

## **TECNOLOGÍA Y AMBIENTE, OPORTUNIDAD DE FORMACIÓN DE COMPETENCIAS EN LAS CARRERAS DE INGENIERÍA**

**Aloma Sartor**, Universidad Tecnológica Nacional, [asartor@frbb.utn.edu.ar](mailto:asartor@frbb.utn.edu.ar)

**Mariana González**, Universidad Tecnológica Nacional, [mgonzal@frbb.utn.edu.ar](mailto:mgonzal@frbb.utn.edu.ar)

**Noelia Torres**, Universidad Tecnológica Nacional, [noli@frbb.utn.edu.ar](mailto:noli@frbb.utn.edu.ar)

**Resumen**— La formación de Ingeniería transita hacia nuevos desafíos para afrontar los problemas globales y locales, donde las competencias deberán trascender los requerimientos actuales de los sistemas económicos-productivos. En este artículo se analizan las experiencias de tres cátedras de Ingeniería en la FRBB (UTN) de distintas especialidades y niveles: Ingeniería y Sociedad, Gestión Ambiental y Seguridad, Higiene y Medio Ambiente, desde donde se propone una modalidad pedagógica que coadyuve en el proceso de construcción de dichas competencias.

Los desafíos que debe enfrentar la Ingeniería por los problemas del Desarrollo requieren reformular los modelos tradicionales de formación hacia otros que favorezcan un análisis reflexivo sobre la relación tecnología-ambiente, impulsando la construcción de competencias necesarias para trabajar en metas de sustentabilidad. En este trabajo se analizarán experiencias académicas donde el objetivo perseguido es que las cátedras se conviertan en el laboratorio de entrenamiento del hacer profesional, incorporando en ello no sólo aprendizajes y desarrollo de habilidades sino también, la reflexión sobre aspectos actitudinales (autonomía, pensamiento crítico, empatía, etc.). Se utilizan entonces, estrategias pedagógicas tanto para integrar conceptos disciplinares diversos así como, las que se proponen trabajar en aspectos relacionales y actitudinales. Se prioriza el trabajo académico sobre problemas reales, previamente contextualizados, los que permiten resignificar el marco teórico, construir diagnósticos, analizar, decidir enfoques, comparar y reflexionar sobre procesos tecnológicos, sus causas y consecuencias. En este trabajo se analizan algunas experiencias a partir de evaluar los criterios: aprendizaje colaborativo; preparación previa y contextualización del problema; uso de fuentes de información; construcción de análisis crítico; desarrollo de metodologías de trabajo; generación y calidad/pertinencia de los productos comunicables (escritos y/u orales), entre otros.

*Palabras clave*— competencias, medio ambiente, territorio.

### **1. Introducción**

La Ingeniería es una profesión cuyas acciones devienen de creación, utilización, selección de tecnologías, que implican el uso de recursos naturales (territorio, materiales, energías) y que por lo tanto, son transformadoras de la condición previa del

territorio<sup>1</sup>. Sin embargo, la formación de Ingeniería se plantea aún separada de los contextos donde se desarrolla el hacer profesional, los contenidos teóricos curriculares casi siempre están exentos de los procesos que los originan (sus contextos) y de los efectos que generan. En general, aunque por definición la Ingeniería actúa sobre la realidad (y ésta siempre tiene un carácter complejo) la formación aún se construye en entornos teóricos y reducidos a escenarios simplificados (ej. condiciones de borde dadas, dimensiones del problema que excluyen el carácter social, natural o político de las intervenciones tecnológicas, etc.). En particular, para la Ingeniería el desafío de comprender la estructura de los problemas ambientales, demanda enfoques disciplinares en escenarios complejos; por lo tanto la enseñanza de Ingeniería debe contribuir a formar estas perspectivas que no pueden abarcarse desde un campo de conocimiento específico sino que requiere incentivar otras formas de construirlos. Para esto, se propone analizar las oportunidades de implementar actividades académicas que promuevan estos cambios en el proceso actual de enseñanza – aprendizaje, con el objeto de desarrollar una formación que integre el compromiso social y el medio ambiente. La construcción del conocimiento sobre la relación ambiente-tecnología y la formación de competencias, permitirá promover una mayor sensibilización a los futuros Ingenieros, quienes ejercerán no sólo como gestores sino también como tomadores de decisión frente a los nuevos desafíos de su futuro profesional. [1]

Los desafíos actuales y futuros requieren fortalece el desarrollo de las capacidades críticas y autónomas, aspectos éstos que no pueden ser alcanzados sólo a partir de adquirir conocimientos, requiere la construcción de competencias tanto tecnológicas como sociales, cuyo desarrollo debe promover la formación del sujeto en un contexto de aprendizaje que incentive una actitud reflexiva y ética sobre el proceso de construcción de su propio conocimiento, con confianza en sus capacidades y saber profesional.

