

Identificación del Trabajo	
Área:	Tecnología educativa y enseñanza de la ingeniería
Categoría:	Alumno
Regional:	Facultad regional Santa Fe

Formando competencias tecnológicas a través de trabajos prácticos integradores

Martín BÄR, Nicolás PIROG, Bruno, FACCIOLI

Grupo GIEDI (Lavaise 610, Santa Fe), Facultad Regional Santa Fe, UTN

E-mail de contacto: giedi@frsf.utn.edu.ar, martin.bar88@gmail.com

Este trabajo ha sido realizado bajo la dirección de la Dra. Gloria E. Alzugaray Coordinador de Investigación Ing. Matías Orué, en el marco del proyecto “Los trabajos prácticos como formadores de competencias en carreras de ingeniería: su análisis y evaluación”.

Resumen

Los trabajos prácticos son una metodología ampliamente aplicada, como objetivo a conseguir o, como actividad puntual de fijación de conceptos. A partir de ellos se generan interrelaciones entre alumnos, y alumnos con docentes, en la búsqueda de resolución de situaciones problemáticas que requieren de diversos campos de conocimientos y competencias.

Ante la necesidad del conocimiento para incorporar las innovaciones tecnológicas, el trabajo práctico integrador aparece como una herramienta para acompañar la formación de los ingenieros frente a los cambios científico-tecnológicos con el fin de propiciar el conocimiento actualizado.

En el trabajo integrador predomina el aprendizaje del dominio metodológico, dentro del que se identifican procesos típicos del quehacer de la ciencia y la tecnología: generar propuestas tecnológicas, formular soluciones alternativas a las existentes en el mercado (antecedentes de casos similares), seleccionar métodos, diseñar secuencias experimentales, analizar, interpretar, elaborar síntesis y conclusiones. Esto requiere de conocimientos y competencias adquiridas por los estudiantes.

Palabras Claves: Trabajo práctico; Integración; Competencias

1. Introducción y Objetivos

1.1. Consideraciones Generales

Los trabajos prácticos han sido, y siguen siendo, ampliamente utilizados en las aulas, (ya sea como método de afianzamiento de la teoría explicada o incluso como instrumento para evaluar la comprensión de esa teoría).

En este trabajo se presenta un modelo que integra los contenidos teóricos, los trabajos prácticos de laboratorio, la resolución de problemas, la simulación, uso de software libre y la utilización de elementos de sensado y medición de variables, integrando los

conocimientos impartidos en la asignatura Electrónica y Sistemas de Control en las clases teórico-prácticas y en las clases de laboratorio.

En el contexto universitario de las carreras de ingeniería, los trabajos prácticos son un tema siempre presente en la enseñanza, ya sea como metodología aplicada, como objetivo a conseguir o, simplemente, como actividad puntual de fijación de conceptos. Desde las relaciones que se generan en el aula, los trabajos prácticos, implican la interacción entre alumnos y entre alumno y docente.

En consecuencia su resolución implica una actividad problemática que requiere de diversos campos de conocimientos y competencias, las cuales el estudiante debe haber adquirido, entendiendo por competencias la definida por Perrenoud (2004) como:

“Aptitud para enfrentar eficazmente una familia de situaciones análogas, movilizando a conciencia y de manera a la vez rápida, pertinente y creativa, múltiples recursos cognitivos: saberes, capacidades, micro-competencias, informaciones, valores, actitudes, esquemas de percepción, de evaluación y de razonamiento”.

Por otra parte, en este trabajo se comparte la propuesta de Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero Iberoamericano elevada por el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de Argentina CONFEDI que contempla diez competencias genéricas, complejas e integradas, relacionadas con saberes (teórico, contextual y procedimental), que se vinculan con el saber hacer (formalizado, empírico, relacional), que están referidas al contexto profesional (la situación en que el profesional debe desempeñarse o ejercer), que apuntan al desempeño profesional (la manera en que actúa un profesional técnicamente competente y socialmente comprometido) y que incorporan la ética y los valores en el perfil del profesional que se busca formar. Las competencias tecnológicas definidas por CONFEDI (2006) son:

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

Este trabajo tiene como eje favorecer el desarrollo de competencias en la especialidad Ingeniería Mecánica en el área de la Electrónica y el Control automático. Ello supone pensar la formación de grado del ingeniero desde el eje de la profesión, es decir desde el desempeño, desde lo que el ingeniero efectivamente debe ser capaz de hacer en los diferentes ámbitos de su actividad profesional.

