

Integrating Ethics in Engineering Education: Determinants and Pedagogical Strategies

Fernando Antonio Ramos Zaga, Maestro en Gerencia Social¹ 

¹Universidad Privada del Norte, Perú, fernandozaga@gmail.com

***Abstract**—In a world where technology is advancing at an exponential pace and constantly redefining the boundaries of what is possible, engineers are confronted with unprecedented ethical challenges. However, ethical training in engineering programs remains fragmented and inconsistent on a global scale, resulting in a concerning gap between technical competence and social responsibility. In this context, the objective of the present study is to analyze the integration of ethics into engineering education by examining the determinants that influence engineering students' ethical attitudes, with the aim of proposing pedagogical strategies that effectively promote ethical formation within engineering curricula. To this end, a systematic literature review was conducted using databases such as Web of Science, Scopus, and IEEE Xplore, employing a predefined set of keywords and applying inclusion and exclusion criteria. The findings indicate that demographic diversity, institutional culture, and the perceived divergence between techno-social aspects significantly influence students' ethical attitudes. Moreover, strategies such as experiential learning, stakeholder engagement, and case-based discussions contribute to enhancing ethical awareness and professional responsibility. Nevertheless, resistance to ethics education persists, particularly in topics related to diversity and inclusion. In conclusion, the study underscores the need for a holistic approach that balances technical competence with ethical considerations by addressing cultural and institutional barriers and incorporating social responsibility into curricula, ultimately preparing engineers to navigate the complex ethical challenges of their professional practice.*

***Keywords**— Engineering ethics, ethical attitudes, engineering education, engineering students, pedagogical strategies.*

Determinantes de la integración de la ética en la educación en ingeniería: Estrategias pedagógicas para una formación ética eficaz

Fernando Antonio Ramos Zaga, Maestro en Gerencia Social¹
¹Universidad Privada del Norte, Perú, fernandozaga@gmail.com

Resumen– En un mundo donde la tecnología avanza a un ritmo vertiginoso y redefine constantemente los límites de lo posible, los ingenieros enfrentan desafíos éticos sin precedentes. Sin embargo, la formación ética en los programas de ingeniería sigue siendo inconsistente a nivel global, lo que genera una brecha preocupante entre la competencia técnica y la responsabilidad social. En ese contexto, el objetivo de la presente investigación es analizar la integración de la ética en la enseñanza en ingeniería a través de los determinantes que influyen en las actitudes éticas de los estudiantes de ingeniería para proponer estrategias pedagógicas que promuevan eficazmente la formación ética en los programas de ingeniería. Para tal fin, se realizó una revisión sistemática de literatura en bases de datos como Web of Science, Scopus e IEEE Xplore, utilizando palabras clave y aplicando criterios de inclusión y exclusión. Los hallazgos indican que la diversidad demográfica, la cultura institucional y la divergencia percibida entre aspectos tecno-sociales influyen significativamente en las actitudes éticas de los estudiantes, mientras que estrategias como el aprendizaje experiencial, la participación de las partes interesadas y las discusiones basadas en casos contribuyen a fortalecer la conciencia ética y la responsabilidad profesional. No obstante, persiste cierta resistencia a la formación ética en ingeniería, especialmente en temas relacionados con la diversidad y la inclusión. En conclusión, el estudio destaca la necesidad de un enfoque holístico que equilibre la competencia técnica con las consideraciones éticas, abordando barreras culturales e institucionales e incorporando la responsabilidad social en los planes de estudio, con el fin de preparar a los ingenieros para enfrentar los complejos desafíos éticos de su práctica profesional.

Palabras clave–ética de la ingeniería, actitudes éticas, educación en ingeniería, estudiantes de ingeniería, estrategias pedagógicas.

I. INTRODUCCIÓN

La educación en ingeniería desempeña un papel fundamental en el progreso tecnológico y social, equipando a los profesionales para abordar desafíos complejos [1]. Sin embargo, la creciente integración de la tecnología plantea preocupaciones éticas críticas, como la privacidad de los datos y la sostenibilidad ambiental [2]. Los ingenieros se enfrentan con frecuencia a dilemas que requieren un equilibrio entre la viabilidad técnica y la responsabilidad ética [3]. No obstante, a pesar de su importancia, la formación ética en los planes de estudio de ingeniería sigue presentando inconsistencias a nivel mundial, lo que pone de manifiesto la necesidad de un enfoque sistemático para su integración en medio de los rápidos avances tecnológicos y la evolución de las expectativas sociales [4].

En el ámbito académico, las etapas de desarrollo moral de Kohlberg [5] y el modelo de comportamiento ético de Rest [6], sugieren que las actitudes éticas pueden cultivarse a través de estrategias educativas deliberadas. Asimismo, investigaciones indican que el aprendizaje experiencial, las discusiones basadas en casos y los enfoques interdisciplinarios pueden mejorar la conciencia ética de los estudiantes [7]. Sin embargo, la comprensión de los factores clave que influyen en las actitudes éticas, como las influencias culturales, institucionales y personales, se presenta aún como un desafío que limita la eficacia de las intervenciones educativas [8].

Los estudios sobre los determinantes de las perspectivas éticas de los estudiantes de ingeniería siguen siendo dispersas, lo que impide el desarrollo de estrategias integrales para incorporar la ética en los planes de estudio. En ese sentido, abordar esta brecha es crucial para producir ingenieros que no sólo sean técnicamente competentes, sino también éticamente responsables.

La integración de la ética en la enseñanza de la ingeniería es una necesidad social apremiante, ya que las deficiencias éticas en los proyectos de ingeniería pueden acarrear consecuencias devastadoras, tales como desastres ambientales y pérdidas económicas [9]. Una muestra de ello es la supervisión regulatoria insuficiente, que ha sido un factor determinante en fallos de infraestructura y daños ambientales a nivel global. Por ello, el fortalecimiento de la formación ética es esencial para preparar a los ingenieros en la toma de decisiones responsables en un mundo cada vez más complejo e interconectado [10].