## **2. El contexto del aprendizaje**

El proceso de aprendizaje y de formación universitaria pensado como un entrenamiento para los desafíos profesionales, debe hacer foco también en aspectos emocionales, actitudinales, conductuales, relacionales, etc. donde se ponen en juego no sólo estas características de la personalidad de los alumnos sino también las del docente; las formas de relación entre pares, con los docentes, entre los docentes de la cátedra, la empatía, la ejemplaridad, el respeto y otros. El lugar que ocupa la profesión y los conocimientos para los docentes pueden ser ejemplificadores o desalentadores, transmiten un valor y están presentes en la propia construcción de los alumnos, por lo tanto desde esta perspectiva, también el espacio áulico y lo que pase en él, intervienen en la formación integral de los estudiantes. Una buena relación pedagógica, elemento de fundamental importancia para el aprendizaje, requiere de una proactiva disposición de los participantes para su construcción, en especial por parte de los docentes dado que son quienes pautan inicialmente las conductas generales para el desarrollo del vínculo a lo largo del tiempo [2]. El compromiso del docente en este proceso dialéctico facilita el desarrollo de competencias (transversales, ético-profesionales y técnico-profesionales), se analiza en este trabajo, experiencias realizadas a partir del abordaje del eje ambiental, la relación entre Ingeniería y ambiente en diferentes cátedras. Se trata de espacios académicos que favorezcan la construcción de una racionalidad ambiental, entendida como el conjunto de valores, procesos materiales y finalidades que se orientan en una

---

<sup>1</sup> Definición de territorio que incluye la base natural y también el sistema sociocultural.

nueva racionalidad productiva sustentable, planteada como un proceso que problematiza a toda una constelación de conocimientos. [3]

Los desafíos de la Ingeniería frente a los problemas del Desarrollo Sustentable, requieren que el proceso de enseñanza favorezca el desarrollo de esta racionalidad, como resultado que trasciende la construcción de conocimientos a partir del aprendizaje de contenidos curriculares. No alcanza con las capacidades construidas a partir del desarrollo curricular, se trata que estas actividades académicas participen en el desarrollo de competencias en términos de valores, conocimientos, actitudes, habilidades, etc. Esto lleva a plantear nuevamente las oportunidades de formación en el análisis de la relación entre las tecnologías y el medio ambiente, no como problema “dado”, como el costo del desarrollo, lo ineludible, etc. que llevaría a generar acciones del tipo “higienista” sino construir valor, sensibilidad, curiosidad, interés, pensamiento crítico, actitud creativa y no reproductiva, valoración positiva del trabajo con otros, apertura al trabajo interdisciplinar, respeto y valor por lo diverso (social, cultural, biológico, natural, etc.).

Las cátedras son oportunidades para desarrollar estas trayectorias de formación, individuales y grupales; las competencias en el trayecto de formación deben ser un ejercicio de aproximación y fortalecimiento de la confianza en las competencias construidas para enfrentar posteriormente la etapa laboral.

Los problemas del aprendizaje universitario, especialmente en el nivel inicial, tienen que enfrentar condiciones limitantes de formación del nivel previo, entre otras: actitudes pasivas reforzadas; limitaciones en competencias de comunicación escrita y oral; prácticas pedagógicas de la formación previa, dirigida y fragmentada. Sin embargo, también el nivel universitario debe incorporar novedades que caracterizan a estos jóvenes: capacidades tecnológicas ya naturalizadas en su vida cotidiana; acceso a información rápida; sensibilización sobre cuestiones ambientales y sociales; interés por la tecnología; modos de vida centrados en el disfrute propio; *timing* de los procesos de atención que afectan la capacidad de concentración y profundización de los conocimientos, frustración rápida ante los fracasos, etc. Todas estas son variables que se deben tener en cuenta para trabajar en el desarrollo de competencias. Este enfoque, superador al concepto de incumbencias, toma progresivamente su lugar debido a la dinámica de cambio sobre requerimientos que los nuevos profesionales necesitan para afrontar la búsqueda de soluciones del campo laboral; gradualmente se incorporan nuevas dimensiones, hasta ahora no visibles, en el campo de acción de la Ingeniería (interculturalidad, interdisciplina, trabajo en equipo, comunicación, etc). [4] Los problemas que enfrenta el hacer profesional desde la ingeniería exceden las competencias adquiridas desde el esquema de formación tradicional, lo que ha generado en el ámbito internacional en los últimos años la necesidad de indagar sobre el rol del ingeniero actual. [5]

Se alude al concepto competencia como la capacidad de articular eficazmente un conjunto estructuras mentales y valores, permitiendo poner a disposición distintos saberes, en un determinado contexto para resolver situaciones profesionales. Esto pone de manifiesto para el ingeniero la necesidad de no sólo saber, sino también saber hacer. El saber hacer es el resultado de la puesta en funciones de una compleja estructura de conocimientos, habilidades, destrezas, etc. que exceden la mera adquisición de conocimientos y que requiere ser reconocida en el proceso de aprendizaje para que la propuesta pedagógica incluya las actividades que permitan su desarrollo. [6]

En este sentido, el uso de las competencias como horizonte formativo es una tendencia internacional en el diseño de los planes de estudio de ingeniería, aunque aún no existan enfoques unificados sobre lo que éstas significan para la formación en las Ingenierías, se tomará de referencia para este trabajo las competencias aludidas en el “Propuesta de estándares de segunda generación para Acreditación de Carreras de Ingeniería en la República Argentina. Libro Rojo del CONFEDI. 2018”.

### **3. Materiales y Métodos**

Se analizan las experiencias didácticas abordadas en tres cátedras de Ingeniería en la Facultad Regional Bahía Blanca de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN-FRBB): Ingeniería y Sociedad, Gestión Ambiental e Seguridad, Higiene y Medio Ambiente.

