



LA ÉTICA EN LOS ESTUDIOS DE INGENIERÍA

ETHICS IN ENGINEERING STUDIES

Rafael Miñano Rubio
Universidad Politécnica de Madrid
rafael.minano@upm.es

Gonzalo Génova Fuster
Universidad Carlos III de Madrid
ggenova@inf.uc3m.es

RESUMEN

Este artículo aporta algunas reflexiones y propuestas sobre cómo integrar la ética en la formación universitaria en ingeniería, en particular en aquellas relacionadas más directamente con la digitalización y las tecnologías de la información. Partiendo de las demandas que desde diversas instituciones se hacen a las universidades, se presentan las competencias que deberían desarrollar los y las estudiantes de ingenierías, así como las metodologías, el contexto académico y el enfoque que se considera más apropiado para una formación ética que contribuya a afrontar los retos sociales actuales y futuros.

Palabras clave: Ética, Formación en ingeniería, Competencias, Currículo.

ABSTRACT

This article provides some reflections and proposals on how to integrate ethics in engineering education, focusing in those related more directly to digitization and information technologies. Based on the demands that various institutions make on universities, the competencies that engineering students should develop are presented, as well as the methodologies, the academic context and the approach that is considered most appropriate for an ethical training that contributes to face current and future social challenges.

Key words: Ethics, Engineering Education, Competencies, Curriculum.

Rafael Miñano es Profesor Titular en la Universidad Politécnica de Madrid (ETSI de Sistemas Informáticos). Su campo de investigación es la formación en competencias de responsabilidad social, sostenibilidad y ética profesional en estudios de ingeniería, y actualmente forma parte del equipo investigador del proyecto EDINSOST 2-ODS (Integración de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en la formación en sostenibilidad de las titulaciones universitarias españolas). Imparte docencia en las asignaturas "Aspectos Éticos y Sociales" y "Ciencia, Tecnología y Sociedad", obligatorias en grados de ingenierías informáticas y de telecomunicaciones.



Gonzalo Génova es Profesor Titular en el Departamento de Informática de la Universidad Carlos III de Madrid. Es Ingeniero de Telecomunicación, Licenciado en Filosofía y Doctor en Ingeniería Informática. Sus principales líneas de investigación y docencia, que reflejan su marcado carácter interdisciplinar, se centran en el modelado y los lenguajes de modelado en la ingeniería del software y la ingeniería de requisitos, así como los fundamentos filosóficos de los sistemas de información, la inteligencia artificial y la ética para ingenieros. Como divulgador escribe la bitácora “De máquinas e intenciones - Reflexiones sobre la tecnología, la ciencia y la sociedad” (<https://demaquinaseintenciones.wordpress.com/>).

1. INTRODUCCIÓN

Desde nuestra experiencia como docentes en grados de ingenierías informáticas queremos aportar algunas reflexiones y propuestas sobre cómo integrar la ética en la formación universitaria en ingeniería, en particular en aquéllas relacionadas más directamente con la digitalización y las tecnologías de la información.

Consideramos que la inclusión de la ética es imprescindible si la universidad asume su responsabilidad para formar profesionales capaces de afrontar los retos actuales y futuros, frente a una universidad que simplemente produzca profesionales eficientes y acríticos.

Esto es más necesario, si cabe, en el ámbito de las tecnologías de la información (TI), cuya velocidad de evolución e innovación es tal que la respuesta social, legal y de reflexión ética sobre la misma, suele llegar con retraso. Es preciso que los profesionales, hombres y mujeres, desarrollen su capacidad de poner sus capacidades al servicio del conjunto de la humanidad, y tengan herramientas para afrontar los dilemas que se encontrarán en su actividad profesional; es decir, que sean capaces de descubrir una respuesta ética, autónoma y responsable, sin necesidad de esperar a que intervenga una instancia superior, social o legislativa.

Desde diversas instancias se recoge esta necesidad. Agencias de acreditación internacional de titulaciones de ingeniería como ABET o EUR-INF incluyen entre las competencias necesarias la “responsabilidad profesional y ética” y el “conocimiento de los códigos de deontológicos profesionales”. La *Association for Computing Machinery* recomienda introducir en asignaturas obligatorias de los grados en TI consideraciones sobre los impactos éticos de las TI en la sociedad y su importancia en la práctica profesional, y que los dilemas éticos en la profesión o los asuntos legales se incluyan a lo largo del currículum (ACM, 2020). El *Institute of Electrical and Electronics Engineers* destaca la importancia de formar a los estudiantes para integrar los aspectos éticos en el diseño de las nuevas tecnologías (IEEE, 2017).

