



2019 10 al 13 de septiembre - Cartagena de Indias, Colombia

RETOS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS EN LA ERA DIGITAL

APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTO Y LA FORMACIÓN BASADA EN COMPETENCIAS. EL TRABAJO EN EQUIPO EN LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

Bernaola Gustavo, Duré Diana, Ibarra Aranda Matías, Vargas Orlando

**Universidad Tecnológica Nacional
Resistencia, Argentina**

Resumen

La propuesta presenta como objetivo central trabajar en forma integrada e interdisciplinar en la generación de competencias y habilidades de desempeño en el alumno de ingeniería, desde una etapa temprana de su formación académica. Se pretende incentivar no solo la capacidad de resolución de problemas cercanos a la vida profesional a partir del trabajo grupal colaborativo, utilizando el desarrollo de prototipos o diseños experimentales sencillos o bien dispositivos tecnocientíficos. En esta primera parte se presenta el trabajo en equipo. Como ejemplo se presenta tres dispositivos: Cohetes de agua, mini CNC con DVD, motores de agua autosustentable.

Palabra clave: proyecto; trabajo en equipo; integradora

Abstract

The proposal presents as a central objective to work in an integrated and interdisciplinary way in the generation of competences and performance skills in engineering students, from an early stage of their academic training. It is intended to encourage not only the ability to solve problems close to professional life from collaborative group work, using the development of prototypes or simple experimental designs or techno-scientific devices. In this first part, teamwork is presented. As an example, three devices are presented: Water rockets, mini CNC with DVD, self-sustaining water motors.

Keyword: technological project. teamwork

a) Justificación

Esta propuesta se ha encuadrado como Enseñanza de la ingeniería, en el proceso de enseñanza y aprendizaje, considerando el Aprendizaje Basado en Proyecto y el Aprendizaje colaborativo como prácticas de Innovaciones educativas en carreras de Ingeniería. La utilización de métodos o técnicas de enseñanza y aprendizaje innovadoras, se incorporan como experiencia para que el estudiante aprenda a trabajar en equipo promoviendo su realización personal e individual y son utilizadas como fuentes de resiliencia, éstas promueven actitudes que favorecen el desarrollo de habilidades que posibiliten al estudiante salir fortalecido convirtiéndose en responsable de su propio aprendizaje. Este nuevo direccionamiento genera en los estudiantes de ingeniería nuevos campos de interpretación y valoración, tanto en términos conceptuales como operativos.

El trabajo en equipo es una competencia base en el desarrollo profesional de los ingenieros, se busca generar la capacidad de resolución de problemas ingenieriles, integrando el saber, saber hacer y saber ser, a través de la promoción del aprendizaje continuo y autónomo, el desempeño efectivo en equipos de trabajo, la gestión, planificación y ejecución proyectos, como así también la comunicación efectiva, entre otras competencias Sociales y Genéricas de la Ingeniería, por ello se trabaja desde una etapa temprana en su formación académica, en el primer año de la carrera.

Este proyecto se refiere, específicamente, a las prácticas que se plantea desde el objetivo de dar coherencia a las actividades integradoras que deberá realizar el alumno haciendo hincapié en la promoción de las destrezas y las técnicas implicadas en las competencias establecidas en la planificación de la materia pero sobre todo, podrán adquirirlo con un enfoque práctico orientado a resolver problemas técnicos concretos, articulado a través de una actividad extracurricular, sin olvidarnos de un aspecto importante como es el del seguimiento académico del alumno.

Entendiendo al seguimiento académico como el *proceso de comunicación* entre el profesor y el alumno donde el primero proporciona un *feedback* al segundo con el desarrollo de las competencias y conocimientos individuales.

La propuesta es desarrollar para la asignatura Ingeniería Electromecánica I, una metodología orientada a resolver problemas técnicos concretos planteados, con el fin de ofrecer la oportunidad de asumir en los estudiantes la autonomía en su aprendizaje, hacer hincapié en las competencias profesionales, propiciar en ellos una imagen de las posibilidades de acción dentro de la carrera elegida. Por otra parte, hacer referencias en competencias profesionales obliga a crear situaciones propicias para que los estudiantes puedan formarse una imagen de las posibilidades de acción dentro de la carrera elegida. En cuanto a los docentes existen una multitud de metodologías, pero la metodología activa, da al estudiante el papel protagónico, pues es él quien se enfrenta a los retos de aprender y asume el papel activo en la adquisición del conocimiento.

