

**Congreso Iberoamericano de Educación**

**METAS 2021**

Un congreso para que pensemos entre todos la educación que queremos  
Buenos Aires, República Argentina. 13, 14 y 15 de septiembre de 2010

## **EDUCACIÓN TÉCNICO PROFESIONAL**

### **Estrategia áulica innovadora en ingeniería tendiente a adquirir desde el inicio capacidades y habilidades profesionales**

Griselda Cistac; Ruben Bongianino<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam). Calle 110 N 390- General Pico-  
La Pampa. Argentina. [cistacg@ing.unlpam.edu.ar](mailto:cistacg@ing.unlpam.edu.ar)<sup>1</sup>-[bongianino@ing.unlpam.edu.ar](mailto:bongianino@ing.unlpam.edu.ar)<sup>2</sup>

## **1. INTRODUCCIÓN**

Un profundo cuestionamiento al proceso de enseñanza–aprendizaje en la Educación Superior como se la conocía hasta el año 1999 surge a partir del Pacto de Bolonia con la creación del denominado Espacio de Educación Superior en Europa (EESE). América Latina no permanece ajena al mismo desarrollando su propia propuesta denominada Proyecto Tunning–América Latina. Es en este escenario donde comienzan a hacerse nuevas preguntas, replanteos sobre las metodologías aplicadas hasta el momento. Una preocupación latente en educación es la forma de evaluación de los estudiantes por parte de los profesores buscando la ‘correcta’. El término ‘correcta evaluación’ puede adquirir distintos significados según sea que se desee evaluar: conocimientos, habilidades, pensamiento crítico, etc.

A partir del EESE y la propuesta en América Latina se empieza a cuestionar si la evaluación de contenidos académicos es suficiente y palabras como ‘competencias’ adquieren importancia, a su vez habilidades, destrezas, valores comienzan a estar específicamente presentes en la elaboración de los planes de estudios.

En la República Argentina, las Facultades de Ingeniería de distintas Universidades se han agrupado conformado Consorcios para definir los ‘Ciclos Generales de Conocimientos Básicos (CGCB)’. Uno de sus objetivos es desarrollar capacidades en los primeros años de las carreras, tendientes a lograr algunas de las competencias genéricas para sus graduados definidas por el CONFEDI (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería).

En particular en la Facultad de Ingeniería de la UNLPam (FIUNLPam) se han comenzado a trabajar algunas de las capacidades definidas en los CGCB en los primeros años, a través de las actividades áulicas desarrolladas especialmente en el marco de un proyecto de investigación. El modo de llevarlas a cabo es mediante la resolución de situaciones problemáticas con temas adecuadamente seleccionados de modo tal que los estudiantes comiencen a tomar contacto con situaciones similares a las de su futura actividad profesional. Las capacidades a trabajar están vinculadas con: la identificación-formulación-resolución de problemas, el desarrollo del pensamiento crítico y creativo, la utilización estratégica tanto de recursos para el estudio como de los conocimientos, técnicas y estrategias de las disciplinas básicas, y la operación del pensamiento lógico–formal.

## **2. PROPUESTA**

Desde esta nueva perspectiva sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje en las actividades áulicas mencionadas se trabajan los conocimientos, habilidades y actitudes desde una perspectiva multidisciplinaria de modo de lograr una mejor integración disciplinar. La misma es necesaria ya que será la llave para abrir los

compartimientos estancos en que la mayoría de los estudiantes han convertido a los conocimientos que adquieren a lo largo de la carrera. No se cuestiona que a través de todo el proceso de enseñanza-aprendizaje los estudiantes logran la interconexión e interrelación de los mismos.

Existen planes de estudios de universidades nacionales y extranjeras donde bajo distintos nombres se incorpora una 'disciplina integradora' como asignatura en los últimos años o a lo largo de la carrera"...La disciplina integradora debe servir como elemento de cohesión entre el resto de las disciplinas de ahí su carácter integrador. A partir de los tipos de problemas que son resueltos en las disciplinas derivadoras donde el estudiante realiza abstracciones de la realidad, forma su pensamiento y desarrolla habilidades propias para el estudio y trabajo con los contenidos de las ciencias o ramas del saber vinculadas a su profesión es que esas habilidades se incorporan a la solución de problemas de las disciplinas integradoras que son, en última instancia los de la realidad social misma..." (Ferreira Lorenzo G. 2004).