Estos espacios curriculares corresponden a distintas especialidades y a distintos niveles de la carrera, pero que sin embargo pueden pertenecer al bloque de “Ciencias y Tecnologías Complementarias” planteada en el Libro Rojo del CONFEDI (2018) que las define como: “aquellas que permiten poner la práctica de la Ingeniería en el contexto social, histórico, ambiental y económico en que ésta se desenvuelve, asegurando la formación de ingenieros para el desarrollo sostenible”. En este trabajo se analizan algunas de las experiencias en:

- En el caso de Ingeniería y Sociedad, corresponde al primer cuatrimestre de primer año y es materia común a todas las especialidades de Ingeniería dictadas en la FRBB UTN. Carga horaria: 64 hs; relación alumno/docente: 25.
- La materia Gestión Ambiental tiene una modalidad electiva y pueden optar por ella los estudiantes de las especialidades Eléctrica, Civil y Mecánica. Dados los requisitos por correlatividades para su inscripción el perfil de los estudiantes es de cuarto año. Carga horaria: 64 hs; relación alumno/docente: 10
- Seguridad, Higiene y Medio Ambiente se dicta únicamente en la carrera de Ingeniería Electrónica, corresponde a una materia de cursado obligatorio en la que los estudiantes transitan el cuarto año de la carrera. Carga horaria: 64 hs; relación alumno/docente: 10.

Desde las primeras clases en estos espacios académicos, se incentiva y generan oportunidades de trabajo grupal (aprendizaje colaborativo) incentivando la construcción de una actitud reflexiva sobre las áreas de incumbencia de los profesionales de la Ingeniería. Estrategia pedagógica que coincide con el bloque de Competencias sociales, políticas y actitudinales “Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.”

Se analiza la evolución de las tecnologías, su transformación y cómo estos procesos se encuentran contextualizados por condiciones sociales, culturales y medioambientales específicas en cada lugar y momento. Se propicia la articulación entre el marco teórico y el reconocimiento de los mismos en un contexto concreto, a partir del análisis de los problemas en el espacio concreto del territorio y su temporabilidad, permitiendo reflexionar sobre las posibilidades de pensar cómo interviene o puede intervenir la Ingeniería en ellos, en ámbitos urbanos o rurales y en diferentes tipos de actividades sectoriales. Para esto se plantean estrategias pedagógicas que permitan aprehender los problemas locales/globales y su relación con el hacer concreto de la Ingeniería y las tecnologías, promoviendo el desarrollo de otro de los incisos de dichas Competencias “Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global”.

En este sentido, los temas o problemas planteados tienen el objetivo de ser resignificados por los estudiantes que pueden analizarlos vinculándolos a realidades cercanas o a su vida cotidiana; las actividades académicas se proponen haciendo vínculo expreso a su relación con el trabajo profesional; las etapas metodológicas de cada trabajo reproducen aspectos de los procesos de la Ingeniería, condición que se explicita haciendo consciente en los estudiantes el proceso de formación profesional (la identificación y definición del problema, la búsqueda y análisis de alternativas, los medios y recursos, identificación de los actores y análisis de contextos, la elaboración y comunicación de propuestas; etc.). En particular, generando espacios y actividades que incentivan la reflexión sobre la importancia de transformar/vincular la relación del rol profesional con el ambiente, tal que dichas instancias faciliten descubrir las oportunidades de incorporar nuevos conocimientos y tecnologías en la construcción de una identidad profesional comprometida con una sociedad más sustentable. Este trabajo que genera entrenamiento y análisis favorece el desarrollo de las Competencias Tecnológicas enunciadas:

1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería
2. Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería
3. Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería
4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería
5. Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas

El perfil del trabajo académico que se propone en estas cátedras parte de considerar algunas premisas epistemológicas:

- 1) Los casos reales facilitan la integración de conocimientos y permiten realizar un ejercicio de comprensión de todos los aspectos que estructuran y definen el problema desde la complejidad.

Se presenta el marco teórico de cada tema en forma introductoria y las consignas de trabajo, los estudiantes deben buscar casos reales para desarrollar sus trabajos; estos se convierten en la plataforma desde donde se continúa profundizando en la construcción de conocimiento en las clases siguientes acompañando y otorgando sentido teórico al trabajo que los estudiantes hacen en el problema elegido. Esta metodología es usada en las tres cátedras y siempre permite que los estudiantes tengan una actitud proactiva y participativa en clases que en muchos casos se convierten en taller de trabajo preparatorio para los relevamientos/visitas y posteriormente en trabajo de ordenamiento y comprensión de los temas abordados, así como en el armado del producto final solicitado (informe escrito, presentación oral, árbol de problema, etc.). Estos trabajos ponen a los estudiantes en situación profesional ante un problema real, deben lograr ingresar y tener entrevistas, hacer relevamientos reflexivos a partir de conocimientos previos, reconocer en el campo las variables y dimensiones principales, así como los contextos del caso (económicos, productivos, sociales, de seguridad, ambientales, normativos, organizacionales, etc.), procesar, ordenar y jerarquizar información, relacionar y dar sentido a los contenidos teóricos abordados, buscar información complementaria, etc.

- 1) Se propone un marco teórico metodológico que pone énfasis en el desarrollo de estrategias que permitan “construir” o “definir” el problema, siempre se presenta: objetivo de aprendizaje, consignas metodológicas y la necesidad de búsqueda y elección del problema (esto implica poner en acción procesos de elección, decisión, definición de escala de análisis, etc.), no partir de un problema “dado” “definido”, (lo que llevará a la búsqueda de resultados y caminos anticipados y que coarta el desarrollo de nuevas ideas y alternativas) sino trabajar en su construcción