Tras lo antes señalado, el presente artículo tiene por objetivo analizar la integración de la ética en la enseñanza en ingeniería a través de los determinantes que influyen en las actitudes éticas de los estudiantes de ingeniería para proponer estrategias pedagógicas que promuevan eficazmente la formación ética en los programas de ingeniería.

II. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo la presente revisión de literatura, se realizaron búsquedas en tres bases de datos académicas clave: Web of Science (WoS), Scopus, e IEEE Xplore. WoS y Scopus fueron elegidas por su amplia cobertura de revistas de alto impacto, mientras que IEEE Xplore aborda consideraciones éticas en contextos estrechamente vinculados a la ingeniería, lo cual garantizó una cobertura integral del tema, reconociendo sus intersecciones con la filosofía y la educación.

Se desarrolló una estrategia de búsqueda sistemática utilizando términos clave cuidadosamente seleccionados y alineados con los objetivos de la investigación, cuyos términos considerados fueron: *"engineering ethics"*, *"moral reasoning"*, *"ethical attitudes"*, *"pedagogical strategies"*, *"curriculum development"*.

La ecuación de búsqueda fue la siguiente:

("engineering students" OR "engineering education") AND ("ethics" OR "ethical attitudes" OR "moral reasoning") AND ("pedagogical" OR "curriculum")

Se buscó títulos y resúmenes específicos, con filtros para artículos revisados por pares en idioma inglés, publicados entre 2021 y el presente año, para reflejar el contexto contemporáneo de la educación en ingeniería y sus desafíos éticos en evolución.

Criterios de inclusión y exclusión

La presente revisión sistemática aplicó criterios estrictos de inclusión y exclusión para garantizar la selección de estudios relevantes y de alta calidad. Se incluyeron artículos publicados en los últimos cinco años centrados en la integración de la ética en la enseñanza de la ingeniería para identificar las tendencias actuales. Solo se consideraron los artículos científicos revisados por pares para garantizar la credibilidad y el rigor metodológico.

Por otro lado, se excluyeron artículos de opinión, editoriales y estudios tangenciales al enfoque central de la investigación. Se omitieron las publicaciones fuera del marco temporal definido de cinco años, los estudios con datos incompletos o los que carecían de claridad metodológica para mantener la integridad de la revisión. Asimismo, se excluyeron las investigaciones con poblaciones no identificadas o detalles insuficientes sobre la metodología de recolección de datos para evitar interpretaciones erróneas y garantizar la confiabilidad.

Consideraciones éticas

La presente revisión sistemática priorizó el rigor ético para garantizar la transparencia, la integridad y el cumplimiento de los estándares académicos. Los criterios de inclusión y exclusión se aplicaron rigurosamente para mantener la calidad y relevancia de los estudios seleccionados, mitigando el sesgo y asegurando la coherencia en la alineación con las mejores prácticas para las revisiones sistemáticas.

Todas las fuentes se citaron siguiendo los estándares del IEEE, lo que garantiza la atribución adecuada de autoría, la integridad académica y la credibilidad. La exactitud de las citas se verificó cuidadosamente, lo que permitió verificar la información, así como la transparencia y reproducibilidad de la revisión.

Los datos extraídos y los hallazgos se presentaron fielmente, sin alteraciones ni manipulaciones, lo que garantiza una reflexión objetiva de los estudios originales, lo cual aumenta la validez de las conclusiones de la revisión y aporta en el ámbito académico sobre la integración de la ética en la educación en ingeniería. El rigor ético a lo largo de todo el proceso reafirma un compromiso con la producción de contenido confiable y de alta calidad.

III. RESULTADOS

Se llevó a cabo una revisión sistemática mediante búsquedas exhaustivas en cuatro bases de datos principales: Web of Science (53 artículos), Scopus (377 artículos), e IEEE Xplore (106 artículos), arrojando un total de 536 artículos. Las bases de datos fueron elegidas por su amplia cobertura de la literatura académica sobre educación y ética en ingeniería. La estrategia de búsqueda fue diseñada para capturar una amplia gama de estudios sobre la integración de la ética en la educación en ingeniería, asegurando una base sólida para el análisis.

Los artículos recuperados destacan el interés interdisciplinario en la educación ética, reflejando su naturaleza multifacética a través de las metodologías educativas, la teoría ética y la práctica de la ingeniería. Tras la identificación, se aplicó un riguroso proceso de selección utilizando criterios de inclusión y exclusión predefinidos para garantizar la pertinencia y la calidad metodológica.

Eliminación de duplicados

La eliminación de duplicados fue realizada para garantizar la integridad y precisión de la revisión sistemática. De un grupo inicial de 536 artículos identificados en múltiples bases de datos, se identificaron y eliminaron 97 duplicados utilizando las herramientas de deduplicación automatizada de Zotero, lo cual refinó el conjunto de datos a 439 artículos únicos, evitando la redundancia que podría sesgar los resultados y garantizando el rigor metodológico.

El uso de Zotero minimizó el error humano y agilizó el proceso de deduplicación, alineándose con las mejores prácticas en las revisiones sistemáticas, lo que garantiza la precisión y la manejabilidad del conjunto de datos para un adecuado análisis y síntesis de la literatura.

Filtrado por título y resumen

La fase de selección del título y del resumen fue fundamental para refinar el conjunto de datos para esta revisión sistemática, asegurando la alineación con sus objetivos. De 439 artículos deduplicados, cada título y resumen se centró en la identificación de estudios que abordaban la integración de la ética en la enseñanza de la ingeniería, los factores que influyen en las actitudes éticas de los estudiantes de ingeniería o las estrategias para mejorar la formación ética. Se excluyeron artículos no relacionados con el tema (272), cartas al editor, conferencias, artículos de divulgación (45), tipo de estudio no elegible (20). En este proceso se eliminaron 337 artículos y quedaron 102 artículos para ser evaluados en la recuperación de texto completo.

Revisión de texto completo

En la fase inicial de la revisión sistemática, se identificaron 102 estudios mediante búsquedas en bases de datos y comprobaciones manuales de referencias. De estos, 14 fueron inaccesibles debido a restricciones de suscripción o textos incompletos irre recuperables, dejando 88 estudios para evaluación adicional.