Para ello se requiere tener en cuenta las necesidades actuales y potenciales del país, de la sociedad y del medio laboral. De manera de sumar, a las lógicas de aprendizaje y trabajo académico, tanto las lógicas del mundo del trabajo como las del mundo económico, social y político

De manera que ante la necesidad del conocimiento en tiempo real para incorporar las innovaciones tecnológicas, el trabajo práctico integrador aparece como una herramienta para acompañar la formación de los ingenieros frente a los cambios científico-tecnológicos con el fin de propiciar el conocimiento actualizado.

1.2. Objetivo principal

-Revelar si los trabajos prácticos integradores, resultan una estrategia de integración de los diferentes contenidos a desarrollar y no un requerimiento formal a cumplimentar.

1.3 *Objetivos secundarios*

-Detectar el conjunto de atributos, relaciones y contextos relevantes que intervienen en el proceso de los Trabajos Prácticos Integradores y sus implicancias en la adquisición de competencias.

-Generar un espacio de discusión sobre la importancia de los Trabajos Prácticos Integradores en la instancia de evaluación y los aspectos a considerar en la misma

2. Metodología

En este trabajo, consideramos que en el trabajo práctico integrador predomina el aprendizaje de dominio metodológico en interrelación indisoluble con el marco tecnológico asociado a la situación planteada. Dentro de este dominio se identifican procesos típicos del obrar de la ciencia y la tecnología, como: generar propuestas tecnológicas, formular modificaciones a las otras soluciones encontradas en el mercado, seleccionar métodos, diseñar secuencias experimentales, analizar, interpretar, elaborar síntesis y conclusiones.

Se propuso al curso de cuarto año de la asignatura Electrónica y Sistemas de Control, correspondiente a la carrera de Ingeniería Mecánica la realización de un trabajo práctico que integrara no sólo los temas tratados en la asignatura sino que pudieran desarrollar competencias propias de la formación del ingeniero (CONFEDI, 2006). El trabajo práctico integrador en los cursos de Electrónica y sistemas de control puede adquirir modalidades e intenciones diferentes. En la asignatura de electrónica y sistemas de control se ha implementado el trabajo práctico integrador a partir de una actividad donde el estudiante debe buscar una máquina, mecanismo, instalación real o futura, en la cual los contenidos teóricos y experimentales asociados a ella estén constantemente vinculados, tal como ocurre en la vida profesional del Ingeniero.

De manera que el trabajo práctico consistió en la detección de una situación problemática y estudio del caso, cuya resolución demandó por parte de los estudiantes enfrentar diversos tipos de tareas, su abordaje supuso la elección de una máquina, mecanismo, instalación real o futura que incorporara elementos de medición, control y automatización, proporcionando mejoras o soluciones alternativas.

A partir de la elección por parte de los grupos de estudiantes se les solicitó medir y relevar todos los datos necesarios y representarlos en un esquema, determinar y relevar las influencias ambientales, agentes corrosivos, etc, como también contemplar costos económicos, datos técnicos y operativos de los distintos dispositivos y mecanismos a implementar. La presentación del trabajo práctico integrador debía incluir una introducción, descripción del caso, esquema del circuito diseñado, memoria de cálculo y componentes, conclusiones y fuentes consultadas. Esto implicó una dinámica explicitada en la figura 1.

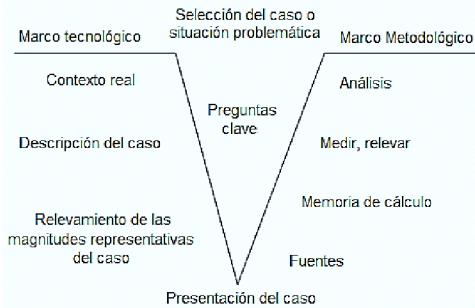


Figura 1. Dinámica del desarrollo del trabajo práctico integrador

Por otra parte, se tuvo en cuenta el trabajo práctico integrador para el desarrollo de competencias en la especialidad Ingeniería Mecánica en el área de la Electrónica y el Control automático como evaluación de los procesos de enseñanza-aprendizaje implicados en la asignatura (tabla 1)

Tabla 1: Relación entre competencia, consecuencias para el aprendizaje e instrumentos aplicados