En España, con la adaptación al nuevo Espacio Europeo de Educación Superior, el Libro Blanco para los grados de Ingeniería Informática recomendaba que el 5-10% de los contenidos fueran relativos a aspectos legales y éticos de las TIC, regulación de la profesión, informática y sociedad. Las directrices oficiales indicaron que los grados de ingenierías informáticas debían de capacitar para “analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del Ingeniero TI”. En adelante, nos referiremos a estas competencias como *competencias éticas*.

¿Cómo se reflejan estas demandas en los planes de estudio actuales? El estudio realizado por Miñano (2019) sobre los planes de estudio de titulaciones de ingenierías informáticas e industriales de 25 universidades españolas, analizó la presencia de las *competencias éticas* en las guías docentes de las asignaturas. Se observaron incoherencias entre la mención de las mismas entre las competencias a desarrollar en la



asignatura (“lo que se debería de hacer”) y su inclusión explícita en los temarios, resultados de aprendizaje y actividades de la asignatura (“lo que de hecho se trabaja”). Todos los grados de ingenierías informáticas declaran que trabajan *competencias éticas*, pero en el 20% de las titulaciones estudiadas no se encontraron referencias a las mismas en los temarios de las asignaturas. En los grados de ingenierías industriales, el 80% de los mismos incluían competencias con referencias a la ética, pero solo en el 50% se encontraron referencias explícitas en los temarios de las asignaturas.

En las titulaciones de informática, la presencia de la ética en los planes de estudio se concentra en asignaturas específicas de aspectos sociales, éticos y legales (presentes en el 80% de las titulaciones analizadas, siendo obligatorias en casi el 65%), y esta tendencia se mantiene en los nuevos grados en Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial. La presencia de estas asignaturas específicas es un rasgo diferencial frente a otras ingenierías; por ejemplo, solo se encontraron en un tercio de los grados de industriales estudiados, y solo en un 20% eran obligatorias.

Consideramos que la existencia de estas asignaturas específicas es una gran oportunidad para el desarrollo de *competencias éticas* en la formación universitaria, ya que permiten trabajar con tiempo y profundidad dichas competencias, conectan las aulas universitarias con las problemáticas sociales y los actores que las afrontan, y conforman un espacio muy apropiado para la innovación docente (Miñano et al., 2018).

No obstante, el reto es lograr que la presencia de la ética en el plan de estudios no sea algo aislado y puntual, en función de iniciativas particulares del profesorado, sino que exista una estrategia para que se trabaje de forma coherente y sistemática a lo largo del mismo. Nuestra propuesta es que todo ello se haga desde la visión de que la integración de criterios éticos en los procesos de desarrollo tecnológico es una oportunidad de crear valor más que una restricción o un freno y que puede ser un motor de innovación tecnológica, desarrollando tecnologías que contribuyan a disminuir la problemática moral, aportando soluciones y empoderando a personas y organizaciones para actuar más libre y responsablemente (Doorn, 2012; IEEE 2017; Génova y González, 2016; Lathem et al., 2011; Owen et al., 2012).

2. QUÉ COMPETENCIAS ÉTICAS HABRÍA QUE DESARROLLAR EN LA FORMACIÓN UNIVERSITARIA

Consideramos que la formación ética en los grados de ingeniería debe orientarse fundamentalmente hacia la ética profesional y a capacitar a los futuros profesionales para un uso responsable de la ciencia y la tecnología. Este enfoque de responsabilidad es especialmente apropiado para adaptarse a las características específicas del desarrollo tecnológico: participación de múltiples agentes, complejidad y multiplicidad de causas y efectos, incertidumbre e imprevisibilidad de las consecuencias sociales (Génova y González, 2016; IEEE, 2017; Jonas, 1984; Lathem et al., 2011).

Además, es necesario ir más allá de un enfoque individual de la responsabilidad profesional, que no abarca la complejidad de la actividad profesional actual. Ésta se desarrolla generalmente en equipos, donde las decisiones están condicionadas por el contexto institucional de la organización en la que se trabaja, por lo que también habrá que formar en la ética y la responsabilidad de las organizaciones (Bucciarelli, 2008; Lozano, 2013).