Se evaluó la elegibilidad de estos 88 estudios, de los cuales (15) no cumplen con los criterios de inclusión, (6) presentan resultados no relevantes y (3) cuentan con metodologías

inadecuadas, dejando 64 estudios que cumplieron con todos los criterios de inclusión para el análisis final.

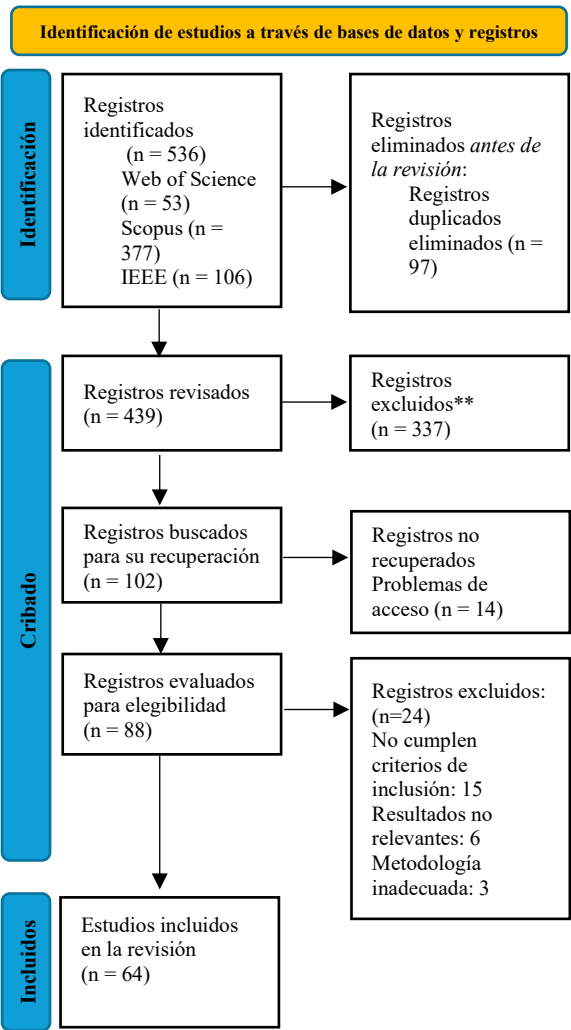


Fig. 1 Diagrama de flujo PRISMA para selección y extracción de datos

A. Integración de la justicia social en la ética de la ingeniería

La interacción entre la ingeniería y la ética ha adquirido relevancia al integrar las dimensiones sociales en los procesos técnicos, promoviendo una educación que fomente la justicia social, la equidad y la responsabilidad social. La literatura analizada destaca la importancia de abordar las desigualdades y las necesidades de las poblaciones marginadas, promoviendo la inclusión en la toma de decisiones. Es así como la ética de la ingeniería, enmarcada por códigos profesionales, subraya la obligación de los ingenieros de diseñar soluciones accesibles y equitativas, priorizando el bienestar colectivo y la justicia social en sus prácticas.

TABLA I
INTEGRACIÓN DE LA JUSTICIA SOCIAL EN LA ÉTICA DE LA INGENIERÍA

Temática	Subtemática	Autor(es)
----------	-------------	-----------

Desafíos regulatorios globales	Fragmentación normativa	AllahRakha [9]
	Definiciones divergentes de amenazas	Adeyeri & Abroshan [10]
	Políticas nacionales vs globales	Alshabib & Martins [11]
Estándares y políticas nacionales	Reglamentación de privacidad y datos	Mishra et al. [12]
	Soberanía y proteccionismo	Heim [13]
	Costos de alineación normativa	Santaniello & Barbieri [14]
	Limitaciones de recursos	Atkins & Lawson [15]
Capacidades de aplicación de la ley	Infraestructura y experiencia técnica	Alfiyah [16]
	Disparidades entre países	Saleem et al. [17]
Barreras legales y cooperación	Privacidad y protección de datos	Macidov [18]

La Tabla I presenta un análisis sobre la integración de la justicia social en la ética de la ingeniería, dividiéndolo en tres temáticas principales. En la dimensión social, la ética en ingeniería debe promover la diversidad, la equidad y la inclusión, como elementos cruciales en la toma de decisiones éticas. En cuanto a la innovación inclusiva a través de la justicia social, se destaca que la justicia distributiva y la equidad en la asignación de recursos son fundamentales para guiar la ética en la ingeniería. Finalmente, en relación con los códigos de ética, se enfatiza que estos deben incorporar principios de equidad e inclusión, como aspectos esenciales en la práctica profesional de la ingeniería.

Dimensión social

La interacción entre la ingeniería y la ética ha ganado prominencia al enfatizar la interconexión de las consideraciones técnicas y sociales. El reconocimiento de las dimensiones sociales y éticas de la ingeniería ha influido en los contextos académicos y profesionales, a menudo enmarcados a través de conceptos como la justicia social, la responsabilidad social y preocupaciones sociales más amplias [8].

Los esfuerzos por abordar los problemas sociales a través de soluciones técnicas incorporan una dimensión social al involucrar a los estudiantes en el análisis de los impactos sociales de la tecnología, los educadores destacan las implicaciones más amplias de las decisiones de ingeniería. En ese aspecto, la integración de temas sociales en los planes de estudio de ingeniería, fomenta el examen crítico de cómo la diversidad, la equidad y la inclusión dan forma a la toma de decisiones éticas y al bienestar de la sociedad [11].

La preocupación por la diversidad se ha convertido en un elemento central del razonamiento ético en la enseñanza de la ingeniería debido a diferencias de género en las perspectivas de enseñanza [12]. Al respecto, las mujeres suelen adoptar enfoques más feministas y centrados en las personas [13]. En ese sentido, se hace hincapié en la interconexión de las preocupaciones éticas, abogando por un enfoque holístico para comprender estas cuestiones [14].

