignatura dentro del plan de estudios y en relación con el resto de las materias. Esto permitió resignificar el plan de estudios como documento de trabajo y documentar los aportes como insumo para futuras evaluaciones.

La primera jornada de trabajo tuvo como objetivo acompañar a los equipos de cátedra a posicionar su asignatura dentro del plan de estudios y permitirles adquirir una visión global del mismo que posibilite la toma de decisiones articuladas con el resto de las cátedras y en acuerdo con el perfil del estudiante propuesto.

En una primera instancia se presentó al equipo de docentes participantes el perfil del bioingeniero, los objetivos, áreas y competencias de acuerdo al plan de estudios vigente. Se detallaron los contenidos curriculares básicos, la carga horaria mínima, los criterios para la formación práctica y se debatió acerca de los estándares del contexto institucional y las actividades profesionales reservadas. Posteriormente, se pidió a los participantes que trabajaran en la jerarquización de contenidos de sus asignaturas, atendiendo a los contenidos mínimos propuestos y a la carga horaria en cada caso; luego se solicitó que identificaran aquellos contenidos que, real o potencialmente, articulan con otras asignaturas.

A modo de cierre, se planteó la necesidad de visualizar el plan de estudios como un instrumento que comunica y se trabajó la diferencia entre articulación vertical y horizontal. Finalmente se expusieron las producciones de los grupos de trabajo, cuyos aspectos más relevantes fueron la reasignación de tiempos (en función de las cargas horarias y los contenidos jerarquizados), la elaboración de estrategias de articulación y el análisis de la evolución de la matrícula por materia.

En la segunda jornada se promovieron los acuerdos intercátedra a partir del perfil profesional del graduado. Se trabajó en la resignificación del perfil profesional como construcción transversal a todas las materias, con la intención de sostener una perspectiva integradora, visualizando al bioingeniero y sus desafíos en lugar de hacer foco en la especificidad de cada asignatura, mostrando cómo los objetivos de la carrera y perfil del egresado dan sentido a planificaciones particulares. Asimismo, se remarcó la necesidad de recuperar en cada asignatura los conocimientos previos de los estudiantes y la importancia de jerarquizar contenidos en vistas a las intencionalidades del plan de estudios.

Algunos de los aportes de las jornadas fueron los acuerdos en relación a revisar los métodos de evaluación, la necesidad de promover habilidades de comunicación, expresión oral y escrita, la importancia de la enseñanza de procesos no sólo contenidos. También quedaron planteadas algunas inquietudes pendientes para futuras jornadas, tales como el abordaje de la motivación y creatividad de los estudiantes, el aprendizaje autorregulado y las competencias transversales.

3.1 Formalización institucional

La comisión académica de seguimiento continua del plan de estudios (CASCPE) realizó propuestas de mejoras a largo, mediano y corto plazo como resultado del proceso de autoevaluación desarrollado para la convocatoria para acreditación 2012 de carreras de ingeniería; una de las metas a mediano plazo propuestas fue la de fortalecer los mecanismos de articulación

Se consideró conveniente unificar criterios y organizar las múltiples iniciativas docentes que, al interior de la carrera, se plantean como actividades de articulación. Una de las acciones principales para concretar tal ordenamiento fue la creación de un reglamento de actividades de articulación, que las enmarque y considere la posibilidad de nuevas propuestas de articulación.

Dicha reglamentación prevé en primer lugar las diversas modalidades de articulación que son comprendidas como tales dentro de la carrera, las mismas comprenden articulaciones entre asignaturas del mismo semestre (articulación horizontal) y de diferentes años de la misma carrera (articulación vertical), asimismo plantea como articulación la posibilidad de integrar a las prácticas áulicas el aporte de egresados, ONGs y organismos estatales vinculados con alguna de las áreas de la carrera. También describe posibles prácticas de articulación, tales como clases teóricas, charlas informativas, prácticas de simulación o en laboratorio y/o visitas con fines didácticos a otras instituciones. El reglamento de actividades de articulación, por otro lado, hace hincapié en la necesidad de anticipar criterios y modalidades de evaluación y plantea las condiciones formales para la presentación, por parte de los equipos de cátedra, de las propuestas, asignando a la CASCPE y al Jefe de Departamento la responsabilidad del seguimiento y certificación de las mismas.