Desde un enfoque de formación en competencias, aportamos una síntesis de los conocimientos, habilidades y actitudes que se consideran esenciales para el desarrollo de competencias de ética profesional (Miñano, 2019).

En cuanto los conocimientos, se deben de aportar los principios y valores de la ética profesional, la ética empresarial y la responsabilidad social corporativa, así como los deontológicos de su profesión¹. Pero es preciso ir más allá, promoviendo el conocimiento y la comprensión de los principales impactos y problemáticas éticas relacionadas con el desarrollo tecnológico, en general y en su ámbito profesional específico. En el caso de las TI, es necesario abordar temas como la privacidad, la manipulación social, la libertad de expresión, la brecha digital y de género, derechos humanos en el ámbito digital, sesgos en la toma de decisiones, adicciones, protección de la infancia, impactos ambientales, etc.

Entre las habilidades que se consideran esenciales destacan la capacidad de determinar si una situación involucra problemas éticos e identificar los valores que subyacen en dicho problema (sensibilidad ética), así como la capacidad de reflexionar y tomar decisiones autónomas, informadas y argumentadas, basadas en valores y principios. Además, son necesarias capacidades de comunicación y diálogo que incluyan en el proceso de decisión a todas las partes afectadas.

Es importante observar que los estudiantes de estudios técnicos no se sienten cómodos con las ambigüedades e imprecisiones inherentes a los aspectos éticos y sociales, y generalmente desconfían de otro tipo de racionalidad por considerarla arbitraria o una imposición ideológica. Pero hay que asumir que los códigos y principios éticos no pueden usarse como datos de entrada para un algoritmo ético que genere decisiones éticas. Los futuros profesionales no podrán evitar su juicio ético personal en cada situación particular, por lo que es necesario que aprendan a razonar sobre estas temáticas de un modo que va más allá del sentido lógico-deductivo, y a tener criterios propios y autónomos (Génova y González, 2016; IEEE, 2017).

Además de conocimientos y habilidades, las *competencias éticas* tienen una importante dimensión actitudinal. Es esencial transmitir que la ética es algo intrínseco a la actividad profesional y promover una actitud proactiva para analizar críticamente las situaciones planteándose no solamente el “cómo” sino también el “para qué” y “para quiénes”. Es deseable que dicho análisis se plantee desde una visión sistémica, que incluya la perspectiva y puntos de vista de otros actores, sectores y disciplinas.

La ética profesional debería aspirar a algo más que el mero cumplimiento de un código de conducta o tener determinadas habilidades. La propuesta es situarse desde el punto de vista del actor y basar la formación en la ética de la virtud y la excelencia profesional. (Génova y González, 2016).

.....

¹ <https://www.acm.org/about-acm/code-of-ethics-in-spanish>
<https://observatoriorisc.org/la-rsc-que-es/>



3. CÓMO TRABAJAR LA ÉTICA EN ESTUDIOS UNIVERSITARIOS DE INGENIERÍA

Para desarrollar estas competencias en la formación universitaria en ingenierías hay un cierto consenso sobre “buenas prácticas” (Børsen, 2020; Miñano, 2019). Destacan las acciones y metodologías que promueven la participación activa del alumnado, que potencien el razonamiento crítico y el encuentro con problemáticas complejas, inciertas, que no tienen una única solución válida.

El contacto lo más directo posible con la realidad es uno de los factores más motivadores para el alumnado. En el aula, son especialmente efectivos los estudios de casos reales y una aproximación a los mismos desde los dilemas éticos que plantean, y los medios de comunicación son una fuente inagotable de situaciones problemáticas que involucran a las tecnologías digitales. Los dilemas éticos suelen ser instructivos, pero sin olvidar que la ética (como la ingeniería) no puede limitarse a resolver problemas cerrados, sino que demanda una búsqueda creativa de soluciones. Metodologías como los juegos de rol o los debates estructurados son apropiadas para trabajar estas situaciones² (Vallejo y Zorrilla, 2016).

Promover la participación de actores externos a la universidad, en actividades docentes o extracurriculares, aporta su visión desde la práctica profesional que es compleja, dinámica e interdisciplinar. Esta relación debe ser bidireccional y es muy efectivo promover la participación activa de estudiantes en proyectos o eventos sociales externos.

