

# Estudios de caso sobre dilemas morales para aplicar teorías éticas en la educación en ingeniería

María José Casañ, Marc Alíer

**Resumen—** La importancia de incorporar la educación ética en los programas de ingeniería ha crecido considerablemente recientemente, especialmente dentro de dominios como la informática, la ingeniería de software, la ciencia de datos y la inteligencia artificial. En respuesta a esta demanda, se desarrolló y ejecutó una actividad pedagógica para facilitar a los estudiantes la aplicación de teorías éticas a desafíos de la profesión así como sociales mientras se potencian sus habilidades de pensamiento crítico. Esta actividad involucra a los estudiantes participando en un debate donde se les asigna una postura moral a defender y deben utilizar una de las teorías éticas explicadas en clase para argumentar su posición. Este documento ofrece una descripción detallada de la concepción y ejecución de esta actividad educativa, así como de los resultados alentadores observados. Además, el documento presenta el escenario utilizado en la actividad, que describe un dilema moral en el ámbito de la informática. Los hallazgos de esta actividad educativa indican su eficacia como instrumento de enseñanza para explicar ética en programas de ingeniería, con aplicabilidad potencial a otros campos de la ingeniería. Al integrar tales actividades pedagógicas en los programas de ingeniería, los educadores pueden empoderar a los estudiantes con valores y habilidades éticas esenciales para abordar complejos problemas éticos en sus esferas profesionales y sociales, a la vez que fomentan el pensamiento crítico y alientan el diálogo entre los estudiantes.

**Index Terms—** Ética en informática, Pensamiento crítico, Ética en ingeniería, Recurso didáctico.

## I. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el impacto de la informática y las telecomunicaciones en la sociedad ha llevado a la aparición de un nuevo tipo de problemas éticos y sociales, que han sido una fuente de preocupación desde la aparición de los primeros ordenadores digitales [1]. Hoy en día, el uso creciente de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) ha resultado en una variedad de cuestiones morales, éticas, sociales, legales y políticas que deben ser consideradas.

Por ejemplo, la aparición de Interfaces Cerebro-Computadora (ICCs), una innovación en el

horizonte, ha traído consigo varias preguntas intrincadas a través de múltiples dimensiones: (1) moral ("Si las ICCs pueden mejorar las capacidades cognitivas y reducir el error humano, ¿deberían implementarse? ¿Debería ser obligatorio su uso?"), (2) ética ("¿Es aceptable delegar la toma de decisiones éticas a dispositivos que se conectan con nuestros cerebros, cuyo funcionamiento no comprendemos completamente?"), (3) social ("¿Deberíamos permitir que una parte significativa de la fuerza laboral sea aumentada por dicha tecnología?"), (4) política ("¿Cómo abordamos las ramificaciones económicas y políticas para aquellos que pierden empleos debido a la mayor eficiencia de estos sistemas?"), (5) legal ("¿Qué marcos legales deben establecerse para regular las ICCs?"), (7) seguridad ("¿Cómo podemos asegurar la ciberseguridad de nuestros dispositivos neurales y la infraestructura asociada?"). Estas preguntas, junto con otras aún más complejas, surgen con la introducción de nuevas tecnologías como los smartphones, drones, impresoras 3D, el Internet de las Cosas, redes sociales, la web, tecnologías de reconocimiento facial, big data y cada aplicación de IA (inteligencia artificial) superficial.

Sin embargo, la complejidad, habilidades e influencia de estas innovaciones están ligadas a tendencias de tipo exponencial, como las descritas por la Ley de Moore (el número de transistores por pulgada cuadrada en un procesador se duplica cada 18 meses), la Ley de Metcalfé (la utilidad potencial de una red es proporcional al cuadrado del número de nodos), y otras observaciones similares que implican fuertemente que la trayectoria del cambio tecnológico es exponencial. Según Kurzweil, los avances tecnológicos que experimentaremos

durante el siglo 21 serán equivalentes a 20,000 años de progreso al ritmo actual [2]. Como resultado, es crucial considerar la hipótesis de la singularidad tecnológica: "La singularidad tecnológica, o simplemente la singularidad, es un punto hipotético en el tiempo en el que el crecimiento tecnológico se vuelve incontrolable e irreversible, resultando en cambios imprevisibles para la civilización humana" [3].

Por lo tanto, es evidente que incorporar la ética de la ingeniería en el currículo de la ingeniería en informática es crucial. Mientras que las competencias técnicas son esenciales, el desarrollo de la profesión también requiere competencias transversales como el trabajo en equipo, análisis ético y habilidades de comunicación.

La inclusión de aspectos ambientales, sociales y éticos de la tecnología ha sido parte de algunos currículos de pregrado en informática desde hace más de veinte años. Este documento se centra en el estudio de la ética, que es un componente esencial de la educación en ingeniería en informática.