Según la opinión de Ferreira Lorenzo G. la solución de problemas tiende a la integración de contenidos si se realizan tanto en las disciplinas específicas integradoras como en otro espacio curricular. En la FIUNLPam si bien no existe una disciplina integradora, la integración de conocimientos se realiza en los últimos años de las carreras mediante los: Proyectos Finales de Carrera, Trabajos Finales, Proyectos de Ingeniería. La propuesta desarrollada desde el proyecto de investigación mencionado anteriormente es comenzar a trabajar capacidades y habilidades profesionales desde los primeros años, teniendo presente los alcances de la integración debido a los conocimientos que se involucran. Para llevarla a cabo se trabajan algunos contenidos de tres asignaturas pertenecientes a Ciencias Básicas y Tecnológicas Básicas y Aplicadas en los primeros años. Las actividades áulicas encuadradas en el proyecto pueden considerarse una combinación novedosa sobre el proceso enseñanza-aprendizaje donde trabajan en forma conjunta y simultánea los profesores de Análisis y Control en una asignatura y en la otra los de Electrotecnia y Control de modo que el estudiante recibe para un mismo contenido 'lenguajes y miradas' propios de cada uno de los docentes de las distintas disciplinas.

La forma de trabajar en el aula pretende lograr que los estudiantes sean los responsables de su propio aprendizaje debiendo buscar, seleccionar, y analizar la información, de modo de adoptar un papel más activo en la construcción de su conocimiento (Fidalgo R., et al. 2008). Los temas seleccionados buscan mejorar la formación que reciben los estudiantes universitarios de modo de lograr una adecuada organización del conjunto de los estudios haciendo énfasis en la práctica y en el proceso de aprendizaje mediante la investigación, actividades formativas siendo esta propuesta consistente con la postura de (Almada, C., et al.2009).

Es necesaria una adecuada selección de los temas para lograr la integración (fundamentalmente entre Matemática, Física y algunas de las Tecnológicas) por parte de los estudiantes que permita cumplir con los objetivos que se persiguen. Se debe tener presente a su vez que los estudiantes se encuentran en la construcción inicial de sus capacidades técnicas. En las actividades áulicas de Análisis III el tema de la disciplina es Transformada de Laplace y Nyquist mientras que en Electrotecnia son Circuitos Eléctricos con Resistencias, Inductancias y Capacitancias. Ambas actividades luego de ser resueltas teóricamente terminan generando un modelo de simulación del proceso físico bajo estudio. Para ello se introduce el concepto de diagrama de bloques, función transferencia (utilizados en la rama del Control) de modo de poder crear el diagrama de simulación para analizar y visualizar los resultados.

Los objetivos comunes en cada una de ellas pretenden que al término de las mismas los estudiantes sean capaces de: lograr incorporar desde los primeros años que los conocimientos matemáticos sirven para resolver problemas tecnológicos y que no son un fin en si mismos, internalizar las herramientas matemáticas, relacionar la matemática con situaciones de las áreas tecnológicas acorde a los conocimientos previos. A su vez se busca en lo posible la articulación vertical entre asignaturas básicas y tecnológicas y la teórico-práctica, tomando exacta dimensión del: Problema físico-planteo matemático-solución del problema, como así también la utilización de herramientas virtuales.

El lograr estos objetivos permitirá a los estudiantes comenzar a desarrollar algunas capacidades vinculadas con: la identificación, formulación y resolución de problemas a través de la operación con el pensamiento lógico-formal, el pensamiento crítico y creativo utilizando estratégicamente los recursos para el estudio. Como así también emplear de una manera efectiva los conocimientos, técnicas y estrategias de las disciplinas básicas contribuyendo de esta manera al desarrollo de las competencias genéricas definidas por el CONFEDI y las seleccionadas para ser desarrolladas en los CGCB.