El objetivo central es trabajar en forma integrada e interdisciplinar integrando las asignaturas del 1er. nivel, se pretende incentivar la capacidad de resolución de problemas cercanos a la vida profesional, utilizando *el desarrollo de prototipos o diseños experimentales sencillos o bien dispositivos tecnocientíficos*, para la promoción de la autonomía, toma de decisiones, comprensión,

análisis y síntesis, el uso de estrategias adecuadas en la búsqueda de la solución más pertinente y el trabajo grupal colaborativo, pueden ser incluidas en las estrategias centradas aprendizaje significativo ya que en el marco del aprendizaje experiencial se encuentran y se unen en: a) Solución de problemas reales (aplicación a situaciones de un ámbito de conocimiento donde la solución puede no ser única). b) Análisis de casos (promueven habilidades de aplicación e integración de conocimiento, toma de decisiones y solución de problemas). c) Aprendizaje basado en proyectos (el alumno aprende a través de una experiencia personal y activa orientada a la solución de problemas específicos). d) Aprendizaje colaborativo. e) Formación basada en competencia. f) Trabajo en equipo. g) Simulaciones de contextos reales. h) Aprendizajes mediados por TIC.

2. La transformación de la clase a través del trabajo en equipo.

El Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de Argentina (CONFEDI) establece las competencias genéricas del egreso del Ingeniero Argentino, una de ellas es:

Competencia para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.

- a. Capacidad para identificar las metas y responsabilidades individuales y colectivas y actuar de acuerdo con ellas.
- b. Capacidad para reconocer y respetar los puntos de vista y opiniones de otros miembros del equipo y llegar a acuerdos.
- c. Capacidad para asumir responsabilidades y roles dentro del equipo de trabajo.

Supone la creación de grupos de personas que se reúnen, colaboran e interactúan de forma específica para un fin determinado (trabajo o proyecto). Estos grupos de personas generalmente cuentan con habilidades y conocimientos complementarios comprometidos con una responsabilidad en común. En consecuencia, en un equipo de trabajo existe una interdependencia de las partes, con objetivos individuales y grupales que son el fin último del desarrollo del trabajo en equipo. Esta competencia tiene relación con habilidades de relación como comunicación, compromiso y motivación, autocontrol, relajación, negociación y gestión de conflictos. En esta competencia se abarcan tres grandes líneas de acción: creación de equipos, trabajo en equipo y dinámica de grupos.

Los modelos conceptuales que se han desarrollado para el trabajo en equipo son útiles para discutir sus múltiples componentes, explicar cómo se acoplan entre sí para producir los resultados deseados y determinar cómo podrían desarrollar conocimientos y habilidades de trabajo en equipo. El Modelo Inputs-Controls -Outputs de trabajo en equipo, explica la incidencia de los distintos factores que afectan a su éxito, los procesos que internamente tienen lugar y a qué niveles deben evaluarse los resultados (Davis, 2013).

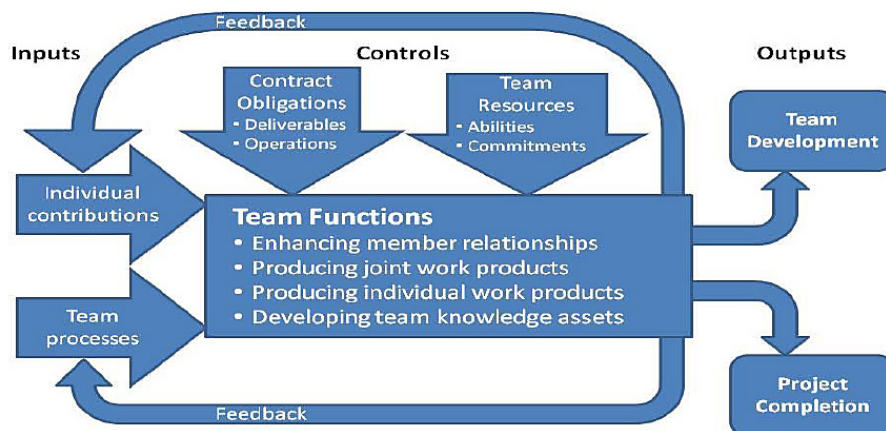


Figura 1. Conceptual Model for Teamwork (Davis,2013).

