

## EDITORIAL

Desde mediados del siglo XX se ha ido conformando un espacio académico de reflexión sobre la tecnología cuya producción ha comenzado a desentrañar algunas de las características propias de este campo de la actividad humana. Entre ellas, destacan la aseveración epistemológica acerca de que la tecnología no consiste sólo en la ingeniosa aplicación de la ciencia, y la valoración ética que asume el hecho de que sus productos no son entidades neutrales a las que se les puede dar un buen o mal uso, sino que sesgan las posibilidades sociales desde la etapa temprana del diseño. Estas elucidaciones tienen un efecto directo sobre la ingeniería, su enseñanza y ejercicio.

Es así que cada vez más voces comienzan a alertar sobre la necesidad de marchar hacia una contextualización educativa que facilite a los futuros ingenieros e ingenieras la reflexión sobre su capacidad profesional, entendida ésta no sólo como un saber científico-técnico-instrumental específico, sino en todo su potencial de interactuar con la cultura tanto a través de la construcción de sobrenaturalezas materiales, como de formación de idearios sociales.

Del mismo modo que las herramientas necesarias para contestar las preguntas técnicas se encuentran atravesadas por metodologías y conocimientos provenientes de las ciencias fácticas, la inclusión de cuestiones contextuales requerirá cada vez más de la apertura de la ingeniería hacia saberes provenientes de las ciencias humanas. Poco a poco, por intermedio de una interrogación sistemática, horizontal e integradora, se deberá ir sembrando en la formación y en la práctica ingenieril la reflexión sobre el hecho de que lo que aparentan ser meras elecciones instrumentales son en realidad elecciones acerca de la forma de vida social y política que construye una sociedad.

En este número de Consonancias, conscientes de que en todo proceso cultural los cambios van tomando cuerpo en el devenir, se desean compartir tres experiencias que, desde la Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingeniería, se enmarcan en la concepción señalada. La primera de ellas surge de la actividad que viene desarrollando, desde hace ya más de una década, el Grupo Ambiental Patagónico en un tema tan sensible como el del desarrollo social y ambientalmente sustentable. La segunda, en cambio, se trata de una creación reciente, el Laboratorio de Biomecánica e Ingeniería para la Salud, que aún en un mismo espacio académico a médicos e ingenieros que trabajan, desde lo concreto, en un tema de amplias implicancias como lo es el de las intervenciones tecnológicas sobre el cuerpo humano. Por último, el Decano de la facultad, presenta los fundamentos, alcances y contenidos de una materia que se dicta dentro del Ciclo Básico de ingeniería y que está pensada desde la necesidad de brindar desde el inicio una formación contextualizada: Ingeniería, Economía y Sociedad.

G.G.

## **EXPERIENCIA PRÁCTICA DE INTEGRACIÓN DEL SABER ENTRE CIENCIAS FÁCTICAS Y SOCIALES: EL GRUPO AMBIENTAL PATAGÓNICO**

Héctor J. Fasoli<sup>1</sup>, Álex Vallega<sup>2</sup>, Ma. Florencia De Lorenzo<sup>2</sup>, Ma. José Lavorante<sup>1</sup>

Desde hace más de diez años el Programa de Investigación Geográfico Político Patagónico (PIGPP, Instituto de Ciencias Políticas y Relaciones Internacionales) y el Laboratorio de Química y Ciencia Ambiental (LQCA, Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingeniería) trabajan conjuntamente en temas ambientales de localidades patagónicas conformando el Grupo Ambiental Patagónico (GAP). La naturaleza propia de la problemática ambiental requiere del trabajo conjunto de profesionales y estudiantes de disciplinas fácticas y antropológicas (mal llamadas “duras” y “blandas”, respectivamente). Para abordar el análisis de las situaciones planteadas son necesarias cualidades especiales de los individuos que conforman los equipos de trabajo: por lo pronto la adecuada ductilidad para comunicarse desde el lenguaje propio de la disciplina del otro.

Los muy buenos resultados obtenidos se ponen de manifiesto a través de la realización de diversos tipos de actividades: viaje de estudios de alumnos de Ingeniería y profesores durante diez días a un lugar seleccionado por el PIGPP, realización de trabajos de campo, identificación de la problemática principal y urgente, asignación de temas de tesis de grado a los alumnos interesados, elevación de un informe final a las autoridades municipales o a las fuerzas vivas del lugar y presentación del trabajo de tesis, comunicación en congresos o revistas científicas de los trabajos que ameriten originalidad, participación de integrantes del GAP en el dictado de cursos y conferencias organizados por el PIGPP en las localidades patagónicas.

Los temas tratados incluyen planes de manejo de áreas protegidas, gestión integral de residuos para pequeños municipios, estudios de peligrosidad hidrogeomorfológica, estudios de contaminación y calidad de agua, etc.

Se han involucrado más de 100 localidades, y de los viajes participaron unos 500 alumnos, de los cuales más de 200 actuaron hasta el presente en calidad de pasantes en municipios, empresas e institutos de investigación de la región.

Consideramos al trabajo realizado desde hace más de una década en el ámbito de la Universidad Católica Argentina como un ejemplo exitoso de integración del saber (multidisciplinariedad e interdisciplinariedad) para la solución de problemas concretos de las sociedades patagónicas.

---

<sup>1</sup> Laboratorio de Química y Ciencia Ambiental, Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingeniería, Universidad Católica Argentina.

<sup>2</sup> Programa de Investigación Geográfico Político Patagónico, Facultad de Ciencias Sociales, Políticas y de la Comunicación, Universidad Católica Argentina.

## **Introducción**

La investigación y la extensión completan a la actividad de enseñanza, formando todas partes de la misión de la Universidad<sup>3</sup>. Sin embargo, por lo general, las tareas desarrolladas raramente están integradas de manera de formar parte del proceso de enseñanza-aprendizaje, aún cuando no es infrecuente que los alumnos participen tanto en trabajos de extensión y de investigación, las que contribuyen a su formación extra-aula. Dicho de otra manera, la docencia, la investigación y la extensión suelen desarrollarse en forma independiente, constituyendo compartimentos separados, donde aún el mismo docente-investigador reparte su tiempo y esfuerzo en actividades con objetivos diferentes y aún, muchas veces, trabajando en temas distintos.

En trabajos anteriores presentamos nuestra experiencia exitosa en la integración de la docencia, la investigación y las actividades de extensión en el ámbito de la Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingeniería, a través de las actividades conjuntas del PIGPP y el LQCA<sup>4 5</sup>. Los resultados de esta integración, volcados en informes a la comunidad, tesis de grado, presentaciones a congresos y publicaciones, muestran claramente que es posible, además, optimizar la gestión de recursos de manera de aprovechar al máximo el tiempo y el dinero disponibles para la investigación y la extensión.

A nuestro juicio esos logros son a su vez la consecuencia del trabajo multi e interdisciplinario realizado por profesores y alumnos del Instituto de Ciencias políticas y Relaciones Internacionales y de la Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingeniería. Describimos a continuación los aspectos principales que conforman esta experiencia práctica de integración del saber en el ámbito de la Universidad Católica Argentina, como así también presentamos los resultados relevantes obtenidos por el Grupo Ambiental Patagónico.

## **El PIGPP y el GAP**

El Programa de Investigación Geográfico Político Patagónico de la UCA, conocido como PIGPP o, abreviadamente, Programa Patagónico, trabaja desde hace más de una década y media en tareas de interés local y regional de las provincias de patagónicas. Sus principales actividades se concentran en el estudio y la colaboración en temas sociales y políticos como así también en temas de desarrollo, economía y cultura. Las tareas se realizan habitualmente con la participación de estudiantes del Instituto de Ciencias Políticas y Relaciones Internacionales, quienes colaboran en la ejecución de encuestas, trabajos de investigación, elaboración de informes, organización de jornadas y cursos, etc. En los últimos años la principal actividad se concentró en temas de desarrollo local,

---

<sup>3</sup> H.J. Fasoli, "2001: Odisea Universitaria", Rev. Fac. Cs. Ex., Quím. y Nat. (Univ. de Morón), 1997, 2, 75.