Este desarrollo en la construcción del problema representa en algún modo, poner en cuestión la primer parte de trabajo de un Ingeniero (la definición del problema) y pone énfasis a descubrir la relación entre esta etapa (definición) y las alternativas (construcción de soluciones o intervención en el problema). Es un camino formativo que intenta llevar a reflexionar y construir racionalidad crítica, búsqueda de alternativas y no un camino de certezas [7]. Por otro lado, el ingeniero desde su hacer profesional y su desempeño académico está más familiarizado con los conceptos de proyectos en su práctica profesional, que con los conceptos de aprendizaje basado en problemas; sin embargo los desafíos de la nueva Ingeniería demandan una preparación para trabajar en los problemas y este camino puede transitarse a partir de las metodologías usadas en la construcción de conocimiento y no tanto en la modificación de los programas de ingeniería. [8] Tanto los modelos de aprendizaje centrados en competencias y sus sistemas de evaluación como los métodos, se definen y estructuran según las competencias a alcanzar, lo que se denomina alineamiento constructivo [9]. En este sentido las experiencias evaluativas usadas en estas cátedras hacen foco en monitorear procesos colectivos e individuales partiendo de que el desarrollo de competencias implica valorar de una forma integrada todos sus componentes: conocimientos, habilidades y destrezas, actitudes y valores, obligando al uso combinado e integrado de diferentes estrategias y procedimientos. [10]

#### **4. Resultados y Discusión**

Se describen aquí los resultados del estudio a partir de la descripción de los trabajos desarrollados en las cátedras, las técnicas didácticas utilizadas, su enfoque metodológico y la propuesta de determinados criterios de evaluación concordantes con el enfoque del desarrollo de competencias.

##### **4.1 La construcción de problema como método didáctico para el desarrollo de competencias**

En los planes de estudio de las carreras Ingeniería Civil, Mecánica, Electrónica y Eléctrica de la Universidad Tecnológica Nacional se incluye en el primer tramo de las mismas la materia Ingeniería y Sociedad. La experiencia docente en el dictado de esta materia ha permitido analizar los resultados de diferentes alternativas pedagógicas que se han implementado desde el inicio de la cátedra (año 1996). Además del programa que estructura un conjunto de contenidos temáticos, por su lugar en la currícula, se propone que ésta sea la primera experiencia destinada a construir un puente facilitador y resignificante del hacer profesional en las Ingenierías al inicio de la carrera; articulando diferentes oportunidades para la reflexión del sentido e integración de la Ingeniería con otros saberes; incentivando y alentando en los alumnos a valorar su propio potencial para el desarrollo del pensamiento crítico y de su capacidad de análisis; asimismo se

plantea la construcción del conocimiento, capacidades y competencias a partir de un trabajo académico colaborativo, incentivando desde el inicio la formación de pequeños grupos de trabajo (sobre los que se da pautas). Se hace hincapié en reflexionar sobre el trabajo grupal, específicamente en la necesidad de planificar, organizar y asumir responsabilidades individuales, como ejercicio del hacer profesional.

A modo de ejemplo, en el Módulo II: Modelos de Desarrollo, Políticas de Desarrollo Nacional y Regional, se presenta el concepto Desarrollo desde una perspectiva histórica que evidencia su transformación y vinculación con la modernización (transformación científica y tecnológica) analizándolo en América Latina y la Argentina, en los diferentes estadios del desarrollo.

La metodología didáctica utilizada para la presentación de este módulo es inicialmente de tipo expositiva, presentando un marco teórico conceptual, introductorio y poniendo de relevancia los diferentes modelos de Desarrollo y sus manifestaciones en la Argentina con fuerte énfasis en su relación con las tecnologías; estos contenidos se exponen articulados con los conceptos del primer módulo de la materia donde se propuso y trabajó, sobre la relación entre cambios tecnológicos y cómo éstos impactan en aspectos transversales de la sociedad (producción, trabajo, organización política, medio ambiente etc.).

La estrategia didáctica implementada para la aprehensión de estos conceptos es el trabajo de identificación y construcción del problema; la actividad que se presenta incluye pautas de trabajo: en pequeños grupos, relevamientos de sectores e instalaciones; el objetivo del trabajo práctico propone identificar en la ciudad de Bahía Blanca y la región, infraestructuras y sistemas tecnológicos que puedan asociarse a diferentes etapas del desarrollo nacional. En particular, los estudiantes deben realizar un relevamiento en el Puerto de Ingeniero White, identificando expresiones de la tecnología vinculadas a actividades productivas y de servicio de etapas del Desarrollo diferentes. El objetivo de aprendizaje de este trabajo es identificar en el área portuaria industrial de Ingeniero White (Bahía Blanca), las infraestructuras y sectores que formaron parte de sistemas tecnológicos en diferentes etapas y modelos de desarrollo del país, reflexionar sobre su evolución, reconocer manifestaciones tecnológicas diferentes para cada etapa, asociar la evolución de un sistema tecnológico con la transformación de otro, analizar sus componentes y relaciones entre ellas, etc..

Desde la guía de clase de esta actividad se plantea la metodología de trabajo, poniendo énfasis en la importancia de realizar una investigación previa (asimilando ésta actividad a la propia del trabajo profesional de ingeniería), sugiriendo algunas fuentes de información accesibles a través de la web e incentivando al uso de tecnologías a partir del empleo de software y aplicaciones móviles como el Google Earth y Google Maps. Se plantea además, la importancia de la planificación previa a recorrer la localidad portuaria con un plan de trabajo considerando la elección de los lugares donde realizarán la investigación y la elección del caso de estudio (sistema tecnológico que desean investigar, ej: transportes, puertos, energía, infraestructuras ferroviarias o viales, etc.) lo que se ve facilitado como resultado del conocimiento construido en el relevamiento general realizado en la preparación de la visita. De este modo durante el recorrido en campo, los estudiantes cuentan con las herramientas para elegir un sistema tecnológico vinculando: modelos de construcción de hábitat, actividad productiva

(pesca, cereales, frutas, hidrocarburos, químicos) y de servicios (evolución de los transportes, sistemas de almacenamiento, logística de carga, servicios portuarios, tecnología de contenerización, relación entre cambio tecnológico portuario y cambio en tecnología de buques, etc). El análisis de estos sistemas les permite ver el cambio en diferentes etapas y modelos de desarrollo del país, vinculando éstas al sistema productivo contextualizado en cada momento histórico y a las condiciones ambientales donde se localiza el sistema portuario del Estuario de Bahía Blanca.