Se propone un modelo conceptual para el trabajo en equipo compuesto por entradas, productos y funciones de equipo bajo el control del equipo, como se muestra en la Figura 1, el trabajo de un equipo se enfoca en los logros o productos igualmente importantes: desarrollo del equipo (desarrollo de la efectividad del equipo) y la finalización del proyecto (finalización del proyecto o tareas asignadas al equipo).

Los aportes de los miembros del equipo al trabajo en equipo se consideran contribuciones individuales o procesos compartidos organizados por el equipo. Dichos aportes contribuyen a las cuatro funciones del equipo orientadas al producto: crear relaciones de equipo, producir productos de trabajo conjunto, producir productos de trabajo individuales hacia los objetivos del equipo y gestionar la información del equipo o los activos de conocimiento (Davis, 2009). Obligaciones contractuales y las limitaciones de recursos (administradas por el equipo) dirigen cómo se implementan las funciones del equipo, por lo tanto, influyen en el éxito del equipo para lograr el desarrollo deseado del equipo y la finalización del proyecto.

En el contexto del trabajo en equipo para nuestro trabajo con desarrollo de prototipos o dispositivos tecnocientíficos como proyecto, el comportamiento de los miembros del equipo y los procesos del equipo contribuyen a las relaciones constructivas, los logros conjuntos, las contribuciones individuales y la gestión de la información que producen sinérgicamente un buen rendimiento del equipo y la finalización exitosa (o no) del proyecto. A partir de la consideración de este modelo, identificamos los principios del trabajo en equipo que deben ser comprendidos por aquellos involucrados como los estudiantes o docentes. Los principios incluyen los siguientes:

Tabla 1: Principios de trabajo en equipo (Davis,2013)

Principios	Características
Principio 1: Los equipos tienen metas duales.	Los equipos deben trabajar para avanzar simultáneamente el desarrollo del equipo y la finalización del proyecto. El énfasis excesivo de uno al costo del otro reducirá el logro del equipo
Principio 2: Los equipos necesitan dos tipos de entradas	Los equipos deben garantizar que se realicen aportes suficientes y efectivos a través de contribuciones individuales y procesos de equipo. Una falta en un tipo de entrada puede reducir la efectividad del otro.
Principio 3: la mejora del equipo requiere retroalimentación	Los equipos deben tener mecanismos establecidos para proporcionar comentarios sobre las actuaciones. Debido a que los sistemas de control de bucle abierto (sin retroalimentación) se vuelven inestables, la retroalimentación apropiada es esencial para una mejora constante.
Principio 4: La retroalimentación requiere definiciones de desempeño y evaluación.	Los equipos deben definir los desempeños deseados para las funciones del equipo dirigidas a lograr los objetivos del equipo para permitir la evaluación de estos desempeños, que pueden guiar la mejora.
Principio 5: Los miembros necesitan responsabilidad y autoridad	Los miembros del equipo deben ser responsables de los resultados esperados y deben tener la autoridad necesaria para tener éxito.
Principio 6: Los procesos necesitan definición y propiedad	Los procesos del equipo deben definirse para que todos los involucrados conozcan las expectativas del equipo. Alguien debe ser responsable de monitorear.

En nuestro ámbito universitario estos principios resaltan la necesidad de establecer definiciones de los rendimientos de trabajo en equipo deseados que puedan informar el aprendizaje y guiar las mejoras de desempeño. Para poder resumir la teoría y la propuesta de lo trabajado en el aula se confecciona figura 2, la cual se desarrollará en el ítem siguiente.