<sup>4</sup> H.J. Fasoli, A. Vallega, C. Llavallol, Ma. F. De Lorenzo, Ma. Marta Orfali Fabre, "Docencia, Investigación y Extensión en la Universidad como Actividades Integradas", Actas de las II Jornadas de la Red de Vinculación Tecnológica, 37, 2009.

<sup>5</sup> M.F. De Lorenzo, M.M. Orfali Fabre, A.Vallega, H. Fasoli, "Fortalecimiento municipal en temas ambientales", V Congreso Iberoamericano de Ambiente y Calidad de Vida, Universidad Nacional de Catamarca, 27/9 al 1/10, 2010.

fortalecimiento municipal y formación de líderes. Muchas de estos trabajos pueden consultarse en la página *web* del Programa Patagónico.

A partir de 2000 surgió en el PIGPP el interés por la problemática ambiental de la Patagonia, tema necesariamente vinculado con el desarrollo económico de la región. Se incorporó así al Programa Patagónico uno de los autores de este trabajo (HJF), director de varios proyectos ambientales en la Patagonia.

Durante la campaña de trabajo sobre estudios de contaminación con mercurio en explotaciones auríferas en el norte del Neuquén (enero 2001)<sup>6</sup> se unieron alumnos de la carrera de Ingeniería Ambiental con el propósito de colaborar en un estudio de conservación del patrimonio arqueológico en la Cuevas de las Manos (provincia de Santa Cruz) y reconocer problemas ambientales en la localidad de Trevelin y alrededores (provincia del Chubut).

Como consecuencia de este viaje que cubrió todo el oeste patagónico desde el norte de la provincia del Neuquén hasta el norte de la de Santa Cruz se estableció el Grupo Ambiental Patagónico, equipo *ad-hoc* coordinado por el Director del Laboratorio de Química y Ciencia Ambiental de la FCFI y en el que participan estudiantes y profesores. Se concreta a partir de allí la organización de un viaje de estudios anual con estudiantes de Ingeniería, coordinado por el GAP y organizado por el PIGPP.

### **Las Jornadas Patagónicas**

Las Jornadas Ambientales Patagónicas (JAP) es un viaje de estudios anual en el que participan alumnos de las carreras de Ingeniería (inicialmente Ambiental, actualmente también de Industrial y Civil), que se realiza anualmente durante 10 días a comienzos de mayo. Los lugares de trabajo se seleccionan de manera de cubrir cada vez una o varias regiones específicas de la Patagonia y los temas se eligen a partir de sondeos previos del PIGPP, que detecta temas ambientales de interés a partir de encuestas con pobladores y entrevistas con autoridades municipales e integrantes de las fuerzas vivas. El grupo que viaja en cada JAP está integrado en promedio por 45 alumnos, 3 profesores de Ingeniería y 4 ó 5 coordinadores del PIGPP (área sociopolítica). Los estudiantes son principalmente de cuarto año de la carrera y, de acuerdo a la disponibilidad de plazas, pueden asistir alumnos de quinto, tercero y, eventualmente, también de segundo año.

La “base de operaciones” suele establecerse en la localidad alrededor de la cual se realizarán los trabajos de campo; el alojamiento suele realizarse en regimientos del Ejército Argentino, hosterías municipales o cabañas turísticas.

Los alumnos viajan con conocimiento de los temas a tratar y los trabajos a realizar. La organización específica de cada actividad de campo se explica desde antes de la fecha de salida y durante el viaje se va comunicando información específica. El grupo parte de

---

<sup>6</sup> H.J. Fasoli y M.T. Gamba, “Mercury Pollution in Gold Mining at El Mayal, Neuquen, Argentina”, 31st International Geological Congress, Río de Janeiro, Brasil, 2000.

Buenos Aires un día viernes y regresa el domingo subsiguiente; durante el viaje se visitan plantas industriales y sitios de interés ambiental y se asiste a conferencias en institutos de investigación de la región y en municipios. Se realizan también trabajos de campo; para esto los estudiantes se organizan en grupos dirigidos por un docente, un coordinador del PIGPP o un estudiante “*senior*” (es decir, que haya participado en jornadas ambientales y trabajos similares anteriores).

Al final de cada día de actividad (que suele comenzar a las 8.00 de la mañana y finalizar entre las 18.00 y las 19.00) se realiza la discusión de lo realizado (“puesta en común”) y de la discusión se sacan las primeras conclusiones que conformarán el informe del trabajo.

La problemática tratada es sumamente variable pero destacan como comunes la gestión de residuos sólidos urbanos, la contaminación de recursos hídricos y la actividad minera. La Tabla 1 resume las zonas de trabajo y los principales temas tratados en las Jornadas desde 2001 hasta 2010, año a partir del cual comienzan a integrarse estudiantes y profesores de otras especialidades y pasan a denominarse Jornadas Patagónicas de Ingeniería.

Durante el viaje de regreso se informa a los alumnos sobre las tareas que se realizarán en Buenos Aires y se los organiza en grupos para llevarlas a cabo. Una reunión general en la Universidad permite detectar interesados para colaborar con los trabajos de laboratorio y gabinete y con la elaboración de los informes parciales y finales.

Los trabajos se realizan aprovechando las instalaciones y equipamiento del Laboratorio de Química y Ciencia Ambiental y el soporte informático de la Universidad; la elaboración y elevación de informes son coordinados por el PIGPP.

La financiación de las Jornadas Ambientales Patagónicas se consigue en parte con fondos aportados por el Instituto de Ciencias Políticas y Relaciones Internacionales y la Facultad de Ciencias Fisicomatemática e Ingeniería. Los alumnos hacen un aporte económico para gastos de comida y transporte que siempre es considerablemente inferior al costo de viajes turísticos de duración similar.

**Tabla 1.** Jornadas Ambientales Patagónicas realizadas entre 2001 y 2010, lugares de trabajo y temas de interés.

<b>Jornada</b>	<b>Fecha</b>	<b>Localidad, provincia</b>	<b>Temas principales</b>
I	Mayo-01	Trevelin (Chubut)	Rio Percey, parque de las cascadas de Nant y Fall, lago Rosario, basural
II	Mayo-02	Parque Nacional Laguna Blanca, Villa Pehuenia, (Neuquén)	Calidad de agua de Laguna Blanca, tratamiento de efluentes líquidos de V. Pehuenia, basural de V. Pehuenia
III	Mayo-03	Los Antiguos, Pto. Moreno (Santa Cruz)	Explotaciones auríferas en Cueva de las Manos, calidad de agua de Lago Buenos Aires.
IV	Mayo-04	Villa la Angostura, El bolsón y alrededores	Asentamientos marginales, impacto ambiental del turismo, problemática

		(Neuquén, Río Negro y Chubut)	ambiental de la comarca, basurales.
V	Mayo-05	Pico Truncado, Puerto Deseado (Santa Cruz)	Energía eólica y tecnologías del hidrógeno, residuos de la industria pesquera, calidad de agua de la ría de Pto. Deseado, Cabo Blanco.
VI	Mayo-06	Junín de los Andes (Neuquén)	Parque industrial, basural, proyecto de aerogeneradores UCA en la EPEP N° 4.
VII	Mayo-07	Los Antiguos, Santa Cruz	Cueva de las Manos, Minera Santa Cruz, calidad de agua de Lago Buenos Aires.
VIII	Mayo-10	Neuquén y Chubut	Neuquén, Trevelin, Puerto Madryn

### Investigación y desarrollo en temas ambientales

Los informes que resultan de las Jornadas Ambientales Patagónicas se elevan a los interesados tan pronto se completan y son el punto de partida para la ejecución de trabajos más elaborados que pueden constituir pre-proyectos o proyectos de desarrollo sobre los temas iniciados.