Competencia	Consecuencias para el aprendizaje y la evaluación	Instrumentos aplicados
Articular, formular y resolver problemas	Selección del caso explicitando la integración	Presentación del pre-proyecto Integración de conocimientos, habilidades y actitudes
Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería	Describir de manera integral el funcionamiento de la instalación, máquina o mecanismo seleccionado. Medir y relevar todos los datos necesarios, observar condiciones relativas a la higiene y seguridad laboral y ambiental	Tablas de observación (check-list, escalas, simulaciones, fotografías, diagramas, etc.)
Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería	Evaluar el conocimiento de cuando y donde aplicar los conocimientos disponibles	Resolución de casos, el aprendizaje por resolución de problemas
Utilizar técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería	Evaluar el desarrollo	Evaluaciones parciales
Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas	Presentación de los proyectos ante el grupo de alumnos para intercambio de experiencias	Proyecto final

En la figura 1 se destaca la selección del caso que está relacionado con el dominio tecnológico que está interrelacionado con el dominio metodológico. Dada la complejidad del mismo, por la variedad y cantidad de tareas asociadas a las preguntas generadas, se analiza cada una como una situación –problema que puede resultar novedosa para el estudiante. En la tabla 1 se muestran las relaciones entre competencias, consecuencias para el aprendizaje e instrumentos aplicados como: reflexiones, decisiones, preguntas, predicciones, informaciones teóricas extraídas de la búsqueda de información, procedimientos, datos, cálculos, etc.)

La integración de conocimientos se dio entre otros en los siguientes proyectos:

- Control de temperatura de salida en tanques de almacenaje de agua, mediante mezcla de fluidos.

En este proyecto se prioriza que el usuario defina la temperatura a la que desea obtener el agua, ya sea para un proceso industrial específico o bien usos más comunes. Presenta la ventaja de que la fuente de calentamiento puede ser totalmente variable. El sistema tal como está planteado, realiza el mezclado de agua fría y caliente para obtener el valor definido sin importar las fuentes, es decir, es un sistema flexible y económico.

Ventajas: La fuente caliente puede provenir de cualquier proceso y es independiente del dispositivo.

- Facilidad de construcción y realización.
- El calentamiento depende del volumen caliente que ha ingresado y el calentamiento se realiza por convección rápidamente.

Desventajas: Sistema algo difícil de estabilizar. Se tiene que trabajar con un rango de error bastante amplio.

- Fuente fría perturba la mezcla a temperatura cuando se llega a su nivel de reposición.
- Si el usuario prefiere una menor temperatura, hay que purgar el tanque de mezcla.

Funcionamiento:

Según puede observarse en la figura 2, se han logrado integrar varios conceptos a fines de otras asignaturas dentro de lo que es la especialidad de ingeniería mecánica. (Mecánica de fluidos, sistemas de control, estabilidad y termodinámica)

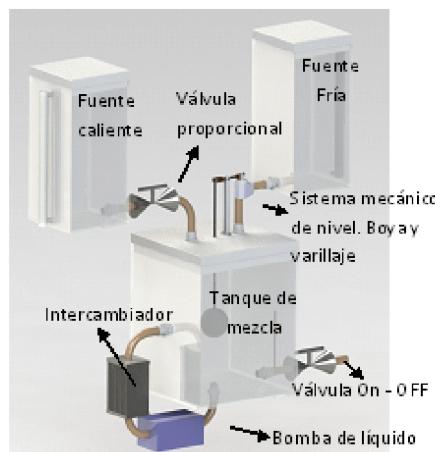


Figura 2. Esquema de tanques

- 1) Se realiza el llenado a un nivel prefijado de agua fría en el tanque central, dominado por un sistema puramente mecánico de boya y varillas, el cual planteo es un análisis de equilibrio y fuerzas resultantes.
- 2) Se incorpora una masa de agua caliente, sensando permanentemente la temperatura mediante una Pt100 solidaria al tanque principal o central. El sensor es quien determina al actuador la permanencia o no de la válvula que permite el ingreso de agua caliente a una temperatura considerada invariable.
- 3) El usuario tiene la posibilidad de enfriar el agua calentada mediante un sistema automático de recirculación, el cual se encarga por medio de una bomba pequeña

centrífuga, de forzar el agua a través de un intercambiador de calor, el cual se encargará de extraer el mismo.