El término "ética informática" fue acuñado por primera vez en 1978 por Walter Maner, quien notó que las decisiones éticas se vuelven más complejas cuando los ordenadores están involucrados. Esto llevó a la necesidad de una rama distinta de la ética que se ocupara específicamente de los ordenadores [4]. El trabajo de Maner generó un interés significativo en este nuevo campo a finales de los años 1970 y 1980 dentro de los círculos universitarios. Deborah Johnson escribió el primer libro de texto sobre ética informática en la década de 1980 [5].

El estudio de la ética no fue introducido en los currículos de ingeniería en informática hasta 1991. Un comité conjunto de la ACM/IEEE fue establecido, y ellos crearon un nuevo currículo para ingeniería en informática que incluía ética informática [6]. En el mismo año, la primera conferencia sobre Computación y Valores fue fundada por la Fundación Nacional de Ciencias de

América en EE.UU. Esta conferencia multidisciplinaria fue organizada por Terrell Byrum y Walter Maner y reunió a filósofos, científicos, ingenieros informáticos, gerentes de negocios y profesionales [4].

En Europa, la Facultad de Informática de Barcelona (Facultat d'Informàtica de Barcelona - FIB) en la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) incluyó cursos sobre "Impacto Social y Ética Profesional de la Informática" e "Historia de la Informática" en su programa de grado en Ingeniería Informática en 1991 [6][7]. Otra iniciativa temprana tuvo lugar en 1995 cuando el Centro de Computación y Responsabilidad Social (CCRS) fue fundado en la Universidad De Montfort (Reino Unido) con los profesores Simon Rogerson, Terry Ward Bynum y Don Gotterbarn entre el personal. Rogerson se convirtió en el primer Profesor de Ética Informática de Europa en 1998 y contribuyó significativamente al debate histórico sobre el impacto de los problemas estratégicos, gerenciales y éticos de las TIC dentro de las organizaciones [8].

Cuando se trata de introducir el estudio de la ética en los currículos del área TIC, hay muchos enfoques diferentes. Un enfoque es centrarse en el proceso de toma de decisiones éticas, que pone énfasis en el proceso requerido para llegar a conclusiones sobre dilemas éticos [9-10].

Otros investigadores se centran en la práctica profesional y sugieren que la educación ética debería enfocarse en aplicaciones prácticas, enseñando a los estudiantes cómo resolver problemas éticos. Para este propósito, el uso y la enseñanza de códigos deontológicos están adquiriendo cada vez más importancia en los cursos sobre ética en el área TIC [11-12]. Johnson propone la educación ética como un conjunto de actividades que proporciona a los estudiantes conocimientos básicos sobre "códigos deontológicos y estándares de comportamiento", desarrolla sus habilidades para interpretar y aplicar estos códigos y estándares, y aumenta la probabilidad de que los estudiantes estén preparados para enfrentarse a problemas éticos una

vez que comienzan su vida profesional [13]. De manera similar, Samson sugiere que los códigos deontológicos proporcionan pautas valiosas para lograr un comportamiento ético y para evaluar la responsabilidad moral en la profesión.

Otro enfoque es basar la estrategia de enseñanza no solo en la ética sino también en las implicaciones sociales que ayudan a los estudiantes en el área TIC a desarrollar sus habilidades de razonamiento ético y una apreciación por el impacto complejo que las tecnologías tienen en la sociedad [15]. Este enfoque funciona exponiendo a los estudiantes a tantas cuestiones culturales, sociales, legales y éticas en la disciplina de ingeniería en informática como sea posible, para ampliar su comprensión de problemas complejos. Este enfoque es similar a los adoptados por Barceló en la UPC y Gordon en la Universidad de Hull [16].

Incorporar la ética en el proceso de investigación y desarrollo en sí mismo es un aspecto crucial para promover prácticas éticas en el campo de las TIC. Spiekerman enfatiza la necesidad de integrar la informática con la filosofía y la gestión para lograr este objetivo [17].

Patrignani explora cómo las universidades pueden preparar a la próxima generación de profesionales informáticos para que tengan fundamentos sobre ética, utilizando el concepto de Slow Tech como base. Argumenta que la cadena de suministro de TIC debería considerar la "deseabilidad" social, la sostenibilidad ambiental y la aceptabilidad ética [18].