Durante los trabajos de laboratorio y gabinete surge una selección natural de alumnos interesados en los temas tratados. Así, a algunos de ellos se les tramitarán pasantías en institutos de investigación o en dependencias municipales y, a veces, en empresas privadas vinculadas con la producción regional. Muchos estudiantes eligen algún tema de los tratados en las JAP para realizar su trabajo final, lo que generalmente implica nuevos viajes de campo que generalmente se realizan en enero y febrero de cada año.

**Tabla 2.** Temas tratados por el PIGPP en conjunto con el GAP y documentos producidos. (I: informe, C: presentación a congreso o jornada científica, P: publicación con arbitraje.)

Tema	Modalidad
El desarrollo de las microrregiones	I
El arraigo: valor orientador de una política poblacional para la Patagonia	I, C, P
Mapa de vegetación de la Isla de los Estados	I
Modificación de la biodiversidad en los ambientes del Parque Municipal Puerto Bonito.	I, C, P
Propuesta de Plan de Manejo, Puerto Bonito, Epuyén (Provincia de Chubut)	I,
Los residuos en la Región Patagónica.	I
Análisis de aguas en Puerto Deseado.	I
Proyecto Basur - Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y Desarrollo Sustentable en Municipios Pequeño.	I
Villa Pehuénia - Proyecto de relleno sanitario	I

Principios generales para una política ambiental en la región.	I
Impacto Ambiental en el Lago Rosario. Trevelin, Prov. del Chubut	I, C
PEM fuel cells as an enabling technology for a sustainable energy framework: an application to Argentina	T, P
Estudio de métodos de almacenamiento de hidrógeno como parte del proceso global de utilización del regulador energético.	T
Economía del Hidrógeno: estudio general de las etapas involucradas, con énfasis en la generación por electrólisis	T, C, P
Contaminación de Arsénico en Quemú-Quemú, Prov. de La Pampa	T, C
Aproximación al Estudio de la Calidad de Aguas de Laguna Blanca, Prov. del Neuquén	T
Estudio del Impacto Ambiental sobre el Río Percy. Trevelin, Prov. del Chubut	T, P
Desarrollo de aerogeneradores para pobladores aislados	T, C, P
Estudio de Impacto Ambiental para un proyecto turístico en la Reserva Natural Cabo Blanco.	En desarrollo

Estos viajes son financiados por el Programa Patagónico con la colaboración de los municipios y entidades beneficiadas, los que proveen alojamiento y comida para los estudiantes.

Los trabajos que además de haber prestado un servicio de extensión inmediata y que resultan en tesinas para la obtención del título de grado se evalúan para su presentación a congresos nacionales o internacionales. La misma actitud se sigue con trabajos que no hayan sido desarrollados como tesis (esto generalmente debido a que se llevan a cabo en forma grupal o a que los estudiantes ya se encuentran avanzando con otro tema para su defensa del trabajo final). La aceptación de estas presentaciones es estímulo para que se evalúe la posibilidad de enviarlas para publicación a revistas nacionales e internacionales.

Una característica importante de esta forma de trabajo es que algunos problemas concretos detectados a partir de las JAP han dado origen a investigación de base tendiente a la búsqueda de las soluciones novedosas, tal como ocurrió con temas como los de biodegradación mediante hongos ligninolíticos<sup>7</sup> y el desarrollo de métodos de eliminación de arsénico y de nitrato en aguas de consumo<sup>8 9</sup>.

<sup>7</sup> F. Yonni, H. J. Fasoli, H. Alvarez, "Biorremediación de efluentes industriales altamente contaminados", Jornadas de Desarrollo e Investigación, Instituto Nacional de Tecnología Industrial, INTI, octubre de 2000; póster cit-049.

<sup>8</sup> H.J. Fasoli, M.J. Lavorante, C.I. Chantrill, "Eliminación electroquímica de arsénico para el tratamiento de agua de consumo", Proceedings of the World Congress & Exhibition ENGINEERING 2010-ARGENTINA, Capítulo ICT, 078, 1-9, 2010.

<sup>9</sup> L. Madariaga, M. J. Lavorante, H. Fasoli, "Eliminación de nitrato en agua de consumo", V Congreso Iberoamericano de Ambiente y Calidad de Vida, Universidad Nacional de Catamarca, 27/9 al 1/10, 2010.

La Tabla 2 muestra algunos temas tratados, indicándose si dieron lugar a informes, tesinas o publicaciones (en revistas o actas de congresos, en todos los casos con arbitraje). En la sección siguiente se describen los aspectos fundamentales de dos proyectos a largo plazo llevados adelante desde el PIGPP y el GAP.

### **Proyectos HACHE y Volver a la Tierra**

La Argentina, país extenso y despoblado, ha sufrido además las consecuencias de una alarmante migración del campo a la ciudad, especialmente en la Patagonia. Desde la Universidad Católica, el PIGPP trabaja desde hace varios años en el proyecto “Volver a la Tierra”<sup>10</sup> cuyo propósito fundamental es restablecer el equilibrio necesario para detener la emigración y proporcionar las condiciones de vida adecuadas para que regresen los jóvenes que se fueron y “tentar” a quienes estén en “búsqueda de las fuentes” a través de una forma de vida rural basada en la producción familiar y el trabajo cooperativo.

Para lograr estos objetivos debe proporcionarse al nuevo colono condiciones mínimas de habitabilidad, las que aún hoy, pasan fundamentalmente por un suministro adecuado de energía para hacer llevadero el trabajo rural y la vida doméstica.

El programa de Desarrollo, Investigación y Divulgación de Tecnologías del Hidrógeno (Proyecto HACHE)<sup>11</sup> de la Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingeniería de la Universidad Católica Argentina (UCA) se encuentra desarrollando un sistema autosustentable de energía basado en el hidrógeno, aprovechando formas de energía primaria disponibles *in-situ* (principalmente eólica pero también micro hidráulica), las que se emplearán para la producción de hidrógeno mediante electrolizadores en desarrollo en nuestros talleres. El almacenamiento y empleo de la energía también ha sido estudiado por nosotros y, en este último aspecto, se emplearán pilas de combustible de desarrollo nacional<sup>12</sup>. Como se explica más adelante, la primera etapa del proyecto HACHE se encuentra prácticamente concluida.

Cada etapa de aprovechamiento del vector hidrógeno dará lugar al establecimiento de pequeños polos tecnológicos distribuidos en la Patagonia, que complementarán a los asentamientos rurales, generando una microeconomía local capaz de independizarse de los avatares de la macroeconomía, gobernada por mercados absolutamente ajenos y alejados de la realidad de la gente común de la Patagonia.

La idea de partida del proyecto es proporcionar energía a partir de fuentes limpias a amplios sectores de la región, especialmente puestos de estancias distribuidas en todas las

---

<sup>10</sup> A. Vallega, M.M. Orfali Fabre, M.F. De Lorenzo, M.J.Lavorante, H.J. Fasoli, “Proyecto HACHE. I: Energía para volver a la tierra, Actas de HYFUSEN, 2007, Trabajo 16.7.

<sup>11</sup> D. Padilla, L.C.Barragán, I. Sagardoy, M.P. Cristófalo, V. Mouras, J. Somoza, A. Domínguez, H.J.Fasoli, “Proyecto HACHE. II: Aerogeneradores de baja potencia para pobladores aislados de la Patagonia”, Actas de HYFUSEN, 2007, Trabajo 7.8.

