

Desarrollo de competencias de liderazgo y trabajo en equipo en el contexto de la formación en tecnologías de fabricación avanzadas para estudiantes de ingeniería industrial

F. Cordovilla^a, M. Naffakh^{b*}

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid (ETSII-UPM), José Gutiérrez Abascal 2, 28006 Madrid, España

RESUMEN

La formación requerida para los nuevos graduados en ingeniería industrial se enfrenta a nuevos desafíos que van más allá de la enseñanza puramente científico-técnica. En la mayoría de los casos, estos graduados, están destinados a trabajar en entornos laborales donde los conocimientos que se adquieren en los sistemas de enseñanza tradicionales, deben combinarse con habilidades organizativas, como la gestión, el liderazgo o el trabajo en equipo, para hacer frente a la naturaleza multidisciplinar, y volátil, a la que deben enfrentarse. Surge, en este contexto el paradigma, que lleva a la evolución de la enseñanza de conocimientos al desarrollo de competencias, suponiendo un gran desafío para los formadores en ingeniería industrial. Mientras que la adquisición de conocimientos se considera un proceso medible mediante la noción de prueba objetiva/examen, competencias indispensables, como el liderazgo, solamente pueden ser inculcadas entre los alumnos mediante un ejercicio constante de las mismas. El presente trabajo presenta el desarrollo y análisis de una experiencia de innovación educativa llevada a cabo en el grado en ingeniería de las tecnologías industriales de la UPM**. En el contexto de una asignatura tecnológica obligatoria, se ha propuesto la superación de un desafío científico-técnico a los alumnos, teniendo éstos que organizarse en torno a grupos de trabajo, jerárquicos y estructurados funcionalmente. El elevado nivel de calidad de los trabajos presentados, en forma de memorias técnicas y presentaciones públicas, así como, el seguimiento de los alumnos mediante la elaboración de cuestionarios durante el desarrollo de los trabajos, han permitido constatar el entusiasmo suscitado y la eficacia, de la experiencia planteada.

Palabras clave: Liderazgo e ingeniería, trabajo en equipo, tecnologías industriales, nanomateriales

INTRODUCCIÓN

La titulación de ingeniería industrial es una de las carreras del ámbito científico-técnico en la que más se requiere del desarrollo de capacidades y competencias como la comunicación, filosofía de aprendizaje continuo y fuerte liderazgo, en consonancia con valores como el trabajo en equipo y un espíritu innovador, por parte de los futuros graduados en ingeniería, destinados, en su mayoría, a ocupar cargos de altísima responsabilidad en la industria o en la administración.

El trabajo en equipo es la capacidad para funcionar en equipos multidisciplinarios y facilitar soluciones creativas a problemas difíciles, por lo que se requiere poseer habilidades de cooperación, asertividad, responsabilidad, comunicación, autonomía y coordinación. Por el contrario, el concepto de liderazgo suele estar relacionado con las habilidades de dirigir, motivar y promover el trabajo en equipo, así como el desarrollo eficaz de las actividades. En general, los líderes cuentan con una serie de objetivos que deben ser alcanzados, y se espera que sean capaces de establecer los procedimientos necesarios para lograrlos.

^afrancisco.cordovilla.baro@upm.es, teléfono: 0034910676997

^{b*}mohammed.naffakh@upm.es, teléfono: 0034910677036

**Proyecto de Innovación Educativa "La formación del liderazgo en fabricación, inspección y nanomateriales en estudiantes de Ingeniería en Tecnologías Industriales (IP: M. Naffakh*)" concedido en la convocatoria de Innovación Educativa y mejora de la calidad de la enseñanza 2022 de la ETSII-UPM y soportado por la Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial (F2I2).

En el ejercicio de la profesión de ingeniero industrial, ¿cuál es la clave del éxito? ¿la formación científico-técnica, las cualidades para el trabajo en equipo, para el liderazgo, o en una combinación de todos estos factores? En un reciente estudio realizado por J.M. Cardona Labarga y F. Herreros Salcedo¹ se destaca la importancia de las cualidades de liderazgo, como requisito indispensable para el éxito en los proyectos de ingeniería.