Otras contribuciones ofrecen estudios diversos sobre la creciente colección de temas relacionados con la ética de en el área TIC [19-20]. La educación en ingeniería incluye no solo habilidades técnicas sino también habilidades profesionales, particularmente en la educación en ingeniería en informática. Los criterios EC 2000 de ABET incluyen un conjunto de habilidades profesionales que involucran habilidades como la de proceso y la concienciación [21]. Las habilidades de proceso

incluyen comunicación, trabajo en equipo, comprensión de ética y deontología, mientras que las habilidades de concienciación incluyen ingeniería dentro de un contexto global, económico, ambiental y social, y aprendizaje a lo largo de la toda la vida.

En el contexto de las universidades españolas, durante el proceso de adaptación de los títulos universitarios españoles al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), se editaron los llamados Libros Blancos [26] para las diversas titulaciones existentes en ese momento. Estos analizaron las características de los estudios correspondientes o relacionados en Europa, perfiles profesionales y competencias, y propusieron una estructura curricular, entre otros aspectos. Estos documentos recomendaban específicamente cursos sobre cuestiones éticas y sociales siguiendo las recomendaciones tanto de la ACM/IEEE como de ABET. Miñano et al. muestra que la integración de cursos de ética en grados de ingeniería en informática es mayor que en otros grados de ingeniería. De hecho, en los grados de ingeniería en informática, se suelen utilizar cursos específicos sobre cuestiones sociales, éticas y legales para tratar la competencia en sostenibilidad [27].

En las escuelas de ingeniería se utilizan diversos métodos para enseñar ética, incluyendo códigos deontológicos, estudio de casos, teoría moral, heurísticas en la resolución de problemas, lecturas humanísticas y aprendizaje-servicio [22][23]. Bowden propuso un curso de ética basado en el estudio y trabajo de casos, teoría sobre ética, actuar en interés general o del público, el estudio de códigos deontológicos y el papel de las sociedades profesionales [24].

Gotterbarn argumenta que a los estudiantes de ingeniería en informática se les debe enseñar que los problemas éticos son relevantes para su práctica profesional y cómo reconocer estos problemas, en lugar de solo aprender teoría sobre ética y argumentación filosófica [24]. Johnson y Martin sugieren que los filósofos que no han tenido una

formación apropiada en ingeniería en informática y no pueden enseñar eficazmente cursos para ingenieros e ingenieras en informática porque no pueden apreciar cuestiones técnicas clave [25].

En resumen, integrar la ética en el proceso de investigación y desarrollo en sí mismo es esencial para promover prácticas éticas en el campo de las TIC. Se utilizan diversos enfoques para enseñar ética en las escuelas de ingeniería, incluyendo deontología, trabajos sobre casos, teoría sobre ética, heurísticas en la resolución de problemas, lecturas humanísticas y aprendizaje-servicio. Además, es crucial enseñar la relevancia de los problemas éticos a los estudiantes de informática, y los educadores deben estar formados tanto en filosofía como en ingeniería en informática.

## II. CURSO, RECURSO DIDÁCTICO Y METODOLOGÍA

### A. Descripción del curso

El caso de estudio presentado en este documento se aplica en dos cursos a diferentes niveles. El primer curso, "Fundamentos de ética empresarial e innovación" (FEEI), es obligatorio para el Máster en Sostenibilidad ofrecido por el Instituto de Sostenibilidad en la UPC. FEEI se imparte en inglés a una audiencia diversa de estudiantes locales e internacionales de entre 25 y 40 años. El curso cubre dos temas principales relacionados con la ética: 1) ética aplicada en el campo de la ingeniería y marcos legales para el desarrollo de la actividad profesional en ingeniería, y 2) responsabilidad social corporativa y ética en empresas y organizaciones.

El segundo curso es una asignatura optativa impartida en catalán en la Facultad de Informática de Barcelona en el Grado en Ingeniería Informática. Es un curso sobre Aspectos Sociales y Ambientales de la informática (ASMI). Los estudiantes de este curso son principalmente locales, de entre 20-21 años, con un 75% de ellos varones y el resto mujeres.

El curso de FEEI es impartido por uno de los autores y el curso ASMI es impartido por la otra

autora. Ambos profesores son ingenieros informáticos.

Articulamos el tema de la ética basándonos en tres pilares. Primero, el hecho de que toda decisión moral/ética necesita valores. La ética no funciona sin un conjunto de valores y prioridades que cada sociedad/comunidad/individuo tiene. Nuestras decisiones éticas variarán mucho con un conjunto diferente de valores y prioridades. El segundo pilar son las teorías éticas. Son útiles para proporcionar un marco general para discutir sobre dilemas éticos. Finalmente, el tercer pilar es la deontología, que es útil en la práctica de un ingeniero en ingeniería en informática.

El enfoque utilizado para enseñar ética en ambos cursos incluye dos tipos de clases: clases expositivas tradicionales y clases prácticas. En las clases tradicionales, se cubren los fundamentos de la ética, la moral y la cultura, así como las teorías éticas y la deontología.