<sup>12</sup> H.J. Fasoli y J.I. Franco, “Pilas de combustión PEM hidrógeno-aire: plan para el desarrollo energético individual”, en Hidrógeno y la Energía del Futuro (R. Dubois, P. Perazzo y W. Triaca, editores), Ac Nac Cs Ex Fis Nat y Ac Nac Ing, Serie de Publicaciones Nro. 1, 2004, 97.

provincias del sur argentino. Como se explica en otro trabajo, esto permitirá resolver cuestiones estratégicas que resultan clave para el desarrollo local<sup>13</sup>.

Básicamente, el proyecto HACHE consiste en establecer una plataforma de conocimientos y desarrollar un sistema viento-hidrógeno de costo bajo, operabilidad fácil y mantenimiento sencillo por parte de los mismos pobladores, generalmente muy alejados de los centros urbanos.

La diagramación del proyecto en etapas independientes permitió avanzar en el desarrollo de aerogeneradores de 1 kW, preparados para funcionar en las condiciones de la Patagonia. Los prototipos, denominados Patagón I y Patagón II, respectivamente, fueron diseñados y construidos íntegramente por estudiantes de las carreras de Ingeniería Ambiental, Industrial y Electrónica de la UCA y han sido probados en la Escuela Provincial de Enseñanza Técnica Nro. 4 de Junín de los Andes y en el Instituto Balseiro. A partir de los resultados de los estudios de funcionamiento se están introduciendo las modificaciones necesarias para conseguir los objetivos señalados más arriba en cuanto a su operación y mantenimiento.

Los generadores eólicos Patagón I y II suministran actualmente energía a la sala de visitantes del Bosque Petrificado Sarmiento (Chubut).

### **Cursos y conferencias**

La actividad de extensión universitaria se completa con el dictado de cursos, talleres y conferencias en la región. Particularmente interesantes de resaltar son los cursos de Fortalecimiento Municipal, jornadas de asistencia a municipios sobre temas comunitarios relacionados tanto con la gestión municipal como con la producción, las comunicaciones y la temática ambiental. Asisten funcionarios municipales, legisladores, docentes y, en general, integrantes de las fuerzas vivas. La organización es la siguiente: en forma mensual o bimensual los interesados provenientes de localidades con intereses comunes se reúnen un fin de semana en una de ellas para tratar alguno de los temas citados. La exposición está a cargo de expertos destacados que viajan, generalmente, desde Buenos Aires, con el apoyo del PIGPP. Con esta metodología, todas las localidades (generalmente cinco o seis) son anfitrionas de las otras. El resultado adicional al tratamiento de los temas del curso es el fomento de la camaradería, el conocimiento interpersonal y el reconocimiento de problemáticas comunes que pueden resolverse también en forma común y conjunta.

Los cursos de Fortalecimiento Municipal suelen dar lugar a que las localidades soliciten la organización de talleres y conferencias sobre temas específicos, como por ejemplo el que uno de los autores de este trabajo coordina sobre problemática ambiental local, contaminación por explotaciones mineras y gestión de residuos.

---

<sup>13</sup> M.F. De Lorenzo, M.M. Orfali Fabre, A.Vallega, H. Fasoli, “Fortalecimiento municipal en temas ambientales”, V Congreso Iberoamericano de Ambiente y Calidad de Vida, Universidad Nacional de Catamarca, 27/9 al 1/10, 2010.

Recientemente el PIGPP ha incorporado cursos de formación de líderes políticos y sociales, donde el GAP también participa con el dictado del Módulo de Ambiente e Introducción a los Métodos y Técnicas Creatividad.

## **Financiación**

Más arriba se explicó la fuente de financiación de los viajes de las Jornadas Patagónicas de Ingeniería. Para las pasantías ad-honorem los alumnos cuentan con alojamiento y comida cubiertos por los municipios. El gasto de pasajes también suele ser cubiertos por la localidad; caso contrario, el PIGPP o la FCFI cubren los traslados. Los cursos de Fortalecimiento son solventados en parte por auspiciantes privados. Puede decirse que un porcentaje elevado de los gastos es cubierto por un sistema de “canje” de trabajo por manutención de profesores y alumnos en las campañas y cursos. Los trabajos de laboratorio y gabinete lo realizan profesores con dedicación extensa dentro de la Universidad, con la colaboración de estudiantes avanzados. Los gastos de funcionamiento de equipos y de materiales y reactivos se incluyen dentro del presupuesto anual de docencia, investigación y servicios de la FCFI. De esta manera se logró que el aspecto económico de las tareas de extensión, investigación, desarrollo y docencia se optimizara adecuadamente.

## **La integración del saber en la práctica**

Las actividades descriptas se realizan desde un marco interdisciplinario, en el sentido de que cada disciplina actúa desde sí misma para el tratamiento de las diversas situaciones y la resolución de los problemas tratados. Sin embargo, esto se complementa con el enfoque y diálogo multidisciplinario, es decir aquellos en los que cada especialidad se comunica con las demás desde el lenguaje de la otra. Naturalmente, esta actitud requiere de personas (directivos, profesores y alumnos) con varias de las siguientes características:

Interés frente a situaciones nuevas o nuevos problemas.

Flexibilidad de ideas.

Curiosidad.

Imaginación poderosa.

Percepción aguda.

Espíritu deportivo.

Dedicación.

Habilidad para “re-armar” ideas.

Es interesante resaltar que todas estas cualidades coinciden con las que suelen atribuirse a las personas creativas<sup>14</sup>, lo que podría sugerir que el estímulo de la creatividad sirve para

---

<sup>14</sup> A. Guerrero, “Curso de Creatividad”, El Ateneo, Buenos Aires, 1989.

facilitar la comunicación entre disciplinas. En esa dirección uno de los autores de este trabajo viene trabajando desde hace varios años<sup>15</sup>.

## **Conclusiones**

Es posible integrar las actividades de docencia, investigación y extensión de manera de que se transformen en actividades complementarias y formen parte de una unidad conceptual que permita cumplir con los objetivos fundacionales de la Universidad Católica.

Asimismo es posible, integrar a profesores y alumnos de disciplinas aparentemente disímiles para tratar problemáticas que requieren perspectivas complejas en el análisis de situaciones y la solución de problemas.

Así, en forma natural se logró poner las actividades técnico-científicas al servicio de necesidades concretas de la comunidad a partir del trabajo conjunto de grupos de ciencias políticas e ingeniería.

Más de 500 estudiantes formados con esta modalidad, cerca de doscientos que se han acogido a pasantías en centros regionales, más de 10 tesinas solamente en el área ambiental y otras tantas publicaciones y presentaciones a congresos son prueba del funcionamiento del sistema.

Para su éxito es necesario invertir la pirámide de búsqueda del conocimiento habitual con el que funciona la investigación básica y, a veces, también la aplicada: primero se detecta un problema socio-político que requiera una solución técnica por parte de ingenieros o científicos; luego se resuelve el problema en forma lo más inmediata posible; sólo después se evalúa la posibilidad de que la solución o el tema en estudio ameriten una contribución al conocimiento.

La capacidad creativa de los participantes (entrenable) es clave para la integración del saber.

---

<sup>15</sup> F. Yonni, H. Fasoli, "El aula interdisciplinaria en la enseñanza universitaria de temas ambientales", V Congreso Iberoamericano de Ambiente y Calidad de Vida, Universidad Nacional de Catamarca, 27/9 al 1/10, 2010.

## EL LaBIS Y LA INTEGRACIÓN DE SABERES EN BIOINGENIERÍA

Mónica Miralles

En este artículo se realiza una breve reflexión de la integración de saberes llevada a cabo en el recientemente creado Laboratorio de Biomecánica e Ingeniería para la Salud (LaBIS), de la Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingeniería de la UCA.