La equidad y la consideración de grupos de usuarios específicos son temas recurrentes en la ética de la ingeniería,

particularmente para abordar las necesidades de las poblaciones marginadas. Las prácticas de diseño accesible, por ejemplo, se enmarcan como obligaciones morales vinculadas a la responsabilidad social [15]. La responsabilidad social se presenta como un atributo personal y una visión prosocial del mundo destinada a mejorar el bienestar de la sociedad, la cual contrasta los puntos de vista de los grupos minoritarios y mayoritarios dentro de la educación en ingeniería, sugiriendo que una mayor empatía social y un compromiso con la justicia social, que derivan de una comprensión enriquecida de la responsabilidad social [16].

Los estudiantes que han experimentado dificultades en el ámbito social tienden a mostrar una mayor inclinación hacia la responsabilidad social, viéndola como un compromiso con la inclusión [17]. La aplicación de un enfoque social refuerza su naturaleza complementaria y su papel en el fomento de la empatía social, un componente clave en la búsqueda de la justicia social [18]. Por ende, los principios de justicia social y responsabilidad también se alinean con otras prioridades éticas en ingeniería, como la sostenibilidad y la globalización, subrayando su amplia aplicabilidad [19].

Innovación inclusiva a través de la justicia social

El concepto de justicia en la educación en ingeniería como principio rector y punto de referencia evaluativo, enfatizando la justicia, la equidad y la responsabilidad social en la práctica profesional y la educación refleja el compromiso de incorporar consideraciones éticas en los procesos, decisiones y soluciones de ingeniería [20]. Las interpretaciones de la justicia distributiva, procedimental y restaurativa influyen en los marcos éticos, dando forma a la forma en que los ingenieros abordan los desafíos sociales y navegan por las complejidades éticas de su profesión [21], las cuales también informan los enfoques pedagógicos, lo que garantiza que los futuros ingenieros estén equipados para equilibrar las responsabilidades técnicas y éticas.

La justicia social, como piedra angular de la ética de la ingeniería, subraya el papel de los ingenieros en la creación de una sociedad más equitativa e inclusiva. De ese modo se da prioridad a abordar las desigualdades sistémicas y a desafiar las injusticias, al tiempo que fomenta la diversidad, que es vital para la innovación y la toma de decisiones éticas [22]. Al adoptar principios como el trato equitativo, los derechos humanos y la asignación responsable de los recursos, la educación en ingeniería tiene como objetivo preparar a los profesionales para avanzar en un mundo socialmente responsable y sostenible [23].

Es necesario mencionar que el enfoque liberal de la ética de la ingeniería enfatiza la objetividad, la responsabilidad individual y la meritocracia. Las decisiones y las oportunidades se guían por logros medibles, lo que garantiza la equidad y minimiza los sesgos. Es así como se promueve igualdad al proporcionar un acceso igualitario a los recursos y oportunidades, eliminar las barreras sistémicas y permitir el crecimiento personal y profesional [24].

Por otro lado, el enfoque crítico pone de relieve la subjetividad y reconoce la influencia de los contextos sociales y sistémicos en las experiencias individuales. Se centra en la equidad más que en la igualdad, abordando las disparidades mediante la asignación de recursos que tiene en cuenta las desventajas existentes al posicionar a la ingeniería como ligada a la justicia social, enfatizando su papel en la promoción de la inclusión y el abordaje de las desigualdades históricas [25].

La integración de la justicia social en la educación y la práctica de la ingeniería implica el compromiso de enfrentar la opresión sistémica y priorizar el bienestar de las comunidades marginadas [26]. Al alinearse con los principios de la innovación inclusiva, la ética de la ingeniería hace hincapié en la creación de tecnologías y soluciones que sean accesibles, equitativas y beneficiosas para diversas poblaciones, mediante la toma de decisiones éticas e impulsa la innovación que desafía la opresión al tiempo que promueve el bienestar de la sociedad [27].

Códigos de ética

El papel de un ingeniero profesional requiere una comprensión profunda de la ética y el vínculo esencial entre la educación y la práctica de la ingeniería a través de una perspectiva profesional, enfatizando la integración de los principios éticos dentro de las responsabilidades y resultados básicos de la profesión de ingeniería [28].

Los códigos de ética sirven como guías vitales para la conducta profesional, ofreciendo marcos que traducen el conocimiento académico en aplicaciones del mundo real mediante los imperativos éticos de equidad, inclusión y justicia [29]. Por ejemplo, se hace hincapié en la obligación de tratar a todas las personas de manera equitativa y de rechazar las prácticas discriminatorias [30]. Se destaca la importancia de integrar diversas perspectivas en la planificación y la ejecución, reconociendo que la inclusión en el diseño y la toma de decisiones es fundamental. También se advierte contra el uso indebido de la información y la tecnología que puede conducir a disparidades, enmarcando tales acciones como injustas y poco éticas [31].

Se recuerda a los ingenieros su deber de mejorar la calidad de vida al tiempo que se adhieren a los principios de integridad, justicia e igualdad. El bienestar, la salud y la seguridad públicos deben seguir siendo primordiales en todos los esfuerzos profesionales. Los códigos éticos alientan a los ingenieros a evaluar el impacto social de su trabajo, particularmente en las comunidades marginadas y empobrecidas, posicionando la equidad como un elemento fundamental de la práctica ética de la ingeniería [29].

La integración de la justicia social en la ética de la ingeniería refuerza la centralidad del pensamiento inclusivo en los procesos de diseño y desarrollo. La equidad no se presenta como un atributo opcional, sino como una obligación profesional. Se plantea un enfoque dinámico de la ética, que promueva la evolución de los estándares y las normas profesionales guiados por los principios de la justicia social mediante participación pública y la escucha activa de las

necesidades de la sociedad como componentes esenciales de la práctica ética, garantizando que los esfuerzos de ingeniería se alineen con el bienestar colectivo [32].

B. Determinantes de las actitudes éticas en ingeniería

La diversidad demográfica y cultural influye en la enseñanza de la ética en ingeniería, moldeando las perspectivas de estudiantes y docentes. Factores como género, raza y antecedentes socioeconómicos afectan la aplicación de principios éticos, pero las barreras culturales, como el dualismo sociotécnico, dificultan su integración en los planes de estudio. La cultura institucional también influye en las percepciones éticas, destacando la necesidad de un enfoque educativo inclusivo y reflexivo que promueva la diversidad y la responsabilidad social.