Además de las clases tradicionales, los cursos también incluyen clases prácticas. Se presentan tres casos a los estudiantes, con el primero centrado en identificar valores morales importantes al razonar sobre la moral. Esto es seguido por un caso de juego de roles donde los estudiantes tienen que argumentar a favor o en contra de ciertos dilemas morales. El segundo caso generalmente involucra una noticia de alto perfil donde la tecnología está involucrada y entender los matices de la tecnología es importante para identificar un dilema moral. Los estudiantes utilizan teorías éticas para argumentar a favor o en contra de ciertos problemas morales en este juego de roles. Finalmente, el último caso es un estudio de caso donde los estudiantes aplican códigos deontológicos para razonar sobre la práctica profesional.

Nos centraremos en las clases de teorías éticas porque el experimento y recurso didáctico proporcionado en este documento se basa en ello. Las teorías éticas se presentan como herramientas para tomar decisiones morales, y se analiza una

selección de teorías éticas trabajando en ejemplos y casos cortos. Las teorías elegidas incluyen el Kantianismo, el Utilitarismo de Regla y Acto, el Contrato Social y la Ética de la Virtud.

Las teorías anteriores fueron elegidas porque son muy diferentes y proporcionan diferentes enfoques para estudiar la moralidad de una acción. Por un lado, el Kantianismo y el Contrato Social evalúan una acción como moralmente correcta solo si se hacen por deber y de acuerdo con una ley moral universal. Mientras Kant propone el imperativo categórico como un intento de crear una ley moral universal, el contrato social afirma que las obligaciones morales de las personas se derivan de un acuerdo implícito entre individuos para formar la sociedad en la que viven. Por otro lado, el Utilitarismo de Acto es una teoría consecuencialista, que se enfoca en los resultados para determinar si una acción es incorrecta o correcta. Lo que trae la mayor felicidad al mayor número de personas es la acción correcta a tomar. Finalmente, la ética de la virtud se enfoca en las intenciones del agente al evaluar la moralidad de una acción. Esta.

### B. Recurso didáctico

Aquí se presenta un ejemplo de un caso de estudio realizado por los estudiantes en el cuatrimestre de otoño de 2022. El título del caso es "Financiación colectiva de la guerra en Ucrania con criptomonedas". Desde el inicio de la invasión de Ucrania por el ejército ruso, se han sucedido muchas reacciones: Desde la casi unánime condena de la ONU hasta la ayuda logística a las fuerzas de defensa ucranianas no solo en forma de suministros humanitarios sino también de vehículos de guerra, armas y municiones.

La doctrina de Destrucción Mutua Asegurada (MAD) fue introducida durante la Guerra Fría a finales de los años 50 y principios de los 60. Fue una estrategia desarrollada por Estados Unidos y la Unión Soviética para disuadir la guerra nuclear asegurando que ambos países serían completamente destruidos en caso de un ataque nuclear. La doctrina MAD aconseja que los países con armas nucleares

no deben enfrentarse directamente.

Por lo tanto, los países de la OTAN y la UE han comenzado a aplicar sanciones económicas sin precedentes, como la exclusión de los bancos rusos de las comunicaciones bancarias internacionales SWIFT, la prohibición de importaciones y exportaciones desde y hacia Rusia (no incluyendo petróleo y gas por el momento), y la incautación directa de activos propiedad de oligarcas rusos en países occidentales, incluyendo Suiza y Mónaco. Medios asociados con el gobierno ruso (como Russia Today) han sido cancelados en plataformas como Youtube, Twitter y Facebook en varios países. Y esto es solo la punta del iceberg de la ciber guerra que posiblemente ya estaba en curso.

Las criptomonedas pueden usarse para evitar la censura y el control sobre las transacciones financieras. Dado que son descentralizadas y utilizan tecnología blockchain, las transacciones no pueden ser rastreadas o controladas fácilmente por gobiernos o instituciones financieras. Esto las hace atractivas para individuos y organizaciones que quieren operar fuera de los sistemas financieros tradicionales. Sin embargo, también suscita preocupaciones sobre el potencial para actividades ilícitas, como el lavado de dinero o la financiación de actividades ilegales.

En este escenario, miles de ciudadanos de todo el mundo comenzaron a donar criptomonedas (Bitcoin y Ether) a carteras propiedad del gobierno ucraniano. Esto constituye un hecho sin precedentes en la historia: la financiación colectiva de un esfuerzo de guerra en un país por ciudadanos extranjeros. El gobierno ucraniano ha decidido aprovechar esta situación y prometió el airdrop de tokens a las carteras de Ethereum que habían donado hasta una fecha límite. Esto causó un aumento significativo en las donaciones, incluyendo cientos de miles de microdonaciones no motivadas por solidaridad sino como especulación.