El LaBIS es un espacio natural donde convergen y se integran diversos saberes. Especial protagonismo tienen las ciencias físicas (biomecánica), ingeniería electrónica, medicina (ortopedia, traumatología, medicina y fisiología del deporte), neurología (estudios del equilibrio), matemática (modelos estadísticos, análisis y procesamiento de señales), diseño industrial, sólo para citar los campos disciplinares más relevantes.

La ingeniería para la salud se puede considerar hoy una ciencia de encrucijada como en su momento lo fuera la cibernética, es decir, un espacio nuevo, producto de la convergencia de otros múltiples saberes provenientes de las ciencias de la vida y de la tecnología. Este nuevo tipo de disciplinas fue la solución al atolladero al que conducía la especialización extrema (saber mucho sobre nada) y el enciclopedismo (saber nada sobre el todo), dando oxígeno renovado al concepto de progreso desde los años sesenta. La ingeniería de la salud, por su naturaleza, conlleva necesariamente a producciones artificiales en el campo de la innovación. El proyecto innovador y sus producciones son siempre objetos abiertos que deben ser abordados en forma completa desde múltiples miradas que involucran a la ciencia, la tecnología y el arte, con su propia heurística y sus procesos de conversión y creación.

En 2010 se produce un evento revolucionario en el campo de la bioingeniería: Se logra “la unión del cerebro con la máquina” en forma eficiente<sup>16</sup>. Este logro refleja el progreso del conocimiento entendido como progreso en la capacidad de observar y experimentar. En efecto, el hombre comienza a disponer de nuevas prolongaciones exosomáticas para potenciar su acción y sentidos, iniciándose así, una historia de nuevas preguntas no sólo científicas, sino también de profundo carácter filosófico - teológico.

La respuesta a muchos de estos interrogantes, sin duda, implicará verdaderos actos de rebelión a saberes y creencias establecidas, respuestas que impactarán en la ciencia y en la vida moderna, como lo hiciera en su momento, el concepto de cuanto o de azar en el centro mismo del determinismo.

### Antecedentes del LaBIS

El LaBIS comienza a ser concebido en la Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingeniería de la UCA a fines del 2008. Son varios los acontecimientos que propiciaron su

---

<sup>16</sup> Como primera aproximación, ver el número de enero de 2010 de la National Geographic: *Humanos Biónicos: la ciencia ficción hecha realidad*, pp. 2-21.

creación, en 2009. Sin embargo, una breve recorrida diacrónica remonta sus orígenes al 2007. Por ese entonces, de las cuatro áreas troncales de investigación de la facultad, la de Desarrollos Teóricos y Aplicados era -y es- el epicentro en la que se desarrollan la mayoría de los Trabajos Finales de la carrera de Ingeniería Electrónica. Por entonces, en esa área, había sólo dos líneas de investigación de las cuáles se desprendían los proyectos correspondientes. Una línea (aplicada), a cargo del Ing. R. Vecchio, estaba orientada a los desarrollos electrónicos con fines didácticos y de investigación; mientras que la otra estaba consagrada a la reflexión de temas de epistemología de la tecnología (línea de Racionalidad Tecnológica Alternativa), a cargo del Ing. G. Giuliano. Desde aquel entonces y en el marco de la primera línea mencionada, tuvieron lugar diferentes desarrollos electrónicos, los cuales fueron, luego, enriquecidos a la luz de marcos teóricos pertinentes, integrados con otros saberes y presentados y/o publicados en congresos o jornadas para su discusión y enriquecimiento. Estas producciones iniciales pueden ser clasificadas en tres grandes grupos en relación a la integración de saberes. El primer grupo comprende a los trabajos que integraban mayoritariamente los conocimientos provenientes de las materias de la carrera de electrónica, en particular, de las asignaturas Robótica y Laboratorio de Control. Uno de los proyectos con mayor repercusión de este grupo fue el Proyecto Webserver, trabajo realizado por los entonces alumnos A. Airolti y C. Val, el cual, dentro de la categoría Producto Innovador, mereció uno de los cinco primeros premios del Concurso Innovar 2008.

En un segundo grupo se pueden reunir otros desarrollos que requerían para su concepción y concreción la integración de otros saberes disciplinares no exclusivamente electrónicos o mecánicos, tales como un módulo Peltier para una cámara de micropropagación para la reproducción de orquídeas, un sistema de control de luz, humedad y temperatura para un invernadero orientado a la cría de caracoles, que puede servir también para la cría de distintas especies vegetales o animales, o bien, el desarrollo y mejora de un barco controlado a distancia por GPS para la realización de experimentos en el marco del diagnóstico ambiental de la contaminación en lagos. Es decir, se trata por un lado, de la integración de saberes con otras áreas del conocimiento externas a las puramente electrónicas. Conocimientos cuya articulación claramente aparece en los textos de los trabajos respectivos que reflejan la lectura exhaustiva en temas extracurriculares junto a encuestas, entrevistas, y demás pasos metodológicos necesarios para la comprensión del problema asociado al desarrollo. Paralelamente, proyectos como el barco ya mencionado, se presentaban transversales a las diferentes áreas troncales de investigación, en este caso las vinculadas con el medioambiente.

Un tercero y último grupo de trabajos corresponde a la concreción de proyectos para la aprobación de materias de la carrera o bien trabajos finales de alumnos de la carrera de Ingeniería Electrónica que, espontáneamente, comienzan a interesarse por temas de ingeniería ligados a la salud. El antecedente más destacado de este grupo es el trabajo final titulado “Silla de Ruedas Controlada por Visión”. El mismo fue realizado por los entonces alumnos E. Luengo y J Oubiña y tutelado por los ingenieros R. Vecchio y G. Hirchoren. Consistió de un control electrónico capaz de sensor la posición de los ojos y, mediante esta señal, comandar el movimiento de una silla de ruedas. Un modelo a escala mostraba el funcionamiento exitoso del equipo desarrollado.

Para finalizar, un segundo antecedente dentro de este grupo fue el trabajo final de los alumnos A. Casadei y F. del Campo, en el marco de una transferencia exitosa entre la Facultad de Ingeniería de la UCA y la empresa Medical Technologies S. R. L. Se trata del desarrollo y mejora de una parte de un equipo para realizar cirugías refractivas de córnea.

Todos estos antecedentes fueron gestando la necesidad de generar una línea de investigación con proyectos concretos en el área de las tecnologías aplicadas a la salud y de esta forma canalizar las inquietudes y vocaciones ligadas al ámbito de la bioingeniería, uno de los campos más fértiles de innovación con el advenimiento de la microelectrónica, micro sensores y dispositivos tales como los MEMS (Micro Electro Mechanical Systems).

Sumado a todos estos antecedentes ligados a la carrera de Ingeniería Electrónica, en 2008, la acreditación de un UBACyT, bajo mi dirección, ligado al estudio del equilibrio humano en la FADU - UBA, estimula la idea de desarrollar dispositivos de cuantificación del equilibrio novedosos en UCA, a partir de los cuales se pudieran definir parámetros de análisis en paciente atáxicos. Surge entonces la propuesta de armar una línea ligada a la bioingeniería en UCA.

La proyección de una línea de esta naturaleza es captada inmediatamente por el Decano de la Facultad de Ingeniería, Ing. J. A. Mohamad y encuentra rápida resonancia con la reciente creación de la Facultad de Ciencias Médicas, y el común interés del Decano de dicha facultad, Dr. C. Álvarez, por generar espacios de formación e investigación comunes a ambas facultades. A ello se suma la excelente disposición del director de la carrera Ing. D. Lista y del Ing. R. Vecchio por hacer desarrollos en esta área.