Como instrumento de evaluación del aprendizaje, se requiere la entrega de un informe técnico sintético (máx. 5 páginas) y una presentación grupal en Power Point de 5 pantallas. Se establecen como pautas para el desarrollo del informe la presentación del tema elegido, análisis, conclusiones y las fuentes de información utilizadas.

Se describe a continuación los resultados de la evaluación de los trabajos desarrollados en el último año, en la que se evalúan cualitativamente (Regular, Bueno, Muy Bueno, Sobresaliente) los criterios: aprendizaje colaborativo (1); preparación previa y contextualización del problema (2); uso de fuentes de información (3); construcción de análisis crítico (4); desarrollo de metodologías de trabajo (5); calidad y pertinencia de los productos comunicables escritos y orales (6) y se describen las competencias desarrolladas durante el proceso.

Tabla 1. Aprendizaje colaborativo a partir del estudio de sistemas tecnológicos

<b>Sistema tecnológico</b>	<b>Trabajo grupal (1)</b>	<b>Preparación (2)</b>	<b>Fuentes de inform. (3)</b>	<b>Análisis Crítico (4)</b>	<b>Metodología (5)</b>	<b>Prod. oral y escrita (6)</b>
Sistema de transporte de granos	S	S	MB	S	S	MB
Sistema ferroviario	B	MB	MB	S	MB	S
Sistemas de carga y descarga a barcos	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Empresa Multinacional 1	B	B	S	B	B	B
Empresa Multinacional 2	MB	MB	MB	B	B	MB
Contenedores frigoríficos	S	MB	S	MB	MB	MB
Ferrocarriles	MB	MB	R	B	B	R
Muelle multipropósito	S	MB	S	S	MB	MB
Buques	S	MB	MB	S	MB	MB



Fuente: elaboración propia

Mayormente los trabajos se enfocaron a los sistemas tecnológicos correspondientes a actividades de carga, descarga y almacenaje de productos y medios de transporte relacionados. En general los equipos de trabajo funcionaron de modo dinámico y en la mayoría de los casos hubo un buen desempeño en el aprendizaje colaborativo. Un aspecto a tener en cuenta en este caso es considerar que los estudiantes son ingresantes, en su mayoría provenientes de otras ciudades, esto conlleva el requerimiento de una nueva modalidad de trabajo que los invita a conocerse y entablar nuevas relaciones. En las etapas de preparación previa y contextualización del problema se evidenció que aquellos grupos cuyos integrantes realizaron un reconocimiento del área mostraron un mayor interés tanto en la búsqueda de fuentes de información, no sólo bibliográfica sino incluso consultas a actores clave, como en el análisis crítico del desarrollo del sistema tecnológico elegido. La elaboración de los productos comunicables fue en todos los casos pertinente, siendo la calidad de los mismos en su mayoría muy buena, observándose para las comunicaciones orales cuestiones de dinámica de grupo a mejorar en algunos casos y para las producciones escritas, un buen manejo en la confección de la estructura de los informes y de sus contenidos aunque en todos los casos se evidenció la falta de citación de fuentes.

Los estudiantes desarrollaron durante este proceso, competencias de trabajo en equipo, capacidad de observación e identificación de la problemática en el territorio, habilidades relacionadas al análisis crítico de las observaciones in situ vs. las fuentes de información consultadas.

### **3.2 El aprendizaje orientado a proyectos. Estrategia para la aprehensión de condiciones ambientales en el territorio**

Dentro de los planes de estudio de las carreras de Ingeniería de la UTN-FRBB se incorpora a la materia Gestión Ambiental como una materia electiva en algunas de las especialidades y sobre el tramo final de la carrera. Desde la implementación de la materia al plan de estudios en el año 2006, el desarrollo de la misma ha ido evolucionando, modificándose no sólo los contenidos abordados, sino también la incorporación de estrategias de aprendizaje que permitan la participación de los estudiantes y su motivación lo que condujo desde hace seis años a la incorporación de la estrategia de aprendizaje orientado a trabajar en proyectos como metodología de trabajo. En el desarrollo del marco teórico de la cátedra, se hace foco en reflexionar sobre la evolución de los conocimientos en relación a la problemática ambiental, su relación con la construcción de conocimiento y en particular cómo esto se refleja en el hacer profesional desde la Ingeniería

Esta asignatura electiva es tomada por las carreras de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Eléctrica. Más allá de la característica de integración de conocimientos, desde una perspectiva totalizadora de los problemas ambientales, desde donde supone un hecho positivo la concurrencia de perfiles diferentes en el trayecto de aprendizaje, la estrategia pedagógica utilizada propone una primera parte común, donde se presente el Marco Teórico y se desarrollan los contenidos conceptuales y una segunda parte, donde se focaliza el trabajo y los temas según el perfil de cada carrera. Esta metodología fue el resultado de analizar durante varios años las dificultades de reflejar en los trabajos finales, desarrollos que mostraran un análisis concreto de la

relación entre el problema estudiado y la acción de la Ingeniería (vinculada con su especialidad). Estas dificultades se reiteraban aunque siempre se planteó la importancia de realizar un trabajo final eligiendo analizar un problema ambiental donde se estudiara su relación con las posibilidades de intervención de cada Ingeniería.