### C. Metodología

Utilizamos la técnica de juego de roles al debatir

sobre cuestiones éticas utilizando teorías éticas. Este método permite a los estudiantes argumentar a favor o en contra de ciertas cuestiones morales desde una perspectiva específica, punto de vista o marco moral.

Primero, los estudiantes fueron agrupados aleatoriamente en varios equipos. Cada equipo tuvo que preparar argumentos a favor o en contra de las acciones descritas en el caso. Se encargó a cada grupo desarrollar argumentos a favor o en contra utilizando solo argumentos consistentes con una o dos teorías éticas específicas. Las teorías éticas que utilizamos fueron el Kantianismo, la Ética de la Virtud, la Teoría del Contrato Social y el Utilitarismo. Y para cada teoría, un equipo tenía que dar argumentos a favor y otro en contra.

Durante el juego de roles, se alentó a los estudiantes a pensar críticamente y desarrollar sus propias habilidades de razonamiento moral. Tenían que entender los principios subyacentes de cada teoría ética y aplicarlos al caso. Esto requería no solo un sólido entendimiento de las teorías en sí mismas, sino también la capacidad de analizar y evaluar las acciones tomadas en el caso desde diferentes perspectivas éticas. Además de preparar argumentos, cada grupo tenía que anticipar las objeciones y contraargumentos que podrían ser hechos por el grupo opuesto.

Segundo, un portavoz de cada grupo articula los argumentos que han identificado. El profesor los anota en la pizarra. Finalmente, los estudiantes votan por los argumentos que consideran más convincentes o persuasivos basados en sus valores personales. Para concluir, analizamos las teorías éticas sobre las cuales se basan los argumentos más votados.

### III. RESULTADOS

En esta sección vamos a discutir los hallazgos del caso de estudio. Los grupos que trabajaron usando el Kantianismo proporcionaron argumentos a favor

y en contra de las donaciones usando criptomonedas. El argumento más votado a favor de la donación fue que si los roles se invirtieran, uno agradecería la ayuda. El segundo argumento más votado fue que la acción surge de buenas intenciones (no tratar a otros como medios para un fin). Los estudiantes identificaron tres argumentos para rebatir los anteriores. Los argumentos son: 1) ¿No es interés propio? ¿No se realiza la acción por miedo y utilizando la tierra ucraniana como escudo para Occidente?, 2) Las buenas intenciones no deberían llevar a proporcionar armas, 3) Esta donación podría tener un efecto contraproducente y hacer las guerras más atroces (como las guerras napoleónicas después de la revolución francesa, cuando toda la gente del estado se involucró en el esfuerzo de guerra) y ciertamente beneficiaría e incentivaría la industria armamentística.

Los grupos que usaban la ética utilitarista acordaron que tenían que minimizar el sufrimiento. Aquellos a favor de la donación argumentaron que a largo plazo, detener a un tirano autoritario con un historial de invasión a países es necesario para prevenir el sufrimiento. Los ucranianos sufrirán más bajo el yugo de Putin que si se rinden.

Aquellos en contra de la financiación colectiva argumentaron que a corto plazo, la mejor apuesta para detener el sufrimiento es detener la guerra. Financiar la defensa de Ucrania solo empeora las cosas, y lo que vendrá después es desconocido. Estos dos puntos están en fuerte disputa con una ligera mayoría a favor.

Los grupos que usaban la teoría del contrato social a favor de la financiación colectiva explicaron que la donación es un ejemplo de democracia participativa (votar con la cartera). También basan sus argumentos en el Preámbulo de la Carta de las Naciones Unidas (primer párrafo) que establece: "Nosotros los pueblos de las Naciones Unidas Determinados a salvar a las generaciones venideras del flagelo de la guerra, que dos veces en nuestra vida ha traído un dolor indecible a la humanidad, y reafirmar la fe en los

derechos humanos fundamentales, en la dignidad y el valor de la persona humana, en los derechos iguales de hombres y mujeres y de naciones grandes y pequeñas...".

Los grupos que argumentaron en contra de la financiación colectiva afirmaron que un contrato social para los creyentes en la religión cristiana establece que no matarás.

Después se realizó una encuesta anónima entre los estudiantes del curso de FEEI para recoger su opinión sobre el caso. Se les presentaron 4 preguntas para responder en la escala Likert de 1 a 5, siendo 1 no estar de acuerdo con la declaración y 5 estar totalmente de acuerdo con la declaración. 13 estudiantes de 21 respondieron el cuestionario.