Así se concreta en 2009 el proyecto “Modelos Biomecánicos y Desarrollo de Equipamiento Tendiente a la Cuantificación del Movimiento Humano en Individuos Normales y/o Disfuncionales”, que tendrá su lugar físico en el aula 209 del edificio San Alberto Magno, actual LaBIS.

En 2009, comienzan las actividades de investigación en el LaBIS con una fuerte vinculación con los alumnos de la carrera de electrónica. Se contribuyó en aspectos metodológicos con trabajos finales ligados al área de la salud tutorados por el Ing. R. Vecchio (codirector del LaBIS). Entre los mismos se destaca el desarrollo de un Holter Digital de tres canales, de dos PPS ligadas al proyecto de equilibrio: la PPS del Ing. I. Ghersi y la del Ing. I. Capalbo<sup>17</sup>. La integración de saberes en este caso residió en la continuidad entre ambos trabajos, con la consecuente mejora en la performance del dispositivo en desarrollo, y el invaluable enriquecimiento entre pares.

---

<sup>17</sup> En el caso del Ing. Ghersi (I. Ghersi, *Practica Profesional Supervisada*, 2009) consistió en implementar una placa experimental para el desarrollo del dispositivo de equilibrio. Por su parte, la PPS del Ing. Capalbo (I. Capalbo, *Practica Profesional Supervisada*, 2009), probó la viabilidad de nuevos métodos para abordar el equilibrio humano, rediseñando una placa específica que permitiera medir aceleración en los tres ejes, almacenar la información en una tarjeta MSD para su posterior lectura y análisis. La placa se controla con una interfaz en Matlab. La ventaja de este nuevo diseño fue minimizar su tamaño para poder hacer un dispositivo portable y sencillo para instrumentar a los pacientes.

A lo largo de 2010 se logró equipar la parte electrónica básica para comenzar las actividades de desarrollo de dispositivos de equilibrio y, en febrero de 2011 llegan las primeras cámaras de alta velocidad y software para comenzar a realizar estudios específicos de biomecánica humana.

### **Integrantes del LaBIS**

El LaBIS está dirigido por quien escribe este artículo (Dra. en Ciencias Físicas) y codirigido por el Mag. Ing. Ricardo Vecchio (Ing. Electrónico).

El resto de los integrantes no son docentes de la UCA. Se trata del Dr. Roberto Paterson (ortopedia y traumatología); el Dr. Fernando Alvarez (director de la Fundación Thomson de neurología y profesor consulto de la cátedra de neurología de la Facultad de Medicina de la UBA), la Dra. Agnes Paterson (de la facultad de Ingeniería de la UBA), la Lic. Claudia Barros (Mag. en fisiología del ejercicio y docente en la Universidad Nacional de la Matanza). Se suman al grupo, el tesista doctoral Ing. Ignacio Ghersi y los alumnos rentados Hernán Rodríguez y Mariano Mondani, de la carrera de Ingeniería Electrónica.

### **Actividades de investigación en curso**

El tema de investigación del proyecto mencionado que concentra las actividades del grupo de Biomecánica e Ingeniería para la Salud es el equilibrio humano y el estudio del mismo a partir de datos adquiridos por dispositivos clásicos e innovadores desarrollados en el LaBIS. El primer dispositivo desarrollado a lo largo de 2010 (SPEKTRA – A) es un dispositivo con acelerómetros, portable, inalámbrico, el cual está actualmente en la etapa de validación. Dos plataformas estabilométricas se encuentran en desarrollo, una estática (SPEKTRA A-G) y una dinámica. (SPEKTRA P). Se realiza la toma de datos en sujetos normales y/o disfuncionales y luego se trabajan los espectros con múltiples enfoques.

### **La primera tesis doctoral**

Un comentario aparte referido a la integración de saberes, merece la Tesis Doctoral del Ing. I. Ghersi, egresado de Ingeniería Electrónica de la UCA, en 2009. La misma se encuentra radicada en la Universidad de Buenos Aires en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (FADU-UBA) en el área programática de Conocimiento Proyectual y Dimensión Tecnológica. Se trata de investigar y desarrollar una interfase que permita el control de los movimientos de una cama mecatrónica por pacientes con discapacidades motrices severas y múltiples. Este desarrollo integra al LaBIS con el grupo de investigación del CIDI-FADU-UBA (Centro de investigación en Diseño Industrial de Productos Complejos de la Universidad de Buenos Aires, radicado en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo). En este tipo de centros la integración de saberes se da espontáneamente y está implicada en la propia naturaleza del campo proyectual.

## **Actividad docente ligadas a las temáticas del LaBIS.**

Dentro de la UCA, las actividades docentes vinculadas al LaBIS se desarrollan en el grado de las carreras de Ingeniería Electrónica, Industrial y Ambiental (como docentes de materias específicas). Esto permite poder proponer trabajos finales a los alumnos que se encuentren interesados en temas de Ingeniería para la Salud ligados o vinculados a los proyectos en curso, como en los casos ya citados.

Por su parte el profesor Titular Dr E. Ashkar, desde 2009, invita a los investigadores del LaBIS a dar un breve módulo introductorio de biomecánica humana a los alumnos de medicina, en el marco de la materia Física Médica II. De este modo se concreta una interacción con medicina, iniciándose a través del Dr. Ashkar un canal de diálogo y enriquecimiento permanente.

Fuera de la UCA, y a nivel del posgrado, algunos investigadores del LaBIS son responsables, desde 2007, de los módulos Biomecánica y Biónica, en el marco de la Carrera de Especialización en Biodiseño y Productos Mecatrónicos (BIME-FADU-UBA).

## **Las Jornadas de Intercambio y la Integración de Saberes**

Las Jornadas de Intercambio organizadas por la Facultad de Ingeniería comienzan en 2008 por iniciativa del grupo de Biocombustibles. Estas jornadas, de las que ya se han realizado tres, son fieles ejemplos de la integración de saberes dentro de áreas específicas. Se lanza, en ese año, la Primera Jornada de Intercambio “Escenario Energético Argentino”. Desfilan como conferencistas especialistas en las diferentes fuentes de energía tanto no renovables como alternativas, poniendo en evidencia la necesidad de discutir y debatir sobre estos saberes y su impacto, no sólo desde el perfil tecnológico, sino desde el socioeconómico, filosófico y cultural. El cierre de la primera Jornada inaugural, previo a las mesa redonda, el gran momento en que el público se integra al evento, sirvió para disfrutar, una vez más, de las esculturas de Theo Jansen posibles gracias a la energía eólica, o del biobot de la obra “El octavo día” de Eduardo Kac, reflexión desde el arte transgénico de la integración de saberes o bien, el potencial que tienen ciertos combustibles para hacer esculturas dinámicas como las “Morpho Towers” de Shakiro Kodama.

En la segunda Jornada, el cierre homólogo estuvo dedicado a un escritor paradigmático en cuanto a la integración de saberes: Julio Verne. La clásica escena del film “20000 leguas de viaje submarino”, aquella en la que el capitán Nemo confiesa que la recientemente descubierta energía nuclear es la propulsora del Nautilus, ilustró una breve reflexión sobre el preponderante rol de los imaginarios sociales detrás de cada nueva forma de energía descubierta.

Esta exitosa modalidad de integración de saberes fue imitada por el grupo de Biomecánica e Ingeniería para la Salud, contando con dos encuentros altamente fructíferos en los que participaron investigadores destacados en diferentes campos ligados a la bioingeniería.

## **A modo de reflexión final**

Finalizo esta comunicación con el breve texto de apertura que cerró la segunda Jornadas de Energía, antes de la mesa redonda. Me refiero a la emblemática voz en off del capitán del Enterprise, en la serie Star Trek, reflexión que muchos investigadores sienten como un himno desde sus modestas naves (en particular las palabras subrayadas).