El liderazgo es la palanca de la productividad, de la motivación, del entusiasmo y de la ilusión. Es la clave del compromiso para mejorar cuestiones pequeñas tras las cuales se puede esconder el secreto de grandes avances. Sin embargo, el desarrollo de habilidades interpersonales es un requisito esencial para ejercitar un estilo adecuado liderazgo.

Dentro de dichas habilidades destacan la comunicación efectiva y la escucha atenta y oportuna². En este sentido, a pesar de la existencia de tantos estilos de liderazgo como líderes puede haber, la tendencia actual es la de ejercer el liderazgo de forma democrática y participativa. En esta modalidad se permite que todos los integrantes del equipo intervengan en la toma de decisiones, mediante la guía pertinente del líder. Y, por tanto, la "Educación de Calidad" obliga a potenciar el liderazgo en el futuro ingeniero por las tareas que debe enfrentar^{3,4}.

En la Agenda 2030 de las Naciones Unidas se han establecido objetivos, expresadas en acciones concretas y metas de valores. El ODS4, "Educación de Calidad", es parte de la columna vertebral de los 17 Objetivos para el Desarrollo Sostenible. Eso nos inspira a pensar de manera creativa para aprovechar enfoques innovadores y repensar críticamente la forma en que abordamos los desafíos de desarrollo en Educación y Liderazgo, con el propósito de dar una serie de soluciones que, en diferentes ámbitos industriales, pueden contribuir al desarrollo de nuevos materiales avanzados y sostenibles, como ocurre con distintas aplicaciones de los nanomateriales. Para abordar estos retos es necesaria una educación transformadora dentro y fuera del aula que fomente la adquisición de herramientas necesarias para identificar, diseñar e implementar acciones transformadoras en todos los niveles educativos. En este sentido, la educación y la formación debe fomentar vías de aprendizaje flexibles para asegurar que todos los/las alumnos/as puedan adquirir los conocimientos teóricos y prácticos fundamentales para promover el desarrollo sostenible y garantizar el retorno a la sociedad del conocimiento generado en las Universidades.

En esta última década hemos asistido a la irrupción de la Nanociencia y la Nanotecnología como áreas punteras de investigación que se están desarrollando tanto en los países más avanzados como en aquellos con economías emergentes. Teniendo en cuenta que la nanotecnología está cambiando e impactando nuestras vidas, la educación no se escapa de esta revolución científico-tecnológica^{5, 6}. La asimilación de contenidos de la Nanociencia y la Nanotecnología involucra actuaciones en el ámbito de la divulgación, y de la formación reglada, también denominada educación formal, en escuelas y universidades.

A la hora de implementar estrategias formativas en las competencias anteriormente descritas: trabajo en equipo, liderazgo y formación en disciplinas disruptivas de ingeniería, como son los nanomateriales, es necesario trabajar en un marco formativo que proporcione recursos, motivación y oportunidades para poner en práctica el desempeño de dichas competencias, así como, permitir al profesorado evaluar, en cada alumno, el nivel de realización alcanzado en las mismas. El acceso a un número elevado de alumnos, que facilite la organización de los mismos en grupos de trabajo jerarquizados, con roles y responsabilidades perfectamente definidas, y orientado a la resolución de un reto en ingeniería, que pase por el uso de nanomateriales, se presenta, idealmente, como el conjunto de condiciones más idóneo para la formación en las competencias que se pretenden potenciar. Más aún, cuando el desarrollo de las mencionadas competencias no es abordado de forma específica en la mayoría de los programas de las asignaturas de índole científico-técnicas por las que pasa el alumno durante su formación como graduado en ingeniería industrial.