En general, la amplitud del temario de las asignaturas ordinarias no permite que haya tiempo para la reflexión, el análisis crítico o el debate sobre estos aspectos “no técnicos”.

Y esto nos lleva a plantear cómo se integran las *competencias éticas* en el currículo de las ingenierías. Si bien es importante que existan asignaturas específicas que aporten los fundamentos y principios de la ética profesional y profundicen en ellos, es esencial que en otras asignaturas se desarrollen también actividades que conecten los aspectos éticos y sociales con las cuestiones técnicas y sus aplicaciones.

Una buena referencia es la iniciativa *Embedded Ethics*, de la Universidad de Harvard³, que hace del razonamiento ético un componente integral de los cursos en todo el plan de estudios de informática estándar. En lugar de diseñar nuevas asignaturas, se modifican las existentes de modo que los estudiantes aprenden a identificar las implicaciones éticas de la tecnología y a razonar claramente sobre ellas mientras aprenden a desarrollar e implementar algoritmos, sistemas interactivos y códigos (McLennan et al., 2020).

Además, las asignaturas de economía y empresa, presentes en todas las titulaciones, pueden trabajar *competencias éticas* bien desde el enfoque de la responsabilidad social o desde el análisis crítico de los modelos de negocio y de desarrollo económico. Las asignaturas de proyectos y el Trabajo Fin de Grado, son muy apropiadas para introducir una reflexión sobre las implicaciones éticas y sociales de las soluciones tecnológicas, pero es preciso que se haga explícito en los requisitos que se pidan a los estudiantes al desarrollar sus proyectos (Sánchez Carracedo et al., 2015; Miñano, 2019).

²<http://www.itd.upm.es/gios/actividad-docente/recursos-formativos/>
<http://www.sistedes.es/informes-recursos/recursos-codigo-etico-sistedes>
<http://ethics.iit.edu/eelibrary/>

³ <https://projects.iq.harvard.edu/embeddedethics>



Otra oportunidad, es alinearse con el compromiso de las universidades con los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Mostrar cómo el desarrollo tecnológico y la digitalización contribuyen al logro de dichos objetivos, da pie a la reflexión sobre la finalidad de la innovación y su impacto social (REDS, 2020; SDSN, 2020).

No obstante, es importante asumir que no hay una única “receta” y que es imprescindible la adaptación de los contenidos y actividades al contexto académico de cada centro, a los intereses particulares del alumnado y al perfil del profesorado implicado en dichas asignaturas.

4. OTRAS REFLEXIONES

El compromiso y la motivación del profesorado es un factor clave en el trabajo de las competencias éticas, pero también su formación y perfil académico. Dependiendo de las universidades y los centros, la docencia de la ética está encomendada a profesorado con perfil fundamentalmente técnico, jurídico o filosófico. Cada uno de ellos aporta aspectos necesarios – conexión de los conocimientos técnicos con la realidad social, reflexión argumentada y profunda sobre los dilemas que dicha realidad suscita, y conocimiento de los aspectos normativos – pero es complicado encontrar un perfil que cubra todos ellos.

Creemos que es necesario tender a una docencia con perfil interdisciplinar, pero ni las estructuras actuales de la universidad ni los mecanismos de contratación o asignación docente facilitan este enfoque, a pesar de que la realidad del desarrollo tecnológico lo demanda. En esta línea, destacamos la importancia de promover una mayor flexibilidad en la organización docente, facilitando la interdisciplinariedad, las relaciones interdepartamentales e intercentros, y potenciando la participación de actores externos, superando la rigidez de las estructuras disciplinares.

Para hacerlo posible se puede partir de iniciativas ya existentes – planes estratégicos de calidad, responsabilidad social universitaria o de sostenibilidad, acreditaciones internacionales, proyectos de investigación orientados a retos sociales – y alinear con ellas la integración de las *competencias éticas* en los planes de estudios.

Finalmente, consideramos que dada la rapidez del desarrollo tecnológico actual, hay cierta urgencia para la integración de los criterios éticos en el mismo y la universidad no solo tiene que implicarse en su misión docente, cuyos frutos se ven a medio y largo plazo. Apelamos al compromiso institucional y a la coherencia con su misión social, para que haya una estrategia activa de integración de la ética en la actividad investigadora y de transferencia, potenciando líneas de investigación responsables y orientadas al bien común, refuerzo de derechos y empoderamiento de las personas, y que luego eso se transmita en la docencia. Ya hay directrices para ello (European Commission, 2015; IEEE 2017) y universidades que están trabajando en esa línea⁴. Es un reto complejo, pero estimulante.