TABLA II
 DETERMINANTES DE LAS ACTITUDES ÉTICAS EN INGENIERÍA

Temática	Autores
Brecha tecnológica y desafíos infraestructurales	Creese, Dutton, Esteve-González, et al. [56]; Tijerina [20]; Khan et al. [21]; Soldani [22]
Acceso a tecnologías avanzadas	Zaid & Garai [23]; Ani et al. [24]; Peter [25]; Qobo [26]; Ogwueleka [27]
Protección de infraestructura crítica	Venkatachary et al. [28]; Javaid et al. [29]; Saeed et al. [30]; Cartwright [31]
Desafíos de interoperabilidad	Henderson [32]; Kulesza & Weber [33]; Chen & Yang [34]
Colaboración público-privada	Grigaliūnas et al. [35]; Nwankwo et al. [36]; Pawar & Palivela [37]; Arshad & Asghar [38]; Safitra et al. [39]; Wylde et al. [40]
Tensiones geopolíticas y políticas nacionales	Hassib & Shires [41]; Racionero-García & Shaikh [42]
Compatibilidad tecnológica	Möller [43]; Usmani et al. [44]; Szczepaniuk & Szczepaniuk [45]

La Tabla II presenta los determinantes de las actitudes éticas en ingeniería, abordando la influencia de la diversidad demográfica, que incluye género, etnia y antecedentes socioeconómicos; la divergencia entre los aspectos técnicos y sociales, que dificulta la integración ética en el currículo; y el rol institucional, que destaca cómo las culturas educativas moldean las actitudes éticas de los estudiantes, enfatizando la necesidad de un enfoque inclusivo y responsable.

Diversidad demográfica

La demografía influye significativamente en las perspectivas y enfoques de la enseñanza de la ética de la ingeniería, así como en la forma en que las personas aplican los principios éticos en la práctica. Una investigación reciente reporta que los factores demográficos afectan la participación de los estudiantes en los cursos de ética de la ingeniería [33].

Los factores raciales, étnicos, nacionales y económicos contribuyen a las diferentes perspectivas y prácticas en la ética de la ingeniería [34]. Por ejemplo, las diferencias de género influyen en la priorización de valores y marcos éticos dentro de los programas de ética. Las estudiantes de ingeniería a menudo adoptan perspectivas feministas y basadas en el cuidado [35], mientras que los estudiantes de minorías con frecuencia desarrollan una ética centrada en la equidad, moldeada por

experiencias de racismo y sexismo abiertos y encubiertos [36]. En contraste, la mayoría de los estudiantes pueden inclinarse hacia una ética centrada en la igualdad, pero a menudo se ven indirectamente afectados por injusticias sociales más amplias [37].

El predominio de perspectivas occidentales educadas en el razonamiento ético subraya la necesidad de investigar las experiencias éticas compartidas y divergentes de los estudiantes de ingeniería a nivel mundial. Dicha investigación podría iluminar los diversos enfoques del razonamiento ético dentro de la educación en ingeniería [38].

El género, la etnia y los antecedentes culturales de los docentes también influyen en la formación de sus percepciones y enfoques de enseñanza [39]. Las profesoras son más propensas a incorporar prácticas reflexivas, especialmente cuando se abordan las implicaciones sociales de la ingeniería [40]. Además, las normas culturales influyen en la forma en que la ética se integra en los planes de estudio de ingeniería, lo que enfatiza la importancia de un enfoque matizado e inclusivo de la educación ética [41].

Divergencia percibida entre los aspectos técnicos y sociales

Los sistemas culturales preexistentes en ingeniería moldean significativamente las percepciones de las intersecciones entre la ética de la ingeniería y la instrucción en el aula. Las culturas disciplinarias presentes en las escuelas de ingeniería, en las prácticas profesionales y en diversas ramas del campo, revelan barreras culturales que complican la integración de la ética en los planes de estudio [42]. Un aspecto destacado es la tendencia del campo de la ingeniería a priorizar los aspectos técnicos sobre las dimensiones sociales, a menudo enmarcados dentro del contexto más amplio del dualismo sociotécnico, que pone de relieve la tradicional falta de énfasis de los factores sociales en la ingeniería [43].

Los conflictos entre las prioridades de la práctica de la ingeniería y la educación complican aún más estas dinámicas. Cuestiones como la diversidad y la ética se resisten a soluciones sencillas por parte de los educadores, y en su lugar requieren una reflexión deliberada y un debate abierto. Por ejemplo, surge una tensión clave entre los esfuerzos de los programas de ingeniería para atraer y retener a los estudiantes de alto rendimiento, así como fomentar la inclusión, lo cual refleja cómo la diversidad y la inclusión a veces se consideran contradictorias con las nociones de profesionalismo, a menudo debido a las formas en que los programas definen y evalúan el talento [44].

Los factores culturales, incluido el dualismo sociotécnico, suprimen con frecuencia la diversidad, independientemente de la aptitud individual [45]. Las mujeres, por ejemplo, a menudo se ven desalentadas a estudiar ingeniería debido a la percepción de que la disciplina carece de un enfoque centrado en las personas, lo que subraya la necesidad de una mayor concientización sobre la diversidad en la educación ética de la ingeniería mediante el valor de la inclusión [46].

El tratamiento de la ética en la enseñanza de la ingeniería emerge como un punto focal crítico para la reforma. Los códigos de ética de ingeniería tradicionales, que generalmente enfatizan la conducta profesional, a menudo pasan por alto preocupaciones más amplias como la justicia social y la equidad. La ampliación de las dimensiones éticas de la enseñanza de la ingeniería para incluir estos principios ofrece una perspectiva vital que desafía los enfoques convencionales y aborda cuestiones históricamente infravaloradas [47].

Rol institucional

La cultura institucional influye profundamente en la forma en que los individuos y los grupos perciben la relación entre la ética y la educación en ingeniería. Las creencias, ideales y prácticas de un grupo están moldeadas por sus valores culturales, convenciones y artefactos asociados, como se ve en varias culturas institucionales, incluidas universidades, escuelas de ingeniería y organizaciones dentro de la fuerza laboral de ingeniería [48].