La educación superior exige en este momento además de conocimientos, el desarrollo de lo que algunos expertos llaman competencia ocupacional donde se necesita además de los conocimientos, destrezas y aptitudes para ocupar un puesto laboral la capacidad de planificar y resolver problemas (Almada C., Rivas R., Troquet M. 2009).

Puede considerarse habitual la relación entre la 'resolución de problemas' y los estudiantes de ingeniería. El desafío es presentarles desde los primeros años procesos tecnológicos (acorde a los conocimientos que poseen) de modo que necesiten los conceptos teóricos de varias disciplinas para hallar las respuestas a las preguntas planteadas por el docente. Durante su actividad profesional deberán dar

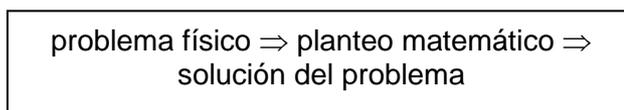
soluciones a situaciones complejas que involucren varias áreas, una manera de acercarlos a su futura actividad profesional desde el proyecto es la realización de actividades en forma conjunta y simultánea de docentes de las Ciencias Básicas y Tecnológicas.

### 3. DESARROLLO

Como expresa (Mejía Delgadillo, A. 2009): "...el objeto de la ingeniería no es el conocimiento como conocimiento puro, se puede decir que ella utiliza diversas ramas de las ciencias naturales y de las matemáticas como herramientas". Por lo tanto es importante introducir en los estudiantes el concepto de herramienta de la matemática pues la suelen ver como una disciplina que se cierra en sí misma y no como algo que permite hallar respuesta a problemas tecnológicos. Puede pensarse que esa idea surge cuando se enseñan los conceptos matemáticos ya que se suelen aplicar los mismos a ecuaciones que no representan o modelan procesos físicos.

Para ello se debe trabajar desde los primeros años la integración existente entre FÍSICA-MATEMÁTICA-TECNOLOGICAS ya que en esta trilogía, la Física aporta las conceptualizaciones necesarias para entender un fenómeno en particular, la Matemática permite el modelado de los mismos conjuntamente con los procesos resolutivos, y las Tecnológicas aplican estos resultados para producir productos o procesos tecnológicos.

Las actividades áulicas propuestas desde el proyecto tienen presente la siguiente secuencia:



Para poder llevar a cabo las actividades es necesario elegir cuidadosamente cuales son los problemas físicos que se pueden presentar para ser estudiados. La elección de los mismos debe tener en cuenta los conocimientos previos de los estudiantes debido a que se encuentran en los primeros años de la carrera. A su vez la propuesta áulica no desarrolla la totalidad de los contenidos de las asignaturas involucradas (Análisis y Electrotecnia) sino que toma algunos temas.

En la propuesta de la actividad de Análisis los estudiantes tienen como sistema físico bajo análisis uno mecánico de traslación (formado por una masa, resorte y amortiguador al que se le aplica una fuerza constante) que permitirá luego analizar el desplazamiento, velocidad y aceleración que adquieren los distintos componentes.

Una vez modelado el sistema y resuelto utilizando Transformada de Laplace (evidenciando su potencialidad frente a otras herramientas matemáticas) se implementa un diagrama de simulación de modo de visualizar gráficamente las soluciones analíticas halladas anteriormente. La simulación es el puente que permitirá el análisis y una mejor interpretación de los resultados, puesto que la visualización ayuda a internalizarlos mejor.

En Electrotecnia los problemas físicos bajo estudio son circuitos eléctricos compuestos por R (Resistencia), L (Inductancia), C (Capacitancia) alimentados con tensión continua o alterna a los efectos de analizar los valores de corriente que circula por cada elemento y de tensión aplicados a cada uno de ellos. Anteriormente dichos problemas eran analizados según los procedimientos resolutivos que se encuentran en la mayoría de la bibliografía (como por ejemplo resolución de ecuaciones diferenciales mediante variables separables, etc.) para obtener el comportamiento de los mismos. A partir del proyecto la ecuación matemática que los modela se resuelve utilizando Transformada de Laplace y al igual que en Análisis se muestra su potencialidad al analizar conjuntamente las respuestas transitoria y permanente. El trabajar con la Transformada de Laplace para resolver las ecuaciones diferenciales que modelan los problemas tecnológicos mencionados anteriormente puede decirse que satisfacen el criterio de las dos esferas de pensamiento crítico: "...la función principal de la Ingeniería se entiende como la de decidir cuales medios son mejores para cumplir con algún fin determinado e implementarlos" desarrollado por (Mejía Delgadillo, A. 2009).