Se considera que los aprendizajes sobre Medio Ambiente serán significativos en la formación de los Ingenieros en tanto tengan la posibilidad de que éstos puedan ser relacionados y construidos a partir de conocimientos previos, con actividades y problemas cercanos a la rama de cada Ingeniería. En una primera etapa, se trabajó con estudio de casos, donde los alumnos elegían una actividad productiva que visitaban, analizaban su funcionamiento y el lugar de emplazamiento, elegían un instrumento de gestión ambiental y aplicaban en este caso real. Esta actividad llevaba a los alumnos a elegir diferentes casos: productivos o de servicios, pero sin embargo no resultaban fuertemente significativo para la formación que transitaban.

Desde hace cuatro años se toma al cambio climático como disparador de revisión de las tecnologías y la energía, la necesidad de revisar las actividades y las emisiones de gases efecto invernadero asociado a cada una de ellas y los conceptos de eficiencia energética. En tal sentido, en el caso de los estudiantes de Ingeniería Civil, se propone sobre el segundo semestre de cursado, el desarrollo de un proyecto a partir de la aplicación de las Normas IRAM de Acondicionamiento Térmico de Edificios.

El proyecto consiste en la utilización de las Normas IRAM de acondicionamiento térmico de edificios las que se aplicarán a un proyecto particular elegido previamente (viviendas, oficinas u otras) y que cuente con la documentación técnica completa (planos, memoria descriptiva, memoria técnica que incluya metodología constructiva, tipo de materiales, cómputo y presupuesto, etc.). El desarrollo del proyecto se efectúa a partir de la presentación de las Normas IRAM 11507; 11601; 11603; 11604; 11605; 11625 y 11630 a fin de verificar las condiciones de acondicionamiento térmico exigibles en la construcción de edificios de acuerdo a lo establecido por Ley Provincial 13059 y su Decreto Reglamentario. Esto permite a los estudiantes el acercamiento a incumbencias de su futuro hacer profesional a través del requerimiento de incorporar conocimientos en materia normativa, legal, económica y de gestión a partir del desarrollo de proyectos concretos.

La metodología de trabajo es de aprendizaje colaborativo, a partir del trabajo en equipo entre dos o tres integrantes. Esta modalidad se incorpora a partir del año 2015 proponiendo la aplicación de las Normas IRAM de Acondicionamiento Térmico de Edificios en un proyecto real elegido por los estudiantes (lo que presupone unas determinadas condiciones ambientales) con el objeto de verificar las condiciones térmicas de los proyectos seleccionados. En caso que el proyecto no cumpla con las condiciones indicadas se requiere su modificación a partir del análisis de nuevas alternativas tecnológicas para superar el problema. Esto presupone la necesidad de investigación previa por parte de los estudiantes para el acercamiento a las nuevas tecnologías constructivas existentes en el mercado local, el análisis de las dificultades constructivas y la elección de la que consideran más apropiada para el caso de estudio. Además esta modificación del proyecto requiere del análisis de la incidencia del cambio constructivo propuesto en los costos de la edificación, que también forma parte de las condiciones de trabajo propuestas desde la cátedra.

Como instrumento de evaluación del aprendizaje, se requiere la entrega de un informe técnico (con una extensión de entre 10 y 20 páginas) que debe incluir las planillas de cálculo y los croquis del edificio analizado realizados a escala y en formato normalizado. Se requiere además una presentación oral del trabajo en la que se debe abordarse el análisis del problema planteado y las soluciones adoptadas. En este caso entonces se utiliza el proyecto como una estrategia pedagógica de involucramiento e integración con el trabajo de otras cátedras (en algunos casos usan proyectos que trabajaron en otras materias: instalaciones, etc.), pero se los toma para estudiar un problema (eficiencia energética) a partir de una contextualización previa, tecnológica, normativa, institucional, ambiental, cultural, etc.

El trabajo comienza con la elaboración de un marco teórico y normativo, una breve memoria descriptiva del proyecto a analizar para luego, aplicar la normativa. Se parte de la aplicación de la norma IRAM 11603 para realizar la clasificación bioambiental del área de implantación del terreno para luego aplicar la norma IRAM 11601 y calcular la transmitancia térmica de los componentes de la envolvente de la edificación tanto para condiciones de invierno como de verano que se compararán luego, con la transmitancia térmica máxima establecida en la norma IRAM 11605. La norma IRAM 11604 también es aplicada para verificar el coeficiente volumétrico G que servirá como indicador de la eficiencia térmica. Por último, a partir de la aplicación de la norma IRAM 11625 se verifica el riesgo de condensación de vapor de agua intersticial y superficial de los componentes de la envolvente. Estos resultados permiten proponer mejoras en la calidad de los materiales a fin de que el edificio cumpla con las condiciones normadas.

Con este trabajo, los alumnos desarrollan entonces habilidades respecto de la consulta, interpretación y aplicación de las normas, en un proceso del aprendizaje colaborativo. El cierre del trabajo incentiva el análisis crítico de los resultados, el análisis de diferentes alternativas constructivas para reacondicionar la construcción en relación a su comportamiento térmico.

Los resultados de los trabajos generan una actitud proactiva por parte de los estudiantes quienes se entusiasman al ver sentido en los resultados numéricos obtenidos de la aplicación de las normas y el recálculo de los mismos a partir de la investigación de nuevos materiales que pueden aplicarse para lograr una mayor eficiencia térmica. Además del análisis crítico del proyecto en estudio, se desarrollan habilidades relacionadas al uso de herramientas informáticas para la confección de las planillas de cálculo. Se confeccionan cómputos y presupuestos de los materiales componentes de la propuesta de acondicionamiento y se confecciona la documentación técnica relacionada al proyecto: memoria técnica y planos. Se observa una mejora en la calidad de los trabajos presentados respecto de su estructura, claridad y confección de documentación técnica presentada.