3.2. Algunas actividades implementadas

Se presenta a continuación la sistematización de algunas de las actividades de articulación implementadas durante el ciclo lectivo 2017. Estas actividades son emergentes de las jornadas de trabajo con docentes ya mencionadas.

Tabla 1. Actividades de articulación implementadas en 2017

Actividad	Descripción	Participantes	Tipo de articulación
Resolución de problemas	-Resolución de ejercicios de la asignatura Control II con procedimientos de Álgebra.	Docentes y estudiantes de: - Álgebra y geometría analítica (1° Semestre) - Control II (6° Semestre)	Vertical
Vinculación de ámbitos profesionales y formativos	-Estudiantes avanzados y graduados recientes comparten sus experiencias de práctica e inserción laboral con ingresantes. -Visita a hospitales y centros de salud	Docentes y estudiantes de: - Introducción a la Bioingeniería (1° semestre) - Instalaciones Hospitalarias (10° semestre) Egresados	Vertical
Enseñanza colaborativa	-Docentes de ciclo profesional y del ciclo general enseñan recíprocamente contenidos específicos (semiconductores) en	Docentes y estudiantes de: - Electrónica Analógica (5° y 6° semestres) - Química I (2° semestre)	Vertical

Desafíos de la integración curricular en la formación de bioingenieros

	las asignaturas complementarias		
Diseño y resolución de problemas	-Uso de contenidos procedimentales de Cálculo II y Física II. (p. ej. ecuaciones diferenciales de 2° Orden) en el diseño y resolución de problemas de electrotecnia y control. -Procesamiento de imágenes utilizando el contenido de integrales dobles abordado en Cálculo II	Docentes y estudiantes de: - Cálculo II (3° Semestre) - Física II (3° Semestre) - Electrotecnia (4° Semestre) - Control I (5° Semestre)	Horizontal Vertical
Prácticas de laboratorio	-Registro y sistematización de señales biológicas musculares con osciloscopio. Programación de cálculos sencillos con las señales. -Desarrollo de plaqueta para registro de señales biológicas musculares	Docentes y estudiantes de: - Biología (4° semestre) - Informática II (4° semestre) - Electrotecnia (4° semestre) - Instrumentación Biomédica (8° y 9° semestre)	Horizontal Vertical
Vinculación de ámbitos profesionales y formativos	-Visita a un Centro Radiológico -Descripción y análisis de un equipo de rayos X en funcionamiento	Docentes y estudiantes de: - Física III (4° Semestre) - Imágenes en Medicina (9° Semestre)	Vertical
Práctica de simulación	Simulación de Diseño de Controladores Analógicos PID	Docentes y estudiantes de: - Electrónica Analógica II (6° Semestre) - Control II (6° Semestre)	Horizontal
Resolución de problemas	Práctica de garra. Diseño y desarrollo	Docentes y estudiantes de: - Control I (5° semestre) - Ingeniería de rehabilitación (7° Semestre)	Vertical
Vinculación con ámbitos de desarrollo científico-tecnológico	-Visita a la Escuela de medicina Nuclear (Mendoza) -Descripción y análisis de equipamiento nuclear y su funcionamiento	Docentes y estudiantes de: - Imágenes en Medicina (9° Semestre) - Medicina Nuclear (9° Semestre)	Horizontal

Fuente: Elaboración propia

La sistematización que se presenta no es exhaustiva. Aún existen iniciativas que no han sido formalizadas y otras que habiéndose desarrollado en años anteriores se han extinguido. Es necesario trabajar en el fortalecimiento de estas experiencias por la vía de la socialización, la reflexión en torno a las habilidades formativas que promueven y la apertura a la integración de otras asignaturas en las actividades ya existentes u otras que pudieran proponerse. Las experiencias desarrolladas hasta el momento muestran que las actividades de articulación se encuentran en la base de las acciones para

promover la integración curricular y dan cuenta de la complejidad del conocimiento que un ingeniero necesita disponer en el ejercicio profesional.

4. Aportes de la integración al mejoramiento de la formación

Esta experiencia de integración curricular, aún en proceso, arroja algunos indicadores que resulta relevante destacar.