Al igual que en Análisis se utiliza la simulación como herramienta que permite corroborar o no el análisis teórico. No se debe olvidar que en las carreras de las disciplina llamadas 'ciencias duras' además de poseer su propio lenguaje se trabaja con ecuaciones, gráficos, imágenes que pueden ser o no correctamente interpretadas. Cuando se resuelven problemas tecnológicos las soluciones analíticas son analizadas e interpretadas, pero cuando las situaciones son complejas pueden no ser siempre evidentes y a su vez no ser 'fáciles de ver o representar en el espacio'. Una herramienta para una mejor interpretación de los conocimientos o conclusiones a las que se arriba se logra mediante simulaciones. Las mismas se llevan a cabo comenzando con la creación por parte del estudiante del modelo (proceso tecnológico) bajo estudio que luego será implementado en el software de simulación.

Cuando los estudiantes hacen la construcción del modelo de simulación deben poner en juego estructuras de pensamiento, capacidades y habilidades más profundas que las que se utilizarían si la simulación fuese de las que se suelen identificar como del tipo 'enlatadas'. El término 'enlatadas' hace referencia a aquellas donde los modelos están previamente armados y el estudiante solamente puede realizar variación de parámetros, señales de entrada, por ejemplo. Esta propuesta de enseñanza-aprendizaje de resolución de problemas tecnológicos donde los estudiantes desarrollan su propio diagrama de simulación, los introduce en situaciones problemáticas similares a las que encontrarán durante su vida profesional. Estas actividades áulicas al ser implementadas en asignaturas de los primeros años mediante la resolución de problemas tecnológicos de modo tal que abarquen más de una disciplina permiten iniciarlos en la adquisición de las futuras competencias profesionales interpretándolas como: "... la combinación de habilidades, actitudes y

conocimientos necesarios para llevar a cabo una tarea de manera eficaz...” (Pallisero Díaz M., et al.2010).

La simulación es el instrumento que puede servir para verificar los resultados, análisis y conclusiones obtenidas o ser el elemento disparador de preguntas cuando no existe concordancia entre lo evaluado analíticamente y lo simulado. Ante la discrepancia mencionada se deben analizar las posibles fuentes de error, es decir el estudiante para hallarlas puede hacerse algunas de las siguientes preguntas: ¿se plantearon mal las ecuaciones?, ¿está mal implementada la simulación?, ¿cuál es el origen del error?.

Durante las actividades al analizar las imágenes obtenidas de la simulación se cuestiona y pone en duda aquello que puede aparecer como conocido y obvio siendo esta modalidad de trabajo compartida con la de (Maturano C. et al. 2009). Las respuestas a estos interrogantes son parte del proceso de aprendizaje donde a partir de errores o resultados no satisfactorios se replantea la situación lográndose así un análisis crítico por parte de los estudiantes. Uno de los objetivos es lograr que ellos hallen las respuestas en principio por sí solos siendo el docente a lo sumo un orientador para hallarlas (de modo de iniciarlos en el camino del aprendizaje continuo).

Toda propuesta de enseñanza-aprendizaje para que sea efectiva debe contar con la buena predisposición de los estudiantes además de estrategias precisas. Cuando la propuesta es distinta a las habitualmente usadas es necesario que las mismas sean fuentes de motivación de modo de lograr que vayan respondiendo las preguntas que se van realizando durante la experiencia áulica en forma autónoma. Si se consideran dos fuentes (internas y externas) asociadas a la manera en que aprenden los estudiantes como las definen (Robledo P. et al. 2008) las estrategias de enseñanza y metodología didácticas son las que se transforman en fuente de motivación o desánimo. La motivación también lleva a la buena disposición del estudiante para aceptar estrategias de enseñanza-aprendizaje mediante tareas distintas.