### **3.3 Desarrollo de propuestas de intervención de la Ingeniería Electrónica en problemas ambientales**

Los esfuerzos en esta cátedra han estado puestos desde su inicio (1996) en desarrollar una estrategia académica que permitiera hacer foco a los problemas ambientales, su relación con el conocimiento y la Ingeniería. El desafío desde un inicio era la articulación más concreta con la intervención de la propia rama de la Ingeniería. En una primera instancia se presentaban los desarrollos tecnológicos vinculados a la

caracterización de sitios contaminados con tecnologías que incluían sensores, radares, infrarrojos, sonares o corrientes eléctricas. Estas tecnologías que fueron desarrolladas para la minería sirvieron para identificar y caracterizar volumétricamente un bulbo de matriz de suelo contaminado. También tecnologías de remediación de estos sitios. Sin embargo aunque los alumnos mostraban gran interés y capacidad de comprensión de estos sistemas tecnológicos, era dificultoso presentarles un contexto real (que permite construir el problema a estudiar) y sus trabajos quedaban en el plano de investigación descripción.

En estos últimos años se han incorporado visitas y relevamientos al Comité Técnico Ejecutivo (CTE) de Ing. White, organismo que por Ley 12.530 de la provincia de Buenos Aires, tiene el Control y Monitoreo de la Calidad Ambiental del área industrial portuaria de Bahía Blanca; han visto los sistemas de control de sensores de monitoreo de calidad de aire del sector, con entrevistas y charlas con los profesionales a cargo de esta actividad. En otra oportunidad han realizado visita al sistema de control productivo y ambiental de la empresa MEGA S.A. Estas actividades fueron disparadoras para las propias que realizaron los estudiantes y que en algunos casos terminan con propuestas e identificación de otras tecnologías para estos sistemas.

También en el último año se ha introducido el tema de cambio climático y eficiencia energética, su contexto global y nacional, a partir de lo que se presenta el rol de las nuevas tecnologías en las ciudades y los conceptos generales de ciudad inteligente “Smart city” aplicados a una ciudad más sustentable, equitativa y resiliente. Partiendo de una consigna de trabajo final que proponía analizar las condiciones de la transición hacia esas tecnologías; en el último año los temas elegidos fueron:

Tabla 2. Ciudades inteligentes. Propuestas de intervención

<b>Tema</b>	<b>Contenidos</b>	<b>Propuesta</b>	<b>Bibliografía</b>
Smart Grid	Análisis de las tecnologías que intervienen en estos sistemas. Componentes de las REI <sup>2</sup> Cálculo de aportes de energía al sistema, si se instalan paneles solares en casas de la ciudad de Buenos Aires. (Datos INDEC)	Contextualización en Argentina y la Pcia. de Buenos Aires. Análisis de potencialidad y limitaciones	Actualizada, diversa, de fuentes institucionales y reconocidas (nacionales e internacionales) Científica y tecnológica
Sistema de Monitoreo de Calidad de Aire (CA) En Punta Alta	Análisis de potencialidad de usar IOT <sup>3</sup> para monitorear CA. Análisis de tecnologías asociadas y problemas	Desarrollar un sistema informativo para conocer parámetros de CA. Elección MQTT <sup>4</sup> para recopilar datos de sensores individuales,	Actualizada, información tecnológica con datos para cada uno de los dispositivos propuestos en el sistema

<sup>2</sup> Red Eléctrica Inteligente (REI)

<sup>3</sup> Internet of Things (IOT)

<sup>4</sup> Message Queuing Telemetric Transport (MQTT)

Tema	Contenidos	Propuesta	Bibliografía
		dispositivo de procesamiento como placas (sistemas embebidos), que requieren disponibilidad Wifi y conexión 3Gi	
Sistema de Monitoreo de CA en Bahía Blanca	Análisis de tecnologías y diseño de la red, estimación de cantidades de sensores y ubicación en el mapa. Instalación. Incorporación de adaptación al cambio tecnológico del sistema (cambio de sensores) y etapabilidad en cobertura del territorio	Análisis y elección de todos los componentes tecnológicos del sistema. Propuesta de instalación de sensores en sistema integrado y protegido. Uso de sistemas embebidos, y análisis de las alternativas de transmisión de datos	Actualizada y diversa. Nacional e internacional. Científica, tecnológica y comercial
Sistema de Iluminación Pública con LED y energía solar para Bahía Blanca	Investigación del tema en otras experiencias internacionales. Análisis de ventajas y desventajas de su instalación en la ciudad. Cálculos comparativos en la iluminación de 4 manzanas, inversión inicial y consumo de energía	Elección de los componentes del sistema. Comparación con el sistema actual; costos, mantenimiento, cantidad de componentes, seguridad	Actualizada, específica para cálculo, tecnologías y costos
Smart Gates Aplicado al área de riego del Alto Valle de Río Negro y Neuquén	Diagnóstico del sistema de riego actual (sistema de canales), y de las condiciones naturales del recurso. Identificación de problemas.	Propuesta de sistema de automatización y optimización del riego. Localización de sensores de caudal y desborde; compuertas automatizadas, desarrollo de un programa de riego (software). Identificación de componentes del sistema	Actualizada Internacional (FAO) Documentos que aportan información para construir el diagnóstico (Institucional, informativa)
Sistemas de semáforos dinámicos en Bahía Blanca	Diagnóstico del tránsito de Bahía Blanca Descripción del sistema de semaforización actual y propuesta tecnológica de adaptación. Descripción de componentes Propuesta de desarrollo	Propuesta de intervención en los tiempos de los semáforos en función de información centralizada de los flujos de tránsito. Se utiliza el Google Maps y una aplicación	No tiene bibliografía Tiene descripción de componentes con marcas alternativas