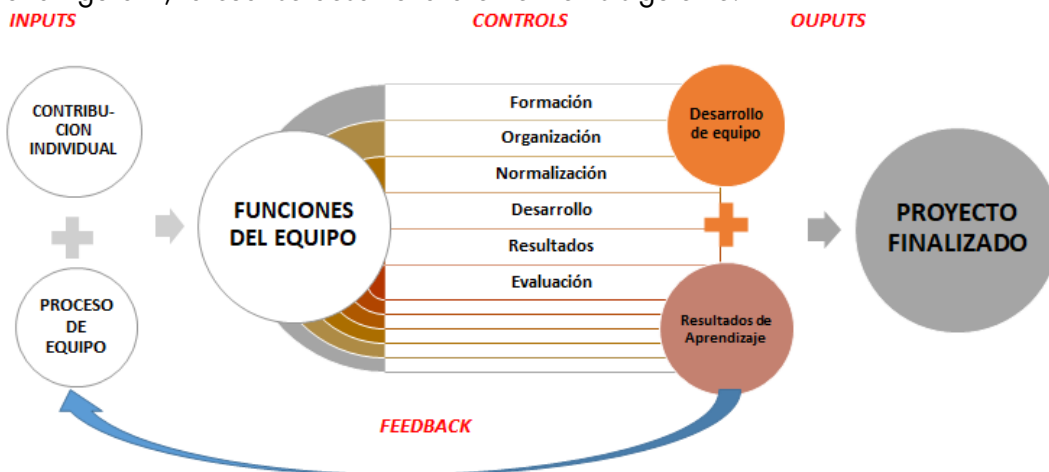


Figura 2. Diagrama conceptual del trabajo en equipo aplicado. Confección propia.

Siguiendo la figura 2 y los principios del modelo conceptual de Davis, la función de los equipos se puede asignar como actividades secuenciadas, en el trabajo real con los estudiantes se diseñó una serie de formularios guías, que no se han consignado en este trabajo, pero si se tratara de indicar las actividades grupales.

a) Formación del equipo de trabajo (principio 1): Esta fase es de gran importancia, es la tarea previa a la actividad propiamente dicha en la que los estudiantes deben hacer un primer contacto,

porque hay aspectos como la organización del grupo, la planificación del trabajo, el sistema y la frecuencia de interacción, la comunicación entre los miembros y la toma de decisiones, que deben estar debidamente previstos desde el inicio. El número aconsejable de miembros por grupo es un máximo de cinco o seis. Etapa que ayuda a consolidar el grupo, desarrollo de sentido común de propósito, pertenencia y compromiso.

- *Actividad 1: Dar nombre al equipo: composición y misión del Equipo:* se trata de una actividad de carácter informal, que tiene como finalidad principal que los estudiantes mantengan un primer contacto de relación e interacción social para dar un nombre al grupo que les identifique.

- *Actividad 2: Establecer los acuerdos iniciales:* esta actividad permite la elaboración de un conjunto de primeros acuerdos que funcionen como normativa interna, estrategias de comunicación y parámetros de organización del grupo. Estos acuerdos iniciales serán revisados a lo largo del proceso del trabajo en grupo para validar su cumplimiento, así como para corregir desviaciones.

- *Actividad 3: selección y concreción del tema del proyecto.* Los grupos deben entrar en una discusión que los lleve a concretar el alcance del proyecto. Para ayudar a este proceso, el profesor puede proponer los temas de los trabajos.

- Identificar con claridad los objetivos del proyecto
- Definir el alcance y los entregables del proyecto
- Se ha entendido claramente la misión y los objetivos generales del proyecto.
- ¿Hay una interdependencia entre los miembros enfocada hacia el logro de los objetivos?
- ¿Estamos utilizando las cualidades y capacidades personales para una adecuada interrelación y complementariedad entre los miembros según el trabajo a desarrollar?

b) Organización del equipo (principio 2): Se debe garantizar las contribuciones individuales y el cumplimiento de los roles de cada integrante del equipo.

- *Actividad 4: asignación de papeles, responsabilidades y tareas:* El grupo se organiza internamente, se reparten los roles y las tareas creando una estructura definida.