El presente trabajo plantea la introducción de retos de liderazgo y trabajo en equipo para estudiantes de ingeniería industrial en el contexto de tecnologías de diseño y fabricación avanzadas, con especial hincapié en la utilización de nanomateriales. La estructura de trabajo planteada, ha permitido, no solo simular condiciones de trabajo realistas del día a día de un ingeniero dedicado a proyectos de ingeniería, sino también, la evaluación multifactorial, de los distintos miembros del grupo, entre sí, mediante formularios preparados por los docentes responsables, como técnica para estimular el análisis crítico y constructivo de las personas con las que interactúan en un entorno académico y profesional. Los resultados obtenidos mediante el análisis de los trabajos realizados por los alumnos, avalan la eficacia de la metodología propuesta, donde equipos multidisciplinarios y organizados jerárquicamente, en los que los alumnos, de forma autónoma, se reparten roles, responsabilidades y tareas concretas, han sido capaces de afrontar desafíos de diseño, de naturaleza científico-técnica, con un elevado grado de calidad y completitud.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

Una asignatura troncal en los programas de ingeniería industrial, con un claro enfoque tecnológico, como es la asignatura Tecnología de Materiales del Grado en Ingeniería de las Tecnologías Industriales (ETSII - UPM), reúne los requisitos idóneos para la formación y el ejercicio de las técnicas y competencias cuyo desarrollo se pretende fomentar por parte de los alumnos. La naturaleza troncal de la asignatura permite disponer de un elevado número de alumnos para la organización de grupos de trabajo con estructuras jerárquicas coherentes. Así mismo, al tratarse de una asignatura de cuarto curso, en la que los alumnos del GITI mayoritariamente ya han seleccionado la especialidad con la que quieren culminar su formación como graduados en ingeniería industrial, la naturaleza de los equipos de trabajo resultantes, así como, el reparto de roles dentro de los mismos, ha de ser necesariamente multidisciplinar, fomentando el entendimiento entre especialistas de distintos campos de conocimiento: ingeniería mecánica, eléctrica, electrónica, de materiales, química, del medio ambiente, etc. (ver figura 1). La disponibilidad de horas de prácticas en la asignatura, así como el apoyo por parte de la coordinación de la misma para la puesta en marcha de esta iniciativa, han permitido su plena puesta en práctica, involucrando a un número de alumnos que puede considerarse significativo (en torno a 200), que se han articulado en torno a 10 grupos de trabajo con unos 20 alumnos por cada grupo, estructurados de forma jerárquica y coordinada para la elaboración de proyectos caracterizados por un nivel considerable de sofisticación tecnológica. Algunos de estos proyectos son: equipo de hemodiálisis, filtro de partículas HEPA, o baterías para el vehículo eléctrico. En cada uno de los temas propuestos se ha contemplado la posibilidad, teórica o práctica, de incorporar nanomateriales para conseguir un diseño satisfactorio o mejorar las características de los diseños disponibles habitualmente.

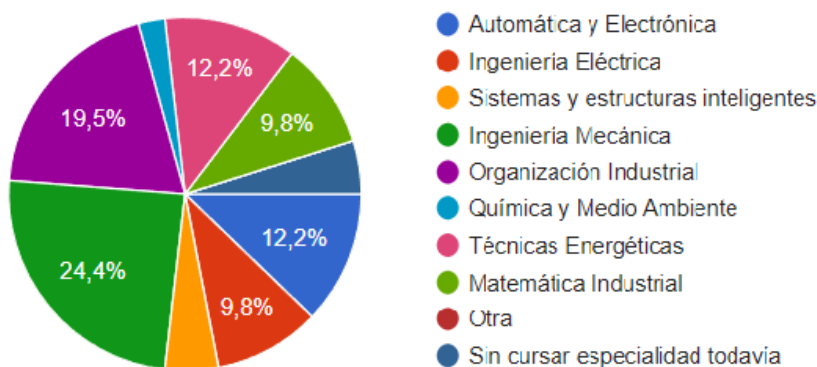


Figura 1: Distribución de los alumnos participantes en la experiencia de trabajo en equipo y liderazgo conforme a la especialidad cursada en sus estudios para la titulación de graduados en ingeniería industrial

El planteamiento de temas de trabajo para los distintos grupos, en dónde los nanomateriales han de jugar un papel importante, permitirá a los alumnos ampliar sus conocimientos más allá del temario de la asignatura desde la base general proporcionada por el mismo, en un tema revolucionario, en el que algunos alumnos podrán encontrar una fuente de inspiración para plantearse una futura carrera en el mundo académico. Además, un docente de la asignatura, con el rol asignado de coordinador de la práctica, celebra periódicamente reuniones con los líderes de los grupos, fuera del horario de clase, tanto para, tutorizar su labor de liderazgo, como para aconsejarles respecto a los conflictos que surjan durante la realización de los trabajos.