Al identificar los distintos enfoques de aprendizaje en: superficial, profundo, de logro, compuestos, como los presenta (Salim R. 2005) se debe tener presente que un mismo estudiante va cambiando su enfoque a lo largo de la carrera de modo que en los últimos años predomina el profundo. Las actividades se plantean de modo de tratar que el estudiante comience a desarrollar un pensamiento crítico desde los años iniciales de modo tal que el pensamiento profundo también se inicie en esa etapa.

Teniendo presente la época actual donde los conocimientos tecnológicos evolucionan muy rápidamente, es importante que los estudiantes adquieran desde los primeros años la capacidad del aprendizaje autónomo que les será sumamente útil durante su futuro como profesional. Para ello se deben pensar actividades que les permitan adquirirla desde el inicio de su formación. A su vez el camino abierto desde las competencias y el EESE llevan a la globalización o la universalidad de los conocimientos de los graduados universitarios. El mercado laboral actual es sumamente dinámico y especializado con lo cual la capacidad para ‘aprender a

aprender' en forma autónoma que deben poseer los graduados toma mayor importancia desde su ámbito profesional (Almada, C. et al, 2009- Bolívar Botía A., Caballero Rodríguez K. 2008).

#### **4. CONCLUSIONES**

Durante las actividades se comienzan a desarrollar competencias tendientes a lograr 'miradas ingenieriles' en la resolución de problemas, buscando una aproximación a la educación técnico profesional a la vez que permiten identificar fortalezas y debilidades del proceso de aprendizaje.

El resolver situaciones tecnológicas utilizando Transformada de Laplace, creando los modelos de simulación y verificando o no los resultados analíticos, permitió que los estudiantes comenzaran a ver a la matemática como una herramienta poderosa que permite hallar respuesta a planteos tecnológicos. También permitió la integración e interrelación de las ciencias básicas con las tecnológicas. Posibilitó adquirir algunas capacidades que les permiten a los estudiantes por un lado desarrollar la creatividad de modo de plasmar un proceso tecnológico en un diagrama de simulación y por otro comenzar a realizar análisis de las distintas situaciones que surgen a partir de la simulación de modo de adquirir un aprendizaje profundo.

La forma de llevar a cabo las actividades posibilita a los estudiantes comenzar a desarrollar un aprendizaje autónomo, considerando a éste como una capacidad sumamente importante en su futuro tanto estudiantil como profesional cuando deba resolver los problemas que se le presenten.

La selección de los procesos tecnológicos que pueden ser estudiados en Análisis es una tarea que debe tener presente los conocimientos previos de los estudiantes, ello exige un trabajo extra por parte de los docentes pues deben limitar el espectro de aplicación. En este caso los estudiantes se hallan cursando segundo año de la carrera, por tal motivo debe existir un balance de modo tal que la complejidad del proceso permita su análisis para aplicar los conceptos matemáticos. En cuanto a los procesos tecnológicos analizados en Electrotecnia es a ellos mismos a los que se aplican los conceptos propios de la disciplina siendo resueltos de manera tal que se retoman los conceptos matemáticos de Análisis. El retomar los mismos permite una aplicación inteligente de la herramienta con lo cual se posibilita una continuidad de las habilidades iniciadas en las clases de Análisis.

Si bien durante la realización de las actividades adquieren habilidades y capacidades en el planteo, resolución e interpretación de situaciones problemáticas, esta metodología les presenta a los estudiantes 'una mirada ingenieril' desde comienzo de su carrera. Dicha mirada los sitúa en el mundo de toma de decisiones siendo similares

de alguna manera a las que deberán tomar en su futuro profesional. Al tener que optar por una decisión que da respuesta a un proceso tecnológico, interrogantes como los siguientes deberán pensarse y responderse: esto funciona pero ¿la solución es la mejor?; esta herramienta me da la solución pero ¿no existen otras que tengan más ventajas?; no verifica la simulación mis resultados analíticos ¿qué hago?....

Los resultados de las experiencias áulicas expuestos se deben en gran medida a la forma de trabajo, la misma es posible debido a que están previstas en el proyecto de investigación. De no existir el mismo se considera que la implementación de las actividades sería más difícil de concretar, no sólo por la rigidez del plan de estudio sino también porque es necesario cambiar algunos tipos de prácticas docentes. El cambio es tanto metodológico como actitudinal y para llevarse a cabo necesita de la buena predisposición de los docentes.