#### Pregunta 1:

The case was useful to learn how to apply the ethical theories in a debate

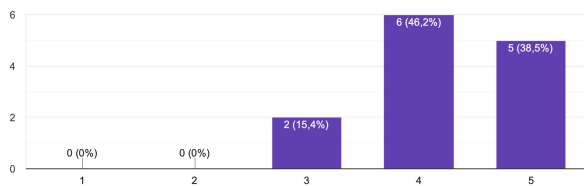


Figura 1. Respuestas a la primera pregunta.

Los estudiantes estuvieron de acuerdo en que el caso fue útil para aprender cómo aplicar teorías éticas en un debate. Solo el 15,4% de los encuestados se posicionaron de manera neutral, mientras que el 84,6% estuvieron de acuerdo y el 38,5% completamente de acuerdo.

#### Pregunta 2:

The case helped me to improve critical thinking

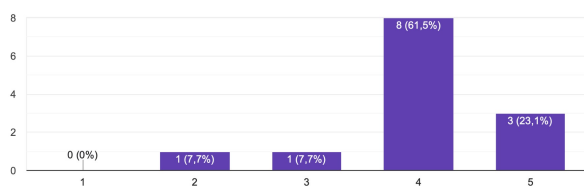


Figura 2. Respuestas a la segunda pregunta.

En la segunda pregunta, el 84,6% todavía está de

acuerdo con la declaración sobre que el caso ayuda a mejorar el pensamiento crítico. Mientras encontramos un único estudiante que está ligeramente en desacuerdo.

#### Pregunta 3:

The roleplay debate was a good format to improve the dynamic

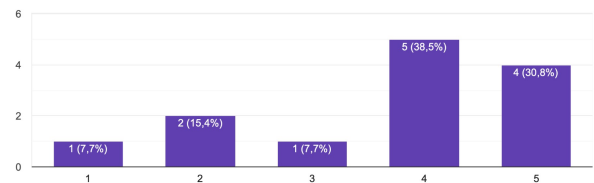


Figura 3. Respuestas a la tercera pregunta.

Al 69,3% de los estudiantes les gustó el formato de juego de roles para mejorar la dinámica de la clase. Mientras que al 23,9% no les gustó el juego de roles, específicamente a un estudiante no le gustó completamente. Solo podemos suponer que este estudiante particular es el mismo que manifestó en clase que le habría gustado elegir un equipo según su forma de pensar.

#### Pregunta 4:

The roleplay debate was a good format to apply critical thinking

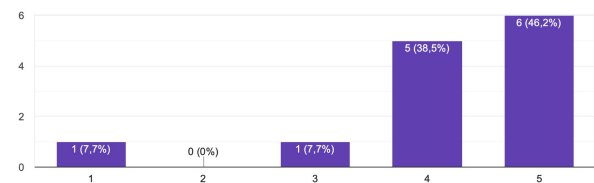


Figura 4. Respuestas a la pregunta 4.

Un único estudiante estuvo en desacuerdo con la declaración sobre que el debate de juego de roles es un buen formato para el pensamiento crítico.

## IV. DISCUSIÓN

Los autores consideran que las primeras y segundas preguntas fueron cruciales para el éxito de

la actividad de aprendizaje. El objetivo de la actividad era facilitar la aplicación de teorías éticas en un debate y mejorar las habilidades de pensamiento crítico. Basándose en los resultados de la encuesta, los autores concluyen que la actividad de aprendizaje fue un éxito y planean continuar utilizando este enfoque en el futuro.

Sin embargo, las preguntas 3 y 4 sobre el formato del debate nos proporcionan un poco de perspectiva, que debería tomarse con cautela ya que podría ser simplemente nuestra propia versión de sesgo de confirmación, pero se alinea con nuestras especulaciones. Mirando las Figuras 3 y 4, vemos a un estudiante en desacuerdo fuerte con las declaraciones y las opiniones del resto de la clase. Solo podemos suponer/especular que el estudiante particular es el mismo en ambas preguntas, y fue la misma persona que manifestó en clase que le habría gustado elegir un equipo según su forma de pensar. En este caso, los autores sienten que el malestar era exactamente lo que el estudiante necesitaba para aprender habilidades de pensamiento crítico y como docentes tenemos que aceptar el desacuerdo del estudiante con nuestras formas.

Durante conversaciones personales con los estudiantes, algunos estudiantes expresaron su incomodidad con la duración e interrupciones del debate. Sintieron que el debate, que duró dos horas, fue cortado en ocasiones y que las intervenciones del profesor resumiendo los puntos y escribiendo los argumentos en la pizarra en algunos momentos interrumpieron el flujo del debate. Para abordar este problema, los autores planean considerar otras estrategias para resumir argumentos, como usar un ordenador para documentar los argumentos a medida que avanza el debate, y proporcionar un resumen al final del debate o durante los momentos de menor actividad.