Finalmente, y de forma complementaria a la autoevaluación de los alumnos, los docentes responsables de la práctica, propondrán cuestionarios a cumplimentar los alumnos en la parte final de la práctica, entrevistándolos acerca de diferentes aspectos de los trabajos realizados, que serán utilizados como una herramienta adicional para evaluar globalmente el desarrollo de competencias adquirido.

A la hora de definir los objetivos perseguidos con la implementación de la metodología propuesta, cabe considerar dos campos de influencia de la misma. Por un lado, en la formación y desarrollo de competencias por parte de los alumnos

participantes en la experiencia educativa. Por otro, en la propia asignatura, Tecnología de Materiales, en la que se ha enmarcado la realización de la presente experiencia formativa, reforzando y ampliando el atractivo de la misma, al combinar los contenidos eminentemente teóricos tradicionalmente ofertados por la misma, con el marcado carácter práctico y aplicado inherente a la metodología propuesta.

De forma concreta, los alumnos participantes van adquirir y desarrollar competencias de liderazgo, trabajo en equipo, así como, ver fomentado su interés hacia temas innovadores de ingeniería como los nanomateriales. La evaluación del grado en el que los alumnos han adquirido esas competencias se efectuará mediante sucesivos ítems a lo largo de la realización de sus trabajos: entrega de una memoria con el proyecto encargado a cada equipo, presentación pública en sesión de obligatoria concurrencia para todos los miembros de los equipos, donde deberán defender su trabajo y podrán verse sometidos a críticas o preguntas por parte de los miembros de otros equipos o de los profesores de la asignatura. Evaluación entre sí de los miembros de cada grupo de trabajo, y cuestionarios propuestos por los responsables del proyecto.

Por su parte, la asignatura Tecnología de Materiales se beneficia de la incorporación de una dinámica de trabajo que permite poner en práctica los conocimientos adquiridos en la parte teórica de la asignatura, e incentivar a que los alumnos profundicen más allá del programa oficial en campos avanzados de ciencia e ingeniería. También, generación de un valor añadido en la asignatura al favorecer que los alumnos adquieran competencias, como las mencionadas de liderazgo y trabajo en equipo, de gran interés para alumnos del último curso de una titulación, que ya presentan inquietudes por las cualidades que les va a demandar el mercado laboral.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los nuevos enfoques pedagógicos orientados al desarrollo de competencias, contrastan con los enfoques tradicionales más orientados a la adquisición conocimientos de índole teórico-práctica. Mientras que los segundos son medibles mediante la noción de prueba objetiva/examen, la adquisición de competencias por parte de los alumnos requiere de técnicas de evaluación globales, que pongan a prueba la capacidad del alumno para afrontar retos de multidisciplinares. En este contexto, los conocimientos teórico-prácticos adquiridos pasan a un segundo plano frente al desarrollo de capacidades por parte del alumno para identificar la naturaleza de los conocimientos que necesita a la hora de afrontar un determinado reto, así como, encontrar, de forma autónoma o en equipo, las fuentes en las que adquirir los conocimientos que previamente ha establecido como necesarios para abordar el/los proyecto(s) que le han sido encomendados.

Se han articulado un total de 10 grupos de trabajo compuestos de unos 20 alumnos por grupo. A cada grupo se le ha planteado la realización de un reto avanzado de diseño en el contexto de la asignatura Tecnología de Materiales, obligatoria dentro del programa generalista del Grado en Ingeniería de la Tecnologías Industriales. Cada uno de los grupos se ha organizado de forma jerárquica, con un director general, elegido democráticamente por los propios miembros del grupo, y jefes de departamento, designado personalmente por el director general de su equipo, según los aspectos relevantes de los proyectos asignados: jefe del departamento de fabricación, jefe del departamento de inspección, jefe del departamento de I+D y nanomateriales, etc. Durante un cuatrimestre entero los grupos de trabajo han desarrollado el proyecto asignado, entregando, al final, una memoria técnica del mismo para ser revisada por parte del profesorado de la asignatura, así como, participando en un acto de defensa de los resultados de su trabajo mediante una presentación, en sesión pública abierta a preguntas de cualquier alumno de la asignatura y de los docentes involucrados en la misma. Esta fórmula compuesta por: a) trabajo en grupos jerarquizados funcionalmente y divididos en departamentos especialistas, b) documentación detallada de los trabajos realizados y c) defensa entre similares de sus trabajos, constituye una aproximación realista a los distintos aspectos de la labor del ingeniero industrial.