1. Implementación sistemática de ámbitos de reflexión curricular: Las estrategias propuestas (reuniones y talleres) instalan un debate sistemático y sostenido que permite dar continuidad a las acciones desarrolladas. Los ámbitos de reflexión promueven mejores vínculos y comunicación entre los integrantes del cuerpo académico y posibilitan discutir nuevas perspectivas en torno a la enseñanza
2. Formalización y concreción de estrategias de articulación específicas: En los últimos tres años ha sido posible advertir el incremento significativo de estrategias de articulación tanto horizontales como verticales que han potenciado los recursos y las experiencias. En efecto, se advierte un mayor desarrollo de actividades de integración curricular que progresivamente involucran un número creciente de asignaturas que confluyen en una única propuesta.
3. De cara a la formación, los propios estudiantes reconocen estos ámbitos y los valoran en el sentido de encontrar un nuevo significado a los contenidos abordados desde las disciplinas. Las estrategias desplegadas han posibilitado el acercamiento entre los estudiantes que recién se inician en la formación con los estudiantes de años superiores, lo que además ha fortalecido a las asociaciones estudiantiles relacionadas con la ingeniería.
4. La elaboración y puesta en vigencia del reglamento de articulación ha otorgado el marco normativo para las acciones que venían desarrollándose incipientemente. Esta formalización a su vez ha posibilitado la objetivación de las prácticas de integración y la reflexión sobre ellas en un trabajo colaborativo que ha permitido retroalimentarlas, potenciarlas y mejorarlas.

5. Perspectivas

Los procesos curriculares desplegados en los últimos años, que han promovido la integración curricular en la carrera de Bioingeniería, ponen en evidencia la importancia de fortalecer las estrategias ya no como una iniciativa desde la gestión de la carrera o el departamento, sino también como parte de las políticas relativas a la enseñanza de la Ingeniería.

En efecto, los recientes documentos emergentes del CONFEDI cada vez con más fuerza vienen insistiendo en la necesidad de abordar la formación por competencias y el aprendizaje centrado en el estudiante como marcos referenciales para la revisión de estándares de acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina. Las estrategias implementadas son consistentes con estas iniciativas y desafían a la gestión de la carrera a su fortalecimiento y promoción.

6. Referencias

- [1] ESCANERO MARCÉN, JF (2007). Integración curricular. Educación Médica. v.10 n.4. p.23-30. ISSN 1575-1813.

- [2] HARDEN, RM. (2000) The integration ladder: a tool for currículum planning and evaluation. *Med Educ* 2000; n.34, p. 551-557.
- [3] ORTIZ-HERNÁNDEZ, E. (2018). Retos y perspectivas del currículum integrado. *Cuaderno de Investigación en la Educación*, [S.l.], p. 35-56. 2018. ISSN 2472-7520. Disponible en: <<http://journals.upr.edu/index.php/cuadernos/article/view/13234/10912>>. Fecha de acceso: 10 may. 2018
- [4] ROJAS SEREY, ANA MARÍA; HAWES BARRIOS, GUSTAVO. (2012) Articulación e integración en el currículum de formación profesional. *REDU. Revista de Docencia Universitaria Universidad Politécnica de Valencia*. v.10, p. 55 - 81 ISSN:1887-4592. <https://doi.org/10.4995/redu>. Recuperado el 6 de mayo de 2018
- [5] VÁSQUEZ SÁNCHEZ, RAYSA; URÍAS ARBOLÁEZ, GRACIELA. (1993) Una nueva episteme de la pedagogía universitaria: la integración curricular de los procesos académicos universitarios. DOSSIÉ TEMÁTICO Currículo e Práctica Pedagógica. *Revista Praxis educacional*. ISSN 1993-6850 8. Recuperado el 5 de mayo de 2018.
- [6] ZABALZA BERAZA, MIGUEL A. (2012) Articulación y rediseño curricular: el eterno desafío institucional. *REDU. Revista de Docencia Universitaria. Universidad Politécnica de Valencia*. v.10, p. 17 - 48 ISSN:1887-4592. Disponible en <https://doi.org/10.4995/redu>. Recuperado el 8 de mayo de 2018