Algunos estudiantes expresaron su incomodidad con la intensidad y el realismo del caso de estudio, pero estuvieron de acuerdo en que proporcionó una experiencia más matizada y menos académica. Estaban agradecidos por la oportunidad de

desarrollar sus habilidades de pensamiento crítico y construir opiniones más matizadas sobre el tema. Los autores creen que tal malestar es necesario para el aprendizaje y planean continuar utilizando tales casos de estudio en el futuro.

Como educadores, es importante crear un ambiente donde los estudiantes se sientan cómodos expresando sus opiniones, incluso si están en desacuerdo con la mayoría. Fomentar perspectivas diversas y facilitar un debate saludable puede ayudar a los estudiantes a desarrollar sus habilidades de pensamiento crítico y mejorar su capacidad para analizar cuestiones éticas complejas.

Finalmente, reconocemos que el caso que presentamos fue intenso y trató con problemas del mundo real. Sin embargo, creemos que es importante que los estudiantes se enfrenten a la complejidad y gravedad de los problemas éticos que pueden encontrar en sus carreras profesionales. Al hacerlo, pueden obtener una comprensión más profunda del impacto de su trabajo en la sociedad y desarrollar opiniones matizadas sobre cómo abordar estos problemas.

## V. CONCLUSIÓN

Incorporar la ética en el plan de estudios de ingeniería es esencial. No se trata solo de enseñar habilidades técnicas, sino también de preparar a los estudiantes para sus futuros roles como profesionales y tener en cuenta que sus actividades como ingenieros e ingenieras tendrán un impacto en la sociedad. La ética es un aspecto fundamental de la práctica profesional de la ingeniería y debe ser tratada como tal en el plan de estudios.

Además, el uso de criptomonedas en el caso de estudio también resalta la importancia de mantenerse actualizado con los últimos avances tecnológicos y sus potenciales implicaciones éticas.

Es importante para los futuros ingenieros e ingenieras entender los potenciales dilemas éticos que pueden surgir con la adopción de nuevas tecnologías, y tener las habilidades y conocimientos para tomar decisiones informadas. En conclusión, creemos que el uso de debates de roles en la



enseñanza de la ética en ingeniería es una estrategia valiosa que puede ser replicada en otros contextos. Permite a los estudiantes aplicar teorías éticas de manera práctica y mejora sus habilidades de pensamiento crítico. Incorporar la ética en el plan de estudios de ingeniería es esencial para preparar a los futuros ingenieros para tomar decisiones responsables y contribuir positivamente a la sociedad.

En los próximos semestres, continuaremos seleccionando casos que desafíen a nuestros estudiantes a pensar críticamente y desarrollar sus habilidades de razonamiento ético.