El papel de las universidades en la formación del razonamiento moral de los estudiantes, así como las variaciones en sus perspectivas éticas, pone de relieve las características clave de la cultura de la enseñanza de la ingeniería. Explorar los puntos en común en las experiencias estudiantiles de diversas instituciones y analizar cómo sus variadas culturas institucionales influyen en las perspectivas éticas de los individuos permite identificar las características culturales generales dentro de la educación en ingeniería, tal como se evidencia a través de la divergencia entre la ética de la ingeniería y el enfoque tradicional de enseñanza. Además, la negligencia institucional se ha relacionado con una creciente desconexión entre ingenieros y científicos sociales [49].

Las universidades tienen la responsabilidad de fomentar el desarrollo integral de los estudiantes, incluido el cultivo de la responsabilidad social entre los estudiantes de ingeniería. Las culturas institucionales que priorizan los estándares éticos e incorporan la ética en la educación en ingeniería pueden fortalecerse al abordar las normas y expectativas vinculadas a los logros, fomentando una conexión más cohesiva entre la formación en ingeniería y la práctica ética. [50].

C. Estrategias para promover la ética en los estudios de ingeniería

La educación ética en ingeniería enfrenta retos como la disonancia cognitiva de los estudiantes, quienes responden de manera diversa ante los dilemas éticos. El compromiso se ve favorecido por experiencias prácticas y la integración de perspectivas locales y globales. Sin embargo, la resistencia surge al tratar temas controvertidos o con docentes ajenos al campo. La participación activa de las partes interesadas y la diversidad en los equipos de diseño mejoran la toma de decisiones éticas, promoviendo enfoques inclusivos y responsables en los proyectos de ingeniería [51].

TABLA III
ESTRATEGIAS PARA PROMOVER LA ÉTICA EN LOS ESTUDIOS DE INGENIERÍA

Tema	Subtema	Autores Citados
Cultural y sociales	Diversidad cultural	Uchendu et al. [46]; AlDaajeh & Alrabae [47]; Alhalafi & Veeraraghavan [48]; Sadeghi et al. [49]
	Percepciones regionales	Dodge et al. [50]; Yusif & Hafeez-Baig [51]
	Actitudes hacia la privacidad	Wang [52]; Balarabe [53]; Zuboff [54]; Bridenbaker [55]
	Tradiciones de derechos civiles	Creese, Dutton, & Esteve-González [56]; Kharlamov & Pogrebna [57]
	Equilibrio ciberseguridad-privacidad	Renaud et al. [58]
Privacidad y normativa	Regulaciones internacionales	Ameen et al. [59]
	Resistencia normativa	Raymond & Sherman [60]
Desafíos institucionales	Gobiernos autoritarios	Bokhari [61]
	Empresas privadas	Song & Park [62]; Chandna & Tiwari [63]

La Tabla III presenta estrategias para promover la ética en los estudios de ingeniería, destacando tres áreas clave. En cuanto a los dilemas éticos, diversos estudios señalan que la disonancia cognitiva y la percepción de falta de relevancia afectan el compromiso de los estudiantes con la ética en ingeniería. Respecto a los métodos innovadores, se resalta que la integración de recursos creativos y la participación directa con partes interesadas facilita una comprensión ética más profunda. Finalmente, en el ámbito de la diversidad e inclusión, se evidencia que equipos diversos y la inclusión de usuarios mejoran la toma de decisiones éticas y fomentan el diseño de soluciones más inclusivas.

Dilemas éticos

El fenómeno de la disonancia cognitiva que emerge del contenido o la enseñanza de la ética en programas de ingeniería impacta significativamente en el compromiso de los estudiantes, la cual suele surgir cuando los estudiantes perciben que las lecciones de ética entran en conflicto con sus nociones preconcebidas sobre el campo de la ingeniería. [52]. Como resultado, el compromiso abarca desde el entusiasmo hasta la resistencia o la desconexión completa. Mientras que algunos estudiantes encuentran valor en estas lecciones, otros pueden mostrar resistencia o desinterés [53].

Las reacciones matizadas de los estudiantes respecto a la enseñanza de la ética en ingeniería, requiere un mayor compromiso cuando los estudiantes se enfrentan a dilemas éticos del mundo real, debido a que les permite abordar las complejidades en la toma de decisiones morales de la práctica profesional. Los estudios de casos relevantes a nivel local, particularmente aquellos que son auténticos y emocionalmente impactantes, permiten a los estudiantes convertirse en pensadores críticos, ciudadanos comprometidos y diseñadores responsables [54] [55].

Sin embargo, no todos los estudiantes responden positivamente. La resistencia es especialmente pronunciada

cuando se introducen cuestiones éticas controvertidas o cuando las lecciones son impartidas por instructores ajenos al campo de la ingeniería. Los estudiantes a menudo descartan estas lecciones, desafiando la relevancia y legitimidad de la educación ética en los planes de estudio de ingeniería [56].

Las reacciones negativas a las discusiones sobre temas como la diversidad de género revelan momentos de tensión, destacando los desafíos que enfrentan los educadores cuando abordan temas delicados. Superar tal resistencia requiere crear un ambiente de diálogo abierto, enfatizar la relevancia práctica de la ética en la ingeniería y alinear las lecciones con las aspiraciones profesionales de los estudiantes [57] [58].

Métodos innovadores

La participación de las partes interesadas hace hincapié en dos enfoques principales: la participación creativa a través de recursos multimedia [59] [60] y la participación interpersonal que involucra directamente a las partes interesadas [48].

Las estrategias creativas permiten a los estudiantes comprender las perspectivas de las diversas partes interesadas a fin de alentar a los estudiantes a considerar no solo a los usuarios locales o inmediatos, como las comunidades indígenas, sino también a las partes interesadas globales [61]. La ampliación de las consideraciones éticas para incluir el impacto global de las prácticas de ingeniería fomenta una comprensión más empática y completa de las repercusiones de las decisiones de ingeniería [62]. Las limitaciones prácticas, como las distancias geográficas, pueden limitar la interacción cara a cara con las partes interesadas internacionales. Para superar ello, la integración de marcos globales en los planes de estudio de ingeniería y ética ayuda a los estudiantes a desarrollar empatía por las partes interesadas en un contexto global [63].