Es, sin duda, una arenga a la integración de saberes, un llamado a la más ambiciosa integración de todos los saberes: aquel de la especie humana, con el de todas las otras criaturas del universo.

“El espacio, la frontera final. Éstos son los viajes de la nave espacial Enterprise. Su continua misión: explorar extraños nuevos mundos, buscar nuevas formas de vida y nuevas civilizaciones, viajando temerariamente a donde nadie ha llegado antes”<sup>18</sup>.

Que así sea...

---

<sup>18</sup> <http://wappy.ws/el-espacio-la-frontera-final-20071107.html>

# LA TECNOLOGÍA COMO UN FACTOR DE INTEGRACIÓN EN LA MODERNA SOCIEDAD INDUSTRIAL

Jorge Alejandro Mohamad

El presente trabajo tiene como objetivo comentar una experiencia práctica de integración del saber en la Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica Argentina, a través del dictado de la asignatura “Ingeniería, Economía y Sociedad”, común para todas las carreras de grado de la unidad académica.

## Introducción

La ingeniería es una de las actividades profesionales fundamentales en la constitución y el desarrollo de las sociedades modernas. Junto con la economía, la administración y el derecho, forma parte de las profesiones con capacidad para regular el funcionamiento racional de las instituciones sociales. Al hablar de racionalidad, estamos refiriéndonos a la racionalidad moderna concebida por Max Weber, en tanto a “*aplicación de medios a fines*”. Es decir, la fijación de unos fines específicos, y la asignación de unos medios, cuyo nivel se determina mediante el cálculo, para asegurar el logro de esos fines. El cálculo matemático asegura, de esta manera, la eficiencia en la asignación de los recursos, que siempre han sido y continuarán siendo, escasos.

A lo largo de la historia, la evolución de todas las sociedades y los cambios asociados, van girando en torno a lo que podríamos denominar los vectores de cambio: el vector de las ideas políticas (desde los regímenes feudales hasta las democracias representativas), el vector de los sistemas económicos (desde las sociedades agrícolas con producción artesanal hasta la industrialización capitalista y la economía de servicios y de conocimiento), el vector del cambio social (desde las rígidas sociedades estamentales hasta la sociedad industrial de clases con movilidad social flexible), y el vector tecnológico que fue condicionando los medios de producción y las formas de vida social en cada una de las épocas históricas.

Es precisamente este último –el vector tecnológico- cuya evolución nos conduce hasta el ejercicio profesional de la ingeniería tal como la conocemos en nuestros días, el que tomamos como eje conductor, y sobre el cual analizamos su relación con los sistemas económicos y sociales.

La institución característica de la sociedad industrial es la empresa, la cual supone la existencia de un empresario, que es el propietario libre que dispone de las máquinas, herramientas, materiales y energía para fabricar su producto. Por otro lado, la existencia de la fábrica moderna supone, desde una perspectiva económica, la factibilidad de un mercado que asegure las ventas a gran escala con continuidad en el tiempo y una organización productiva orientada al mercado e independiente del autoconsumo. Esto solo es posible en una sociedad cuya estructura económica fomente la acumulación del capital (sociedad capitalista), y la que cuente con el soporte tecnológico que permita una producción masiva

a bajos costos. Desde una perspectiva del orden social, la empresa moderna surge cuando también es posible contar con una fuerza de trabajo libre y disponible, y un sistema de educación técnica que provea esa fuerza de trabajo. En este marco social, la figura del ingeniero moderno encuentra su rol característico como articulador de los sistemas productivos, a la vez que de la infraestructura de una sociedad nacional, la que se hace imprescindible para acompañar a ese sistema productivo.

Con esta visión, la Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica Argentina incorporó a los Planes de Estudio de sus carrera de grado la materia “Ingeniería, Economía y Sociedad” a partir del ciclo académico 2007. Esta asignatura se dicta en el Primer Cuatrimestre del Segundo Año de estudios y es común para todas las especialidades de ingeniería ofrecidas por esta unidad académica.

### **Objetivos a alcanzar con el dictado de Ingeniería, Economía y Sociedad**

Los docentes que coordinamos y dictamos este curso, nos hemos fijado los siguientes objetivos:

- Presentar los aspectos que caracterizan a las sociedades modernas desde la perspectiva histórica: Sociedad Industrial y Sociedad de la Información, como resultados del impacto del desarrollo de las ciencias y la tecnología.
- Entender el funcionamiento de la dinámica económica de mercado como relación entre productores y consumidores, y entre oferta y demanda.
- Tomar conocimiento de los aspectos financieros elementales en el funcionamiento de la empresa.
- Presentar a la empresa como organización característica de la economía de mercado, sus funciones y las actividades de los ingenieros dentro de ellas.
- Analizar los alcances del impacto social del ejercicio profesional de la ingeniería.
- Tomar conciencia de la vinculación entre la ingeniería y la ética.

Con el fin de identificar y materializar estos objetivos, vamos a desarrollar una estrategia de integración de los alcances de la tecnología con la sociología, la economía y la empresa, dentro de una cosmovisión cristiana del hombre y de la sociedad.

A efectos de asegurar el logro de los objetivos fijados, el curso se organizó en torno a seis unidades temáticas:

- Sociedad Industrial y Sociedad de la Información.
- Empresa: Áreas funcionales de la empresa.
- Actividades económicas de la Ingeniería: Producción y Proyectos.
- Dinámica económica de mercado: Conceptos de microeconomía.
- Conceptos de economía de la empresa.
- Impactos sociales de la actividad económica de la Ingeniería.

Estas seis unidades se agrupan, para su dictado efectivo, en tres módulos: Módulo Sociedad, que incluye Sociedad Industrial y Sociedad de la Información, e Impactos

sociales de la actividad económica de la Ingeniería; Módulo Economía, en el que se encuentran Dinámica económica de mercado: Conceptos de microeconomía y Conceptos de economía de la empresa; y el Módulo Empresa, cuyos contenidos son Empresa: Áreas funcionales de la empresa y Actividades económicas de la Ingeniería: Producción y Proyectos. Cada módulo está a cargo de un profesor, que lo dicta en las tres Comisiones que componen la cátedra.

## **La sociedad industrial**

El punto de partida es una caracterización de la denominada sociedad industrial, la cual también se conoce como moderna, democrática, racional y burocrática.

Podemos decir, haciendo referencia a Jorge Schvarzer, que la sociedad industrial constituye un sistema social y económico moderno -no es solo un conjunto de fábricas-.

Es un sistema porque la industria no crece en el vacío, requiere de instituciones, empresas, tecnología y políticas específicas. Es social porque reorganiza las relaciones humanas, crea el trabajo asalariado, da origen al obrero y al ingeniero moderno, desplaza a la población del campo a las ciudades y constituye las clases medias. Es económico porque modifica el método tradicional de producción de bienes mediante la fabricación masiva, reduce los costos y multiplica el capital fomentando la reinversión.

Finalmente, también es moderno porque cambia la forma de dar respuesta a los problemas, utiliza el saber (ciencia y tecnología) y el cálculo, deja de lado la resignación y la “fatalidad”. Gracias a los nuevos aportes de la ciencia y la tecnología, el hombre y la sociedad pueden resolver problemas como la escasez de la producción de alimentos, las epidemias, las causas de mortalidad infantil y la expectativa y calidad de vida. Trasladamos el plano de lo “sobrenatural”, y la relación del hombre con Dios hacia una espiritualidad centrada en el interior de la persona, dejando en manos de la tecnología la resolución de estos problemas de tipo social.

El curso ubica la transición de una sociedad tradicional pre-industrial con producción de tipo artesanal hacia esta nueva sociedad industrial, en el fenómeno de mecanización de la producción textil en la Inglaterra de la segunda mitad del siglo XVIII con la incorporación de la máquina de vapor y la hiladora mecánica a esta actividad productiva. La primera genera la energía que la segunda aprovechará para incrementar, de manera absolutamente notable, su productividad.