4) Se incorpora además un sensor a la salida que se encarga de medir las sales disueltas mediante la medición de resistencia del fluido. Indicando valores bajos de resistencia para altos valores de concentración y altos valores (tendiendo a infinito) para un agua sin sales, de naturaleza muy poco conductora.

Ejecución y objetivos

Para la realización concreta, se plantea el desarrollo en etapas mediante el control íntegro del sistema mediante Arduino y un software desarrollado por el equipo de trabajo para tal fin. Todo podrá controlarse y medirse en tiempo real. La información obtenida será procesada para su posterior análisis.

2- Control de motores paso a paso en tiempo real y aplicación mecánica.

Este proyecto es una aplicación de la tecnología Arduino para el desarrollo de sistemas de control experimentales. En éste caso, Arduino viene a reemplazar el circuito necesario para que los motores paso a paso funcionen en servicio.

Se pensó en una aplicación mecánica, la misma consiste en la elección de un sistema puramente mecánico que en éste caso será un gato tijera mediante el cual el accionamiento en vez de ser manual, será perfectamente dominado por el motor. Se le dio particular importancia a estos motores ya que son muy utilizados en la industria, particularmente en las máquinas de control numérico, ya sea para el procesamiento de materiales o bien en sistemas robóticos automáticos intervenientes en los procesos productivos.

Para el control en tiempo real, se realizará la conexión entre Arduino y un software con el fin de integrar todas sus ventajas, la posibilidad de externalizar el control físico sobre un sistema.

Ventajas: No tienen inercia propia de frenado.

- El arranque es instantáneo ya que funciona por pulsos
- Movimientos de rotación muy precisos, fácilmente traducibles a desplazamientos.
- Inversión de giro muy fácil de realizar.
- El control se hace en tiempo real y por computadora con todas las posibilidades de modelado matemático y estadístico.

Desventajas: Requiere de un sensado ante posibles errores en el desplazamiento.

- Requiere de un sistema auxiliar para su funcionamiento, no puede conectarse directamente a una red de corriente continua.
- La precisión se ve afectada por aproximaciones en el modelado.

Funcionamiento y ejecución

El principio de funcionamiento se basa entonces, en la interacción con Software-Arduino para que mediante la utilización de la circuitería adecuada, éstos comanden la elevación del gato mediante el motor paso a paso solidario al eje de giro (figura 3). Para ello, desarrollaremos la interfaz de usuario adecuada para realizar éste control, con todas las variables requeridas para una precisión acorde a lo que se pretende.

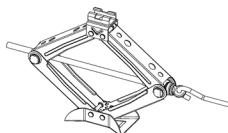


Figura 3: Esquema de la aplicación

El grupo de trabajo está desarrollando por etapas, la concreción de la interfaz concluyendo finalmente en la medición de la altura en base a lo definido en el software, con el fin de aumentar la precisión. Además, se harán todas las mejoras pertinentes tanto en los elementos utilizados como en la lógica de programación.

3. Resultados

En los trabajos presentados, se identificó la situación problemática que se propone novedosa para adquirir las competencias y abordarlo de inmediato, en consecuencia los alumnos debieron construir modelos y esquemas para ello. Se propone entonces una secuencia de actividades que comienza con la presentación de la situación, la formulación de preguntas relevantes consensuadas y el plan de acción.

El Trabajo Práctico integrador formó parte de la evaluación final de la asignatura y consistió en una situación problemática cuya resolución demandó por parte de los estudiantes enfrentar diversos tipos de tareas. Su abordaje supuso la elección de una máquina, mecanismo o instalación real.

A partir de la elección por parte de los grupos de estudiantes se les solicitó medir y relevar todos los datos necesarios y representarlos en un esquema, determinar y relevar las influencias ambientales, agentes corrosivos, etc. La presentación del trabajo práctico integrador debía incluir cuatro fases:

1- FASE CONSTRUCTIVA: se plantea la resolución de un problema que contenga los conceptos involucrados tanto de un dispositivo (como concepto tecnológico industrial y su entorno informático de trabajo, los sensores y actuadores intervenientes)

2- FASE PROCEDIMENTAL: se presenta el caso práctico en el que intervengan PLC, conexiones de borneras, ruteo de cables, llaves de control básicos, luces indicadoras, fuente de alimentación, sensores y actuadores.

3- FASE OPERATIVA: se integra cada momento del proceso en el que se materializa la ejecución del ejemplo a través de la simulación del proceso elegido.