El compromiso interpersonal se centra en metodologías que promueven la interacción directa con grupos de usuarios específicos. Interactuar con las partes interesadas mejora la capacidad de los estudiantes de ingeniería para tomar decisiones inclusivas e informadas. Aunque estas interacciones no siempre conducen a que las partes interesadas se conviertan en miembros activos de los equipos de ingeniería, proporcionan información valiosa que enriquece el proceso de toma de decisiones [64]. Por ejemplo, la incorporación de marcos como la innovación inclusiva y el pensamiento inclusivo en la pedagogía ayuda a los estudiantes a integrar diversas perspectivas de usuario en los proyectos de ingeniería [65]. Un estudio reciente evidencia que los estudiantes que tuvieron contacto directo con poblaciones vulnerables demostraron una mayor empatía y un mayor compromiso con la accesibilidad en sus proyectos de diseño en comparación con sus compañeros sin tales interacciones [66].

Diversidad e inclusión

Las experiencias de aprendizaje, la dinámica de equipo y los resultados de ingeniería pueden enriquecerse significativamente mediante la integración de diversas actividades de equipo en la educación en ingeniería [67]. Una

mayor diversidad dentro de los equipos contribuye a obtener mejores resultados éticos en la toma de decisiones técnicas [68]. Los equipos con una diversidad más amplia tienen más probabilidades de adoptar enfoques de razonamiento ético efectivos, lo que subraya la importancia de integrar la ética en la educación en ingeniería [69].

Los diseños de ingeniería deben reflejar la diversidad no solo en sus consideraciones, sino también en la composición del propio equipo de diseño, así como los materiales y las discusiones, lo cual enfatiza la conexión entre las prácticas éticas y los procesos de diseño inclusivos [70].

Un aspecto central de la ingeniería ética es la inclusión significativa de los miembros de la comunidad o usuarios como participantes activos en el equipo. Los ingenieros deben ir más allá de simplemente escuchar a los diversos grupos de partes interesadas y colaborar activamente con ellos para mantener los estándares éticos [71]. Cuando los públicos afectados por las decisiones de ingeniería se involucran como socios, sus comportamientos sirven como modelos a seguir para la colaboración ética [71].

Este enfoque se ejemplifica en una metodología de investigación-acción con equipos de estudiantes que colaboraron con individuos con parálisis cerebral, quienes, como usuarios finales, contribuían directamente a la toma de decisiones [72]. Al asociarse con organizaciones que abogan por las personas con discapacidades, los estudiantes diseñaron conjuntamente planes de estudio que fomentaron la inclusión y permitieron que diversas perspectivas dieran forma a las soluciones de ingeniería [73].

IV. DISCUSIÓN

Los hallazgos de esta revisión subrayan el creciente énfasis en la integración de la ética en la educación en ingeniería, reflejando tendencias más amplias en la literatura. Diversos autores destacan la necesidad de incorporar la responsabilidad social, la justicia y la inclusión como aspectos integrales de la práctica ética de la ingeniería. Se ha argumentado que los principios de justicia social son cruciales para fomentar la toma de decisiones éticas y garantizar el bienestar de las comunidades marginadas [20]. Del mismo modo, otros enfatizan el papel de los códigos de ética profesional para guiar a los ingenieros hacia prácticas responsables y equitativas [28].

Un tema prominente en la literatura es la persistente divergencia entre las dimensiones técnicas y sociales de la ingeniería. Los estudios reportan que los planes de estudio de ingeniería a menudo priorizan el conocimiento técnico en detrimento de las consideraciones sociales [42]. Por el contrario, algunos abogan por un enfoque holístico que integre las perspectivas sociotécnicas para abordar las complejidades éticas [43]. La situación antes mencionada refleja barreras disciplinarias y culturales más amplias que pueden obstaculizar el cultivo de ingenieros éticamente conscientes. Además, se ha demostrado que factores demográficos como el género y el origen cultural influyen en el razonamiento ético y el compromiso con la educación ética [34], lo cual apoya el

argumento de que las diversas perspectivas enriquecen los marcos éticos y promueven la innovación inclusiva [67].

La revisión también refuerza la importancia del aprendizaje experiencial y la participación de las partes interesadas para fomentar la conciencia ética entre los estudiantes de ingeniería. Los estudios sugieren que la interacción directa con diversos grupos de usuarios mejora la empatía de los estudiantes y su capacidad para la toma de decisiones socialmente responsables [64]. Sin embargo, persiste la resistencia a la educación ética, especialmente cuando se trata de temas polémicos como la diversidad y la inclusión [56]. Lo antes mencionado pone en relieve la necesidad de estrategias pedagógicas que no solo impartan principios éticos, sino que también se alineen con las aspiraciones y experiencias profesionales de los estudiantes [57].

Las limitaciones de la presente revisión sistemática surgen principalmente de los posibles sesgos en la selección de las fuentes y de los desafíos de sintetizar perspectivas de campos interdisciplinarios. La dependencia de la literatura accesible puede haber dado lugar a una sobrerrepresentación de ciertos puntos de vista, en particular de contextos occidentales, mientras que subrepresenta a otros, incluidas las áreas de investigación emergentes. Las variaciones en el rigor metodológico entre los estudios incluidos podrían introducir inconsistencias en la interpretación, afectando la generalizabilidad de las conclusiones. La exclusión de la literatura gris y los estudios no publicados puede contribuir al sesgo de publicación, limitando una comprensión integral del tema.

La presente revisión destaca la necesidad de un enfoque más integrado de la ética en la educación en ingeniería, haciendo hincapié en la responsabilidad social, la justicia y la inclusión. Los hallazgos sugieren que los planes de estudio deben equilibrar las habilidades técnicas con el razonamiento ético para preparar mejor a los ingenieros ante los desafíos sociales. De ese modo, se subraya la importancia de los enfoques interdisciplinarios y la participación de las partes interesadas en el fomento de la conciencia ética. Sin embargo, se requiere más investigación para evaluar el impacto a largo plazo de la educación ética en la práctica profesional y explorar cómo los factores culturales y demográficos dan forma a las perspectivas éticas.