Esta llamada no se centra tanto en el aspecto de las obligaciones, sino en la oportunidad que representa para crear valor compartido y aportar un factor de calidad a la formación de los estudiantes, al trabajo del profesorado y a la propia institución universitaria en su misión de servicio a la sociedad.

.....

⁴<https://www.upm.es/Investigacion/difusion/SeminariosUPM>
<https://www.greco-project.eu>



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACM (2020). *A computing curricula series report*. Association for Computing Machinery. Versión 36.
- Børsen, T., Serreau, Y., Reifschneider, K., Baier, A., Pinkelman, R., Smetanina, T. y Zandvoort, H. (2020). Initiatives, experiences and best practices for teaching social and ecological responsibility in ethics education for science and engineering students. *European Journal of Engineering Education*, <https://doi.org/10.1080/03043797.2019.1701632>
- Bucciarelli, L.L. (2008). Ethics and engineering education. *European Journal of Engineering Education*. 33(2), 141-149.
- Doorn, N. (2012). Responsibility ascriptions in technology development and engineering: Three perspectives. *Science and Engineering Ethics*, 18(1), 69-90.
- European Commission (2015). *Indicators for promoting and monitoring Responsible Research and Innovation*. Report from the Expert Group on Policy Indicators for Responsible Research and Innovation. Directorate-General for Research and Innovation.
- Génova, G. y González, R (2016). Teaching Ethics to Engineers: A Socratic Experience. *Science and Engineering Ethics* 22(2), 567-580.
- IEEE (2017). *Ethically Aligned Design: A Vision for Prioritizing Human Well-being with Autonomous and Intelligent Systems, Version 2*. The IEEE Global Initiative on Ethics of Autonomous and Intelligent Systems. Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- Jonas, H. (2004). El principio de responsabilidad: ensayo de una ética para la civilización tecnológica [Das Prinzip Verantwortung: Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation, 1979] (2.ª ed.). Barcelona, España: Herder
- Lathem, S. A., Neumann, M. D., y Hayden, N. (2011). The socially responsible engineer: Assessing student attitudes of roles and responsibilities. *Journal of Engineering Education*, 100(3), 444-474.
- Lozano, J.F (2013). Toma de decisiones ética en la gestión de empresas: la aportación de la neuroética. *Revista Internacional de Filosofía*, 59, 183-196.
- McLennan, S., Fiske, A., Celi, L., Müller, R., Harder, J., Ritt, K., Haddadin, S. y Buyx, A. (2020). An embedded ethics approach for AI development. *Nature Machine Intelligence*, 2(9), 488-490.
- Miñano, R.; Génova, G.; Román, S. y Portillo, E. (2018). Reflexión sobre el papel de las asignaturas relativas a aspectos éticos, sociales, legales y profesionales en los grados de ingenierías informáticas. *Actas de las XXIV Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática*. pp. 271 - 278.
- Miñano, R. (2019). *Formación en competencias de sostenibilidad, responsabilidad social y ética profesional: estudio de casos en ingeniería industrial e ingeniería informática (Tesis doctoral)*. Universidad Politécnica de Madrid. doi: 10.20868/UPM.thesis.55789.
- Owen, R., Macnaghten, P., y Stilgoe, J. (2012). Responsible research and innovation: From science in society to science for society, with society. *Science and Public Policy*, 39(6), 751-760.
- REDS (2020). *Implementando la Agenda 2030 en la universidad. Casos inspiradores de educación para los ODS en la universidad española*. Red Española para el Desarrollo Sostenible.
- Sánchez Carracedo, F., García, J., López, D., Alier, M., Cabré, J.M., García, H., y Vidal, E.M. (2015). El método socrático como guía del Trabajo de Fin de Grado, *ReVisión*, 8(1), 53-62.
- SDSN (2020). *Accelerating Education for the SDGs in Universities: A guide for universities, colleges, and tertiary and higher education institutions*. Sustainable Development Solutions Network.
- Vallejo, F., y Zorrilla, M. (2016). El debate como instrumento docente para trabajar las competencias transversales y la ética en la profesión informática. *Actas de las XXII Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática*, pp. 103-110. Universidad de Almería, Almería, Spain, 6-8 Julio 2016.