4- FASE EVALUATIVA El objetivo en esta fase es el progreso educativo de los alumnos, a través la actividad de integración de conocimientos propuesta.

El abordar una situación problemática en un trabajo práctico integrador para lograr aprendizajes requiere tener evidencia de ellos, por lo que en cada situación presentada se ponen en evidencia. Esto es factible a partir de los reportes finales de los estudiantes, mediante la comunicación oral y escrita (tabla 2).

En cuanto a la descripción del dispositivo estudiado se presentaron descripciones con un grado de detalle básico a complejo, incorporando dimensiones precisas de ciertas partes, denotando cierto conocimiento de las magnitudes fundamentales y sus correspondientes unidades y escalas.

Se recurrieron a conocimientos de otras asignaturas para comprender y explicar el funcionamiento de los dispositivo y para explicar el funcionamiento del conjunto fue

importante la realimentación con los docentes de la cátedra mostrando una base teórica-conceptual disponible amplia.

El análisis de la información registrada proporcionó indicación sobre la calidad de los aprendizajes de los alumnos, esta evaluación permite al docente motivar a los alumnos y permite diseñar y/o seleccionar las actividades de aprendizaje (tabla 2).

Tabla 2. Relación entre competencia, consecuencias para el aprendizaje

Competencias	Consecuencias para el aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> -Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería -Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería -Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería -Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería -Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas 	<ul style="list-style-type: none"> -Representaciones esquemáticas. -Nivel o grado de explicitación de las representaciones. -Descripción elemental del funcionamiento de la máquina o mecanismo seleccionado. -Medición y relevamiento de los datos necesarios, observación de las condiciones relativas a su uso y aplicación. -Describir en base al conocimiento científico-tecnológico el funcionamiento de la máquina o mecanismo seleccionado -Reconocimiento de los principios y leyes para el funcionamiento de los dispositivos. -Adquirir experiencia en la selección y uso de diversas fuentes de información.

4. Conclusiones

El trabajo práctico integrador es una herramienta pertinente para desarrollar competencias genéricas que indiquen el saber hacer. Esto implica que el estudiante en su formación además de conocimientos debe adquirir una serie de habilidades y destrezas, siendo el trabajo práctico integrador una propuesta pedagógica que permite el desarrollo de las mismas.

Se ha detectado a través de su implementación el incremento en la predisposición de los alumnos hacia el abordaje de temas relacionados al área de control y automatización. Esto se ve al momento de la presentación de informes, la profundidad de tratamiento de los temas, la complejidad de las lógicas y esquemas de control diseñados, el nivel de las consultas de los alumnos sobre características de sensores, actuadores, autómatas y otros componentes.

Bibliografía

- Campanario, J.M. y Otero, J. (2000). La comprensión de los libros de texto. En Perales, F. J. y Porlan, R (Eds.) Didáctica de las ciencias experimentales pp. 323-338. Alcoy: Editorial Marfil
- CONFEDI La Formación del Ingeniero para el Desarrollo Sostenible 22 Aportes del CONFEDI Congreso Mundial Ingeniería 2010 – Buenos Aires – Octubre 2010
- Jiménez-Liso, M. R.; Sánchez, M. A. y de Manuel, E. (2002) Química cotidiana para la alfabetización científica: ¿realidad o utopía? Educación Química, (13) 4, 259-266.
- Jiménez-Liso, M. R. y de Manuel, E. (2009). El regreso de la química cotidiana: ¿regresión o innovación? Enseñanza de las Ciencias, (27), 2, 257- 272.
- Perrenoud, P. (2004). Diez nuevas competencias para enseñar. Graó. Barcelona.
- Prieto, L. (Coord.) La enseñanza universitaria centrada en el aprendizaje. Barcelona: Octaedro/ICE UB. (2008).

- Sánchez, I. y Flores, P (2004). Influencia de una metodología activa en el proceso de enseñar y aprender Física. *Journal of Sciencie Education*, V..5 Nº 2, 77-83.
- Sánchez, I. (2007) Aprendizaje Significativo a través de resolución de problema integradores y contextualizado por investigación (ASARPIC). *Panorama Científico: Conicyt*, V. 21.
- Sanchez, I. (2009) Influencia de la resolución de problemas por investigación; en el pensamiento crítico, estrategias y calidad del aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, 3503-3507.
- Zabala, Z. y Arnau, L. (2007). 11 Ideas Clave. Cómo aprender y enseñar competencias. Barcelona: Graó.