La verdadera revolución de la máquina de vapor se visualiza en que es la primera fuente de producción de energía sistemática y controlada por la voluntad del operador. Las formas de energía naturales utilizadas hasta ese momento –eólica, hidráulica, animal- producían una energía que no solo dependía de la disponibilidad de esa fuente, sino también de su variabilidad, lo cual no hacía posible su utilización en procesos como la mecanización de la producción.

Esta industrialización inicial fue encadenando una serie de nuevas necesidades que se satisfacían con otras nuevas soluciones industriales. Así trasladamos el centro de la industrialización a los Estados Unidos hacia fines del siglo XIX, donde junto con las nuevas formas de energía –eléctrica y derivadas del petróleo y gas- y la modernización de los medios de transporte y de comunicación, instala en el mundo de vida de la sociedad el paradigma del “progreso”.

El progreso era ese sentimiento por el cual la sociedad depositó su confianza en los avances de la ciencia, y su aplicación inmediata a la solución de los problemas cotidianos mediante la producción masiva de bienes basados en desarrollos tecnológicos, que a un precio accesible –debido a la masividad de su proceso productivo- llevaban confort a todos los hogares. Progreso que también se manifestaba en la oportunidad de acceder a la riqueza a través del nuevo esquema empresario capitalista, que permitía la libertad de posesión de los medios de producción, la generación de grandes excedente de capital que serían reinvertidos en otras nuevas oportunidades de negocios produciendo y distribuyendo nuevos productos técnicos –automóvil, radio, heladera familiar, etc.-, y unas condiciones de libertad de contratación de trabajo, únicas en la historia de la humanidad.

La ingeniería moderna hizo suyo este paradigma de progreso. Su gran inconveniente estaba en lo reducido del alcance del término, para el vasto campo que supone la persona humana. Su alcance se ajustaba fundamentalmente a la dimensión económica de la persona, entendiendo que todos los demás beneficios dependían de esta dimensión. Así el trabajo industrial, después de una primera etapa de alienación por considerarse una mercancía que el trabajador vendía al empresario porque era algo que estaba fuera de él mismo, pasó a ser un recurso que debía ser “racionalizado” mediante métodos científicos de estudios del trabajo y sus tiempos estándar. Después de todo se entendía que tanto empresarios como trabajadores buscaban conjuntamente un solo objetivo, obtener el máximo beneficio, unos sobre su capital y otros sobre su trabajo.

### **Impactos de la ingeniería sobre la sociedad**

En este punto del curso nos detenemos a reflexionar sobre el impacto que, sobre la sociedad, tiene la tecnología y la ingeniería como profesión.

Buscamos reorientar el sustento antropológico del trabajo, con una visión integral y humanista, que se condice con la Doctrina Social de la Iglesia. Presentamos al trabajo como esa realidad dual, con su dimensión objetiva del resultado que produce y su dimensión subjetiva de ser parte integrante de la persona del trabajador, y mediante el cual éste se desarrolla como persona, contribuye al bien común de la sociedad, y logra satisfacer sus necesidades materiales y las de su familia.

Esta visión le exige a la tecnología, y por lo tanto incumbe a la ingeniería, un nuevo desafío, que se manifiesta en la actualidad en nuevas concepciones de la economía, de la empresa y de la misma ingeniería en la aplicación de las más modernas tecnologías.

Conceptos como manufactura flexible, cooperación en el trabajo, higiene y seguridad laboral, cuidado del medio ambiente, y la responsabilidad social empresaria en su totalidad,

se incorporan al ámbito de la ingeniería para integrarse con otros saberes y dar nuevamente una respuesta a las demandas de la sociedad, que buscan superar la barrera del progreso como puramente material y económico.

El nuevo paradigma de desarrollo humano, que va más allá del progreso material, abre el diálogo para integrar el saber propio de la tecnología con su factibilidad de implementación en determinadas sociedades reales con características propias. Atender los impactos sociales y medioambientales exige comprender al hombre en su totalidad y saber que no se le puede “imponer” una única solución basada en una tecnología elegida por un ingeniero aislado de ese conocimiento social.

En este punto, el curso de Ingeniería, Economía y Sociedad integra saberes con la antropología filosófica, la ética, y la doctrina social de la iglesia, junto con la economía y la administración de empresas. Las áreas sobre las cuales consideramos que se centran los impactos de la ingeniería en la sociedad, y que por lo tanto constituyen sus áreas de responsabilidad ciudadana, son las cuatro siguientes:

- La responsabilidad social empresaria, resumida en el concepto de que la actuación de la empresa debe estar orientada por el servicio al bien común y debe contribuir al bien de la sociedad de acuerdo con su naturaleza y capacidades.
- Una administración basada en la Calidad Total que respeta los principios de satisfacción a los clientes, la participación y el compromiso de los empleados, y la mejora continua de los procesos productivos y de negocios.
- La necesidad de la implementación de políticas y programas de salud ocupacional en sus dimensiones de higiene y seguridad en los ambientes de trabajo, que promuevan y mantengan el más alto grado de bienestar físico, mental y social de los trabajadores, adaptando el trabajo al hombre.
- El cuidado y la protección del medio ambiente que contemplen la naturaleza de cada ecosistema, brindando sustentabilidad a los desarrollos tecnológicos.

Con el tratamiento de estas áreas –que serán profundizadas en diferentes asignaturas a lo largo de la carrera de grado- se dejan sentadas las bases para que los estudiantes tomen conciencia que todas las acciones profesionales típicas de la ingeniería –diseño, proyecto, cálculo, producción, mantenimiento, etc.- tienen consecuencias, efectos e impactos de distinto grado en los entornos sociales y medioambientales sobre los que actúan; y por lo tanto contemplarlos y preverlos, con un enfoque interdisciplinario e integrador, forma parte de la esencia del ejercicio profesional.

## **Conclusiones**

Los planes de estudio de las carreras de grado de ingeniería contemplan y proponen la incorporación de las denominadas materias complementarias. Si bien estas materias incluyen primariamente, conocimientos de economía, legislación y administración, también se recomienda la inclusión de áreas humanísticas y de ciencias sociales.

En la Universidad Católica Argentina la formación humanística está orientada por la concepción cristiana de su ideario y se lleva a la práctica mediante los cursos de Filosofía y Teología a lo largo de todas las carreras de grado.

Desde la Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingeniería entendemos que se hace necesario establecer una articulación entre el ciclo filosófico-teológico y la formación científica, técnica y profesional que demanda la ingeniería. Una respuesta a esa articulación la encontramos en una serie de asignaturas que acompañan la formación propia de la ingeniería y que además están a cargo de profesores que también dictan materias profesionales. En el primer año de la carrera, la materia “Introducción a la Ingeniería” presenta una perspectiva histórica de la técnica y su profesionalización, en el segundo año los estudiantes cursan “Ingeniería, Economía y Sociedad”, continuando con la materia anterior. Durante tercer año se abre una oferta de materias electivas entre las que se incluyen Filosofía de la Ciencia y de la Técnica, y el Taller Experimental de Ciencia, Arte y Tecnología, entre otras.

La experiencia de estos últimos años, desde que se llevó a cabo la actualización de los planes de estudio en 2006, ha sido muy satisfactoria. Vemos cómo los estudiantes van incorporando una visión más amplia de su campo profesional, y además nos permite a los profesores entablar un nuevo diálogo con la filosofía y con la teología, sobre todo en el ámbito de la Doctrina Social de la Iglesia, que nos habilita para incorporar esta dimensión integradora del saber en los cursos específicamente profesionales.