- *Actividad 5: Planificación del trabajo: tiempo y etapas:* Los grupos elaboran una planificación del trabajo que realizarán. Se identifican las estructuras del trabajo para mantener un orden lógico y la efectividad del otro.

c) Normalización (principio 3): Estructuración del equipo, se debe establecer mecanismos para el trabajo de los integrantes del equipo (normas de trabajo del equipo).

- *Actividad 6: Normalización del equipo, establecimiento de normas y acuerdos para el trabajo de los miembros del equipo.* Estos acuerdos deben ser revisados a lo largo del proceso del trabajo en grupo para validar su cumplimiento, así como para corregir desviaciones (retroalimentación).

Ejemplo reglas para el ambiente del equipo

Reglas	Mecanismos de trabajo colaborativo	Características de los grupos
<ul style="list-style-type: none"> • Escuchar • Oportunidad para todos • Votar si es necesario • Respetar los materiales de otros • Pedir ayuda cuando sea necesario 	<ul style="list-style-type: none"> • Participar en discusiones • Desarrollar propuestas • Resolver problemas • Asumir responsabilidades individuales en desarrollo de tareas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cada grupo está compuesto por estudiantes de rendimiento variado. • El promedio de rendimiento de cada grupo debe ser similar. • Distribución balanceada por sexo (sobre todo para garantizar que las pocas estudiantes femeninas fueran seleccionadas de forma equitativa).

d) Desarrollo del trabajo (principio 4): Los equipos han desarrollado las interdependencias entre las partes del equipo para el resultado del trabajo. Deben definir si se ha logrado los objetivos del equipo para poder evaluar sus desempeños y la adquisición de las habilidades requeridas para la gestión del trabajo grupal.

- *Actividad 7: Auto-evaluación intermedia del funcionamiento del equipo:* permite tomar conciencia del proceso seguido hasta el momento con el fin de introducir mejoras en el trabajo en equipo, detectando debilidades y haciendo propuestas de mejora para la elaboración del trabajo.

e) Resultados (principio 5 y 6): El éxito de cada equipo reside en los resultados esperados por el docente y los miembros del equipo con la entrega del trabajo y la comunicación de lo realizado por el equipo. Esto se plasma con la elaboración y estructuración de la información elaborada por el equipo y la presentación del prototipo. Se proponen tres actividades principales:

- *Actividad 8: Documentación final del trabajo* llevado a cabo por el equipo en el transcurso de la asignatura. Los equipos hacen un informe final a partir del desarrollo y redacción de los contenidos acordados.

- *Actividad 9: Presentación y comunicación del trabajo.* Los equipos hacen una presentación oral de los resultados del trabajo a partir del documento elaborado.

- *Actividad 10: Presentación del prototipo elaborado,* además de los videos de seguimiento elaborados por cada equipo.

f) Evaluación del trabajo en equipo (principio 5 y 6): La evaluación de lo aprendido se analiza los resultados de aprendizaje, tiene por finalidad la elaboración y estructuración de la información elaborada por el equipo en la etapa anterior. Se proponen las actividades:

- *Actividad 11: Evaluación del trabajo equipo.* Los estudiantes realizan una evaluación grupal de la dinámica del equipo que les ayuda a reflexionar sobre las capacidades que han adquirido a lo largo de todo el proceso.

- *Actividad 12: Autoevaluación sobre la competencia del trabajo en equipo.* Cada alumno responde a un cuestionario que permitirá valorar individualmente el desarrollo de la competencia del trabajo equipo.

3. Evaluación e indicadores de logro

A la hora de evaluar hay que valorar en primer lugar el trabajo en equipo, se debe ver los resultados relacionados con la asignatura, con el trabajo en equipo y los relacionados con las habilidades personales. La metodología varía de acuerdo con cómo se desarrolló el trabajo en el

aula, el desempeño del grupo como unidad y el desempeño individual de los estudiantes. Debe existir una evaluación externa por el profesor y autoevaluación interna por el propio grupo.

Para evaluar el desempeño individual de los alumnos se propuso la evaluación por pares, complementada con una autoevaluación.