## REFERENCIAS

- [1] Wiener N (1950) *The Human Use of Human Beings*. Houghton Mifflin: Boston, MA, USA; Eyre & Spottiswoode, London, UK.
- [2] Kurzweil R (2006) *The Singularity is Near: When Humans Transcend Biology*. Penguin Books: London, UK.
- [3] Wikipedia Technological singularity. Available at: [https://en.wikipedia.org/wiki/Technological\\_singularity](https://en.wikipedia.org/wiki/Technological_singularity) accessed 10/7/2022
- [4] Bynum TW, Maner W, Fodor, JL (1992) *Teaching Computer Ethics*. Southern Connecticut State University (New Haven), USA.
- [5] Johnson DG, *Computer ethics* (1985) Englewood Cliffs (New Jersey), USA.
- [6] *Teaching Guide Social Issues and Professional Ethics of ICT*, Barcelona School of Informatics 1991 Curriculum, (1991) Available online: <https://www.fib.upc.edu/ca/Estudis/pla91/assignatures/ISEPI.html> (accessed on 1/6/2022).
- [7] *Teaching Guide Informatics History*, Barcelona School of Informatics. 1991 Curriculum, (1991) Available online: <https://www.fib.upc.edu/ca/Estudis/pla91/assignatures/HI.html> (accessed 01/06/2022)
- [8] Rogerson S (2011) Part IV: Rethinking MIS Practice in a Broader Context. In *Oxford Handbook of Management Information Systems. Critical Perspectives and New Directions; Ethics and ICT*, Galliers, R.D., Currie, W., Eds.; Oxford University Press, Oxford, UK.
- [9] Kavathatzopoulos I (1991) Kohlberg and Piaget: Differences and similarities. In *Journal Moral Education*, 20, 47–54.
- [10] Kavathatzopoulos I (1993) Development of a cognitive skill in solving business ethics problems: The effect of instruction. *Journal Business Ethics*, 12, 379–386.
- [11] Gotterbarn DA (1991) "Capstone" Course in Computer Ethics. In *Teaching Computer Ethics*; Bynum, T.W., Maner, W., Fodor, J.L., Eds.; Research Center on Computing and Society, S. Conn. State University (Connecticut), USA.
- [12] Gotterbarn D, Miller K (2001) *Software Engineering Ethics Training in Industry and Academy: Professionalism and the Software Engineering Code of Ethics*, Proceedings of the Software Engineering Education and Training; IEEE-Computer Society.
- [13] Johnson DG (2017) Can Engineering Ethics Be Taught? *Engineering Ethics*, 47, Spring issue *The Bridge: Linking Engineering and Society*, National Academy of Sciences.
- [14] Samson O, Ogunlere, Adewale O, Adebayo (2015) Ethical Issues in Computing Sciences. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 2(7).
- [15] Nygard KE, Bender L, Walia G, Brooks K, Kambhampaty K, Nygard TE, (2012) Strategies for Teaching Ideation and Ethics in Computer Science, Proceedings of the International Conference on Frontiers in Education: Computer Science and Computer Engineering (FECS); The Steering Committee of The World Congress in Computer Science, Computer Engineering and Applied Computing (WorldComp): Vegas, USA; p. 1.
- [16] Gordon N (2010) Education for sustainable development in Computer Science. *Innovation in Teaching and Learning in Information and Computer Sciences*, 9(2), pp. 1-6.
- [17] Spiekermann S (2015) *Ethical IT Innovation: A Value-Based System Design Approach*; Apple Academic Press Inc. (Cupertino), USA.
- [18] Patrignani N (2020) *Teaching Computer Ethics: Steps towards Slow Tech, a Good, Clean, and Fair ICT*. Ph.D. Thesis, Acta Universitatis Upsaliensis: (Uppsala).
- [19] Taddeo M (2016) Ethics and Information Technologies: History and Themes of a Research Field. *The Ethics of Information Technologies*; In (eds.) Taddeo M., Miller K.; Ashgate Publishing.
- [20] Stahl BC, Timmermans J, & Mittelstadt BD (2016) The ethics of computing: A survey of the computing- oriented literature. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 2016, 48(4), pp. 1-38.
- [21] Shuman LJ, Besterfield-Sacre M, and McGourty J, (2005) The ABET Professional Skills – Can They Be Taught? Can They Be Assessed?. *Journal of Engineering Education*, 94 (1), pp 41-55.
- [22] Heckert JR (2000) Engineering ethics education in the USA: Content, pedagogy and curriculum. *European Journal of Engineering Education* 25 (4), 303.
- [23] Bowden P (2010) Teaching ethics to engineers – a research-based perspective. *European Journal of Engineering Education*, 33(5), pp. 563 - 572.
- [24] Gotterbarn D, Miller K, Rogerson S (1997) *Software Engineering Code of Ethics*. Information Society, 40(11), pp. 110-118.
- [25] Johnson DG (2017) Can Engineering Ethics Be Taught?. *Engineering Ethics*, 47(1), *The Bridge - Linking Engineering and Society*, National Academy of Sciences.
- [26] ANECA (Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y la Acreditación). *Libros Blancos*. Available online: <http://www.aneqa.es/Documentos-y-publicaciones/Libros-Blancos> (accessed on 10 September 2023).
- [27] Miñano Rubio R, Uribe D, Moreno-Romero A, & Yáñez S (2019). Embedding sustainability competences into engineering education. The case of informatics engineering and industrial engineering degree programs at Spanish universities. *Sustainability*, 11(20), 5832

**María José Casany Guerrero** (<https://orcid.org/0000-0002-5072-6745>) nació en Palma de Mallorca en 1973. Es Ingeniera en Informática y Doctora por la UPC y ha sido investigadora y docente desde 2004. Ha impartido clases en la Facultad de Informática de la UPC y en la Universitat Oberta de Catalunya. Ha desarrollado proyectos de código abierto y contribuido a proyectos de Sistemas de Gestión de Aprendizaje (LMS) y herramientas de autor. Sus intereses de investigación incluyen aspectos sociales de la educación en ingeniería, innovación, sostenibilidad y techno-ética.

**Marc Alier Forment**, (<https://orcid.org/0000-0003-3922-1516>) es Profesor Agregado en la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), especializado en ingeniería del software, IA, sistemas de información, e-learning, Ética TI y más. Con un título de ingeniería en informática y un doctorado en Sostenibilidad, ha contribuido significativamente a la comunidad de Moodle y ha escrito más de 160 publicaciones académicas. Alier actualmente se desempeña como director académico del programa de doctorado en Educación en Ingeniería y enseña múltiples cursos en la Facultad de Informática de Barcelona de la UPC.