La adquisición y desarrollo de competencias por parte de los alumnos es evaluada mediante la realización de cuestionarios, dónde, de forma directa o indirecta, los alumnos ponen de manifiesto aspectos asociados al éxito en el desempeño del proyecto, como, por ejemplo, la comunicación entre los distintos miembros del equipo, o la evaluación de las personas que ejercen las responsabilidades que les han sido asignadas, especialmente evaluando el liderazgo ejercido por el líder de cada equipo, como figura de máxima responsabilidad.

Entre los aspectos más destacados recopilados a partir de los cuestionarios efectuados entre los alumnos, destaca el grado de interés y aprovechamiento percibido por los alumnos tras la participación en la metodología formativa propuesta, como

recoge la pregunta del cuestionario mostrada en la figura 2, ofrecida para ser realizada por parte de los alumnos participantes en la práctica, de forma voluntaria y anónima, para no condicionar en modo alguno su respuesta. Del total de alumnos participantes, 41 de ellos decidió tomar parte en la mencionada encuesta, la cual fue lanzada en periodo de evaluación, lo cual pudo influir en la disponibilidad de los alumnos para involucrarse en la misma. No puede obviarse, por otra parte, el porcentaje de alumnos que otorgan una calificación igual o menor a 3 ante la pregunta planteada, que en total, llega a representar hasta el 40% del total de los participantes en el cuestionario. Entre las causas para justificar el descontento por parte de un porcentaje de alumnos, minoritario, aunque significativo, cabe pensar en la cantidad de trabajo demandado para la realización de la práctica, en un contexto de enorme carga de trabajo para los alumnos de 4 curso, en muchos casos con cargas de trabajo adicionales a las del propio curso, como asignaturas pendientes de cursos anteriores, o, el desarrollo de su trabajos fin de grado.

¿Consideras interesante y provechosa esta nueva metodología de fabricación y liderazgo?

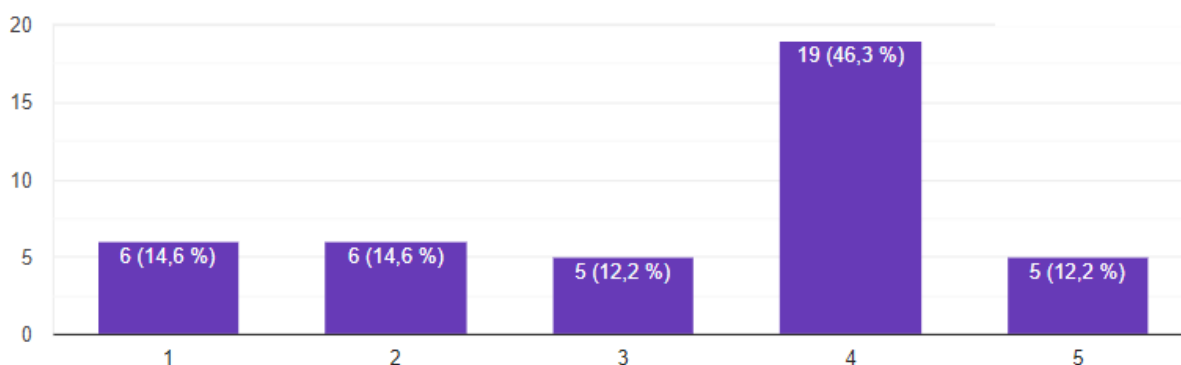


Figura 2: Extracto del cuestionario efectuado a los alumnos tras su participación en la metodología de liderazgo, trabajo en equipo en contextos de tecnologías avanzadas de fabricación. Un porcentaje muy mayoritario de alumnos perciben su participación en la experiencia educativa como interesante y provechosa