Para la autoevaluación cada estudiante completara un cuestionario de desempeño individual dentro del equipo y por otro lado completara un cuestionario como compañeros de equipo tenga, evaluando el desempeño individual de cada uno de ellos, a los estudiantes se les entrego fichas de autoevaluaciones.

Los resultados esperados de desarrollo y aplicación de la competencia se resumen en los siguientes indicadores:

- Participa en el equipo (participación y compromiso con el trabajo en equipo).
- Colabora en el equipo (relaciones interpersonales)
- Se involucra en el equipo (actitud abierta y negociación)
- Fomenta el espíritu de equipo (liderazgo)
- Mejora el funcionamiento del equipo (Aprendizaje continuo)

Para evaluar estos indicadores se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Realiza las tareas que son asignadas dentro del equipo en los plazos requeridos.
- Participa de forma activa en los espacios de encuentro del equipo, compartiendo la información, los conocimientos y las experiencias.
- Propone ideas que mejoran el funcionamiento del equipo y la responsabilidad de los miembros: organización y distribución de tareas.
- Realiza una autoevaluación sobre la competencia del trabajo en equipo

A nivel equipo:

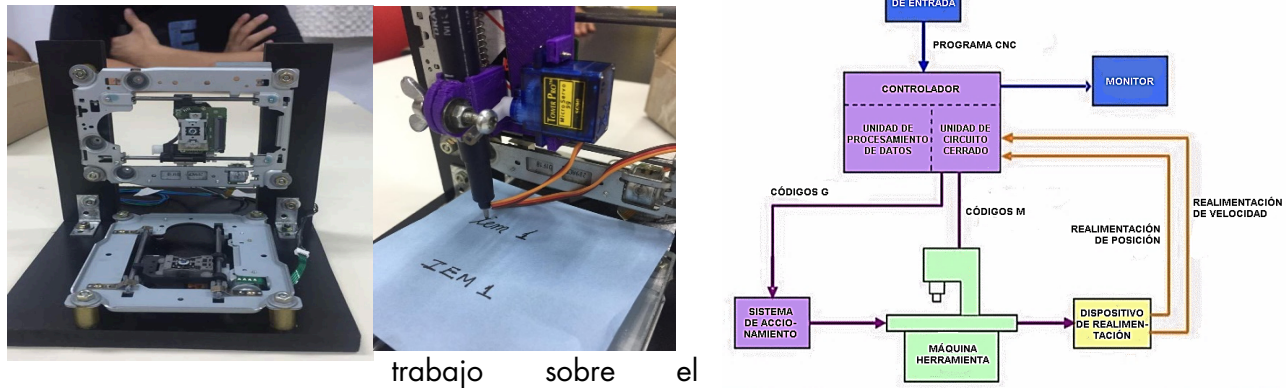
- Se definen acuerdos, normas internas, estrategias de comunicación y organización para el funcionamiento del equipo
- Se identifica con claridad los objetivos del proyecto
- Se define el alcance y los entregables del proyecto
- El equipo tiene una asignación de papeles, responsabilidades y tareas entre sus miembros.
- Se organiza internamente y tiene una estructura definida.
- Se organiza asignando tareas y responsabilidades
- El coordinador del equipo está claramente identificado y ejerce como tal.
- El coordinador tiene un liderazgo y ayuda a controlar, tomar decisiones y resolver conflictos
- El equipo tiene una planificación adecuada de su trabajo y mantienen un orden lógico.
- Se realiza un seguimiento de la planificación del trabajo y se trata de cumplir.
- Hay una revisión de los acuerdos del equipo a lo largo del proceso para validar su cumplimiento, así como para corregir desviaciones
- Se realizan auto-evaluaciones intermedias del funcionamiento del equipo
- El equipo consigue finalizar el trabajo con los entregables y los contenidos acordados
- El equipo presenta y comunica el trabajo de forma clara a partir del documento elaborado
- El equipo realiza una evaluación grupal del trabajo en equipo y documenta las lecciones aprendidas.