Tema	Contenidos	Propuesta	Bibliografía
	de software para autoajustar los semáforos actuales Análisis de costos de la intervención	de Androide de un navegador en el celular Elección de intervención, descripción tecnológica: semáforos “maestros” por zona y los demás semáforos “esclavos”	
Smart Cities	Relevamiento de todas las tecnologías asociadas a la ciudad inteligente. Redes inteligentes, energías renovables, sistemas distribuidos Análisis del marco normativo argentino y de experiencias en el país.	Contaminación lumínica en Bahía Blanca. Iluminación Led. Instalación de: nodos de iluminación con potencialidad de agregar sensores y fuentes de energía solar; dispositivos de recepción y transmisión de datos (sistema bidireccional de red mallas); Sistema centralizado de recepción datos	Sin bibliografía

Fuente: elaboración propia

Estos son algunos de los trabajos realizados por los alumnos de Ingeniería Electrónica del cuarto nivel de la carrera (2017). Lo importante de destacar es que en términos de 10 años los alumnos pasaron de decir mayoritariamente en la Evaluación Diagnóstica que los temas de Medio Ambiente no tenían mucho que ver con la Ingeniería Electrónica a expresar conceptos donde ven la vinculación entre la tecnología, la ingeniería y la responsabilidad por trabajar en la sustentabilidad.

## 5. Conclusiones y recomendaciones

En la relación del desarrollo, la tecnología, la sociedad y el ambiente, campo de trabajo de las Ingenierías, los problemas tienen carácter complejo y el desafío de su comprensión demanda una perspectiva integradora del conocimiento. Desde los primeros años de la formación universitaria de los Ingenieros, se debe enfocar el desarrollo de nuevas competencias, este proceso puede facilitarse con la aprehensión de los problemas en el territorio donde el profesional desarrolla su vida, donde puede descubrir y otorgar sentido a la complejidad de los problemas ambientales, así como iniciar una construcción de una perspectiva racional y epistemológica, que le permita estudiar su relación con las demás dimensiones del desarrollo. Si pretendemos formar profesionales autónomos, con pensamiento crítico, capaces de trabajar en la interculturalidad, sensibilizados en los problemas colectivos etc., la etapa universitaria debe ser la incubadora, donde los procesos y actividades académicas deban desenvolverse en condiciones que favorezcan el desarrollo de las siguientes características:

- Alumnos reflexivos sobre su hacer: El aprendizaje debe ser un proceso que el alumno debe gestar a partir de ser consciente de los objetivos y metas de lo que hace, tener un carácter reflexivo sobre lo que le ocurre posibilitará ser autónomo;
- Experiencia y trayectoria formativa individual: las modalidades de construcción de conocimientos y competencias tienen un carácter individual, cada uno de ellos (los estudiantes) en relación al momento, contextos personales, debe dirigir su propio desarrollo y aprendizaje.
- Valoración del trabajo colaborativo: incentivar el trabajo grupal, posibilita entrenar y valorar el trabajo y la construcción de conocimiento de carácter colaborativo, que exige también entrenamiento y valoración en responsabilidad y compromiso con sus pares.
- La TIC atraviesan la vida académica: incorporar nuevas formas de comunicación y de relación de los jóvenes en la actualidad (redes sociales, etc.) como estrategia pedagógica para el desarrollo de modalidad de trabajo áulico.

La experiencia en los tres cursos ha sido gradualmente ajustada a los grupos y a los resultados obtenidos, en general cada año se reafirma el interés de los estudiantes y el mayor involucramiento en las actividades académicas propuestas en la medida que presentemos estas actividades en el inicio de cada curso y se generen espacios curriculares continuos donde presentan la evolución de sus trabajos al resto del curso y se sienten protagonistas de su propia formación.

## **6. Referencias**

- [1][4] SARTOR, A.; FRANK, C.; GONZÁLEZ, M. (2012). El ingeniero como actor ambiental. El abordaje de la dimensión ambiental desde la currícula. *WEEF - Foro Mundial de Educación en Ingeniería*. Buenos Aires: edUtecNe. 275p.
- [2] GALLARDO, G.; REYES, P. (1994). Relación profesor-alumno en la universidad: arista fundamental para el aprendizaje. En: LEFF, E. (Coord.) *Ciencias sociales y formación ambiental*. Madrid: GEDISA. p.77-108.
- [3] LEFF, E. (1994). Sociología y ambiente: formación socioeconómica, racionalidad ambiental y transformaciones del conocimiento. En: LEFF, E. (Coord.) *Ciencias sociales y formación ambiental*. Madrid: GEDISA. p.17-84.
- [5] WFEO (2010). *Guidebook for capacity building in the engineering environment*. World Federation of Engineering Organizations. Johannesburg: Ultra Litho. p.1-112.
- [6] CONFEDI (2016). *Competencias y perfil del Ingeniero Iberoamericano, formación de profesores y desarrollo tecnológico e innovación*. Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de Argentina. Bogotá: ASIBEI. p.51.
- [7] KOLMOS, A. (1996). Reflections on Project Work and Problem Based Learning. *European Journal of Engineering Education*, London, v.21, n.2, p.141-148.
- [8] MILLS, J.; TREAGUST, D. (2003). Engineering Education, Is Problem-Based or Project-Based Learning the Answer. *Australasian Journal of Engineering Education*, Melbourne, v.3, p.1-16.
- [9] BIGGS, J. (2005). *Calidad del aprendizaje universitario*. Madrid: NARCEA. 296p.
- [10] DE MIGUEL DÍAZ, M. (2005). *Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias*. Oviedo: Ediciones de la Universidad de Oviedo. 197p.