Debido a la calidad y meticulosidad de los trabajos realizados por los alumnos, así como, al desarrollo satisfactorio de las tareas encomendadas mediante el formato de equipos de trabajo jerárquicos y multidisciplinares, se considera que la metodología de liderazgo y trabajo en equipo en el contexto de la formación en tecnologías de fabricación avanzadas para estudiantes de ingeniería industrial, constituye una herramienta innovadora y útil para el desarrollo de competencias fundamentales para la formación en ingeniería industrial, tanto para los directores generales de equipo, y jefes de departamento, que ejercitan activamente competencias tanto de trabajo en equipo como de liderazgo, como los restantes miembros del equipo, que, además de ejercitar competencias de trabajo en equipo, pueden aprender, asimilar y analizar críticamente la labor de sus respectivos líderes, adquiriendo, de forma indirecta, competencias en el ámbito del liderazgo. Igualmente, el grado de satisfacción percibido por parte de los alumnos a la hora de involucrarse en la experiencia formativa propuesta, es sinónimo de motivación y entusiasmo, estados, siempre ligados al máximo aprovechamiento de resultados, lo cual constituye una motivación para mantener esta experiencia docente para los cursos siguientes.

CONCLUSIONES

La formación de los futuros ingenieros industriales debe enfrentarse a nuevos retos debido al carácter multidisciplinar y cambiante de los entornos profesionales en los que están destinados a trabajar. Junto con un sistema educativo tradicional, basado en la adquisición de conocimientos en disciplinas científico-técnicas, como el cálculo o la química, el desarrollo de competencias como el liderazgo o capacidad para trabajar en equipos dinámicos, constituye un aspecto fundamental de su proceso formativo. El presente estudio introduce una metodología de trabajo que ha permitido a los alumnos de ingeniería industrial ejercitar el desarrollo de dichas competencias, dentro de un contexto caracterizado por un marcado

carácter disruptivo, como la aplicación de técnicas avanzadas de fabricación en torno a la tecnología de los nanomateriales. La experiencia llevada a cabo, ha permitido que los alumnos puedan culminar satisfactoriamente los retos encomendados, en una estructura de grupos de trabajo jerárquicos y funcionales, que ha supuesto un marco de referencia adecuado para la puesta en práctica y el desarrollo de las mencionadas competencias. El elevado grado de satisfacción de los alumnos involucrados en la dinámica formativa, es un indicador robusto de la involucración de los mismos en las tareas asignadas, y, consiguientemente, en la consecución de los objetivos formativos planteados.

REFERENCIAS

- [1] Cardona Labarga, J.M. y Herreros Salcedo, F., "Liderazgo y Productividad para Ingenieros," . Comité Universidad Formación y Empresa-CUFE. Instituto de la Ingeniería de España. Edición julio 2021.
- [2] Capote León, G. E., Rizo Rabelo, C. N. y Bravo López, C. G., "La formación de ingenieros en la actualidad. una explicación necesaria," Rev. Univ. & Soc. 8 (1), 21-28 (2016).
- [3] Castillo, J.A., Álvarez, N.T. y Treviño, A., "El liderazgo como objeto de formación en los estudiantes de ingeniería," Espirales 2(23), 103-111 (2018).
- [4] Álvarez Aguilar, N. T., Castillo Elizondo, J. A. y González Duéñez, V. P., "La formación del liderazgo en estudiantes de ingeniería: aproximación a su estudio," XV Congreso Nacional de Investigación Educativa. Universidad Autónoma de Nuevo León. Área temática: Procesos de Formación 2019.
- [5] Sánchez Gómez, J.; "Estrategia tecnológica española de materiales avanzados y nanomateriales,". Plataforma MATERPLAT (PTR-2016-0821), 20 noviembre 2017.
- [6] Torres, L. J., Duarte-Ruiz, A., " Docente-Nano: Una alternativa para la divulgación del concepto de nanomateriales en la educación media," Rev. Fís. 56E, abril 2018.