4. Propuesta de la asignatura

PROYECTO CONSTRUCCIÓN DISPOSITIVOS TECNOCIENTIFICOS

Consigna de trabajo: Construir un dispositivo tecnocientífico que sea realizado con materiales de bajo costo, el cual debe integrar los contenidos de las asignaturas del primer nivel y los contenidos de la asignatura.

Ejemplo Mini CNC con DVD: Se presenta el prototipo y la secuencia que planifico el grupo de



prototipo.

Figura 3: Secuencia planificada por los alumnos y prototipo del Mini CNC con DVD

Conclusiones

Un proyecto implica un esfuerzo mancomunado de todos los que participan en su implementación, se debe reconocer que el trabajo en equipo es importante para el éxito de todo proyecto, las carreras de ingeniería deberían dar mayor atención al desarrollo de habilidades de equipo en estudiantes de ingeniería.

Incentivar al estudiante desde los primeros años de cursado de la carrera a trabajar por proyectos proporcionan un contexto excelente para motivar el aprendizaje del trabajo en equipo y para enseñar y evaluar habilidades auténticas de trabajo en equipo.

En el trabajo en equipo propuesto a nuestros estudiantes, utilizando *el desarrollo de prototipos, diseños experimentales o bien dispositivos tecnocientíficos*, los equipos tienen que lograr objetivos comunes, en consecuencia, los equipos se orientan fuertemente en los resultados. El carácter finito del proyecto implica integrar contenido y evaluaciones que pueden apoyar el éxito de estos. Los docentes que participan como guías / tutores en el desarrollo de proyectos y del trabajo en equipo, al igual que los estudiantes deben aprender y desarrollar también habilidades esenciales para organizar el conocimiento.

Los estudiantes en las primeras etapas de desarrollo de los proyectos, van generando habilidades con progresos moderados, se necesita tiempo y prácticas adicionales para lograr ciertos niveles de rendimiento, pero con práctica continua de habilidades de trabajo en equipo, por ello es importante que en todas las asignaturas y durante los distintos niveles de cursada del estudiante se trabaje sobre el aprendizaje del trabajo en equipo, se producirá un crecimiento del trabajo en equipo que alcanza niveles significativos de experiencia antes de la graduación.

Para un éxito del trabajo en equipo los profesores deben identificar en su currículo como trabajar el aprendizaje basado en proyectos y utilizar estas experiencias de manera óptima para los estudiantes. Experiencias repetidas de trabajo en equipo con mayores expectativas de desempeño y complejidad, hace avanzar a los estudiantes.

Referencia bibliográfica

- Davis, D. P.E.(2012), *Building Student Capacity for High Performance Teamwork*. Washington State University. Paper ID #5944 American Society for Engineering Education.
- Davis, D., et al. (2009). *Assessing design and reflective practice in capstone engineering design courses*. in *American Society for Engineering Education Annual Conference*. Austin, Texas: American Society for Engineering Education

Sobre autores

- **Bernaola Gustavo:** Ingeniero Electromecánico Gustavo Alberto Bernaola, Especialista en Ingeniería en Calidad, graduado en UTN Resistencia. Docente de Grado en UTN desde el año 1989 en Integradora de la carrera de Ingeniería Electromecánica. gustavo@edesycc.com.ar
- **Duré Diana:** Ingeniera Electromecánica Duré, Diana Analía, Especialista en Docencia universitaria graduado en UTN Resistencia. Docente de Grado en UTN desde 2003 en la Asignatura Sistemas de representación. dianadure2005@yahoo.com.ar
- **Ibarra Aranda Matías:** Ingeniero Electromecánico Ibarra Aranda, Matías, graduado en UTN Resistencia en 2013. Docente en Seminario de Ingreso UTN entre 2014 y 2017, docente de la Asignatura Física I desde 2017. ing.matias.ibarra@gmail.com
- **Vargas Orlando:** Ingeniero Electromecánico Orlando Claudio Vargas, Especialista en Docencia Universitaria, graduado en UTN Resistencia. Docente de Grado en UTN desde el año 1994 en asignaturas de tecnología aplicada, responsable del Laboratorio de Diseño Simulación e Impresión 3D. orlandoclaudiovargas@gmail.com

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2019 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)