Lo que puede considerarse una debilidad es que la propuesta involucra solamente algunos contenidos de algunas disciplinas. Para superar la misma las opciones se pueden pensar en dos etapas. La primera sería la ampliación de contenidos entre las asignaturas involucradas. La segunda sería involucrar cada vez a más asignaturas de modo de haber incorporado a todas las del Plan a esta propuesta. Es necesario tener presente que no todos los contenidos pueden ser desarrollados según este tipo de actividades áulicas, lo que se propone es que se trabajen de esta manera la mayoría de los contenidos posibles.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Almada C., Rivas R., Troquet M. 'Universidad: la calidad como herramienta de gestión' Red Iberoamericana de Educación. N 49 /1. 2009. ISSN 16815653

Bolívar Botía A., Caballero Rodríguez K. 'Cómo hacer visible la excelencia en la enseñanza universitaria'. Red Iberoamericana de Educación. N 46 /8. 2008. ISSN 16815653

Documento Curricular Ciclos Generales de Conocimientos Básicos en carreras de Ingeniería CGCB. Redes de Facultades de Ingeniería: de las Universidades Nacionales de: San Juan- Cuyo-San Luis- La Pampa-Patagonia 'San Juan Bosco'. Edición Facultad de Ingeniería UNSJ. 2009

Ferreira Lorenzo G. 'Hacia la integración curricular en la educación superior: reflexiones, necesidades y propuesta para la disciplina integradora', Red Iberoamericana de Educación. N 34 /2. 2004. ISSN 16815653

Fidalgo R., Arias-Gundín O., García J., Álvarez L., Robledo P. 'Estudio comparativo de la eficacia de metodologías activas: estudio de casos, Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), expertos y estudio dirigido. 2008

<http://www.uem.es/myfiles/pageposts/jiu/jiu2008/archivos/SALUD%20DEPORTE/Fidalgo,%20Raquel.pdf>

Maturano C., Aguilar S., Nuñez G.'Propuestas para la utilización de imágenes en la enseñanza de las ciencias experimentales'. Red Iberoamericana de Educación. N 49 /4. 2009. ISSN 16815653

Mejía Delgadillo., A. 'Tres esferas de acción del pensamiento crítico en ingeniería'. Red Iberoamericana de Educación. N 49 /3. 2009. ISSN 16815653

Pallisera Díaz M., Fullana Noell J., Planas Lladó A., del Valle Gómez A. 'La adaptación del espacio europeo de educación superior en España. Los cambios/retos que implica la enseñanza basada en competencia y orientaciones para responder a ellos. Rd Iberoamericana de Educación. N 52/. 2010.ISSN 16815653

Reflexiones y perspectivas de la Educación Superior en América Latina. Informe Final –Proyecto Tunning- América Latina 2004-2007  
[http://tuning.unideusto.org/tuningal/index.php?option=com\\_docman&Itemid=191](http://tuning.unideusto.org/tuningal/index.php?option=com_docman&Itemid=191)

Robledo P., García J., Martínez B., Díez C., Álvarez M., Marbán J., de Caso A., Hidalgo R., Arias O., Pacheco D., Rodríguez C. 'La eficacia de las metodologías activas y su relación con los estilos de pensamiento, las motivaciones, estrategias y enfoques de aprendizaje de los estudiantes de la Universidad de León'. V Jornadas Internacionales de innovación Universitaria. 2008.  
[http://www.uem.es/myfiles/pageposts/jiu/jiu2008/archivos/OTRAS/Patricia%20Robledo%20y%20col%20%20\(leon\).pdf](http://www.uem.es/myfiles/pageposts/jiu/jiu2008/archivos/OTRAS/Patricia%20Robledo%20y%20col%20%20(leon).pdf)

Salim R. 'El cuestionario CEPEA: herramienta de evaluación de enfoques de aprendizaje en estudiantes universitarios. Red Iberoamericana de Educación. N 36 /4. 2005. ISSN 16815653