VI. CONCLUSIONES

El estudio destaca el impacto positivo de integrar la ética en la educación en ingeniería, fomentando la responsabilidad social, la diversidad y la inclusión para promover prácticas equitativas y socialmente conscientes. Se subraya la necesidad de abordar las desigualdades sistémicas a través de marcos educativos que fomenten la innovación inclusiva y la toma de decisiones éticas. Sin embargo, persisten desafíos debido a la resistencia cultural e institucional y al énfasis tradicional en los aspectos técnicos sobre los sociales. Superar estas barreras requiere un cambio de paradigma que alinee la excelencia técnica con la responsabilidad ética. Los hallazgos enfatizan

que la conciencia ética es esencial para el desarrollo tecnológico sostenible e inclusivo, desafiando los enfoques educativos tradicionales, lo que requiere abogar por un equilibrio holístico entre las competencias técnicas y éticas.

REFERENCIAS

- [1] T. F. A. C. Sigahi y L. I. Szelwar, «Exploring applications of complexity theory in engineering education research: A systematic literature review», *Journal of Engineering Education*, vol. 111, n.º 1, pp. 232-260, 2022, doi: 10.1002/jee.20438.
- [2] P. de Vries, «The Ethical Dimension of Emerging Technologies in Engineering Education», *Education Sciences*, vol. 12, n.º 11, Art. n.º 11, nov. 2022, doi: 10.3390/educsci12110754.
- [3] S. Chance, I. Direito, y J. Mitchell, «Opportunities and barriers faced by early-career civil engineers enacting global responsibility», *European Journal of Engineering Education*, vol. 47, n.º 1, pp. 164-192, ene. 2022, doi: 10.1080/03043797.2021.1990863.
- [4] L. Gutierrez-Bucheli, G. Kidman, y A. Reid, «Sustainability in engineering education: A review of learning outcomes», *Journal of Cleaner Production*, vol. 330, p. 129734, ene. 2022, doi: 10.1016/j.jclepro.2021.129734.
- [5] L. Kohlberg, «The philosophy of moral development», *Haper & Fow Publishers*, 1981.
- [6] J. R. Rest, «Moral development: Advances in research and theory», 1986.
- [7] C. Herzog, A. Johri, y R. Tormey, «Teaching ethics using case studies», en *The Routledge International Handbook of Engineering Ethics Education*, Routledge, 2024.
- [8] D. A. Martin, E. Conlon, y B. Bowe, «A Multi-level Review of Engineering Ethics Education: Towards a Socio-technical Orientation of Engineering Education for Ethics», *Sci Eng Ethics*, vol. 27, n.º 5, p. 60, ago. 2021, doi: 10.1007/s11948-021-00333-6.
- [9] S. Schismenos, G. J. Stevens, D. Emmanouloudis, N. Georgeou, S. Shrestha, y M. Chalaris, «Humanitarian engineering at the sustainability-development nexus: mapping vulnerability and capability factors for communities at risk of water-based disasters», *Sustain Sci*, vol. 16, n.º 4, pp. 1185-1199, jul. 2021, doi: 10.1007/s11625-020-00890-y.
- [10] A. Sanchez y B. Wagner, «Accountability without Consequences: Reframing Tech Ethics Using the Pedagogy, Histories, and Licensure Ramifications of Engineering Disasters», 16 de julio de 2023, *Social Science Research Network, Rochester, NY*: 4657386. doi: 10.2139/ssrn.4657386.
- [11] B. Weber-Lewerenz, «Corporate digital responsibility (CDR) in construction engineering—ethical guidelines for the application of digital transformation and artificial intelligence (AI) in user practice», *SN Appl. Sci.*, vol. 3, n.º 10, p. 801, sep. 2021, doi: 10.1007/s42452-021-04776-1.
- [12] J. He, «Ethics of Engineering Management», en *Principles of Engineering Management*, J. He, Ed., Singapore: Springer Nature, 2023, pp. 515-566. doi: 10.1007/978-981-99-1168-4_10.
- [13] A. Strohmayr, R. Bellini, y J. Slupski, «Safety as a Grand Challenge in Pervasive Computing: Using Feminist Epistemologies to Shift the Paradigm From Security to Safety», *IEEE Pervasive Computing*, vol. 21, n.º 3, pp. 61-69, jul. 2022, doi: 10.1109/MPRV.2022.3182222.
- [14] L. Xue y Z. Pang, «Ethical governance of artificial intelligence: An integrated analytical framework», *Journal of Digital Economy*, vol. 1, n.º 1, pp. 44-52, jun. 2022, doi: 10.1016/j.jdec.2022.08.003.
- [15] W. J. Glover y R. Hendricks-Sturup, «Ethics and Equity-Centred Perspectives in Engineering Systems Design», en *Handbook of Engineering Systems Design*, A. Maier, J. Oehmen, y P. E. Vermaas, Eds., Cham: Springer International Publishing, 2020, pp. 1-24. doi: 10.1007/978-3-030-46054-9_34-3.
- [16] J. Belas, M. Škare, B. Gavurova, J. Dvorsky, y A. Kotaskova, «The impact of ethical and CSR factors on engineers' attitudes towards SMEs sustainability», *Journal of Business Research*, vol. 149, pp. 589-598, oct. 2022, doi: 10.1016/j.jbusres.2022.05.056.

- [17] Y. Hwang, Y. Ko, S. S. Shim, S.-Y. Ok, y H. Lee, «Promoting engineering students' social responsibility and willingness to act on socioscientific issues», *International Journal of STEM Education*, vol. 10, n.º 1, p. 11, feb. 2023, doi: 10.1186/s40594-023-00402-1.
- [18] S. Afroogh, A. Esmalian, J. P. Donaldson, y A. Mostafavi, «Empathic Design in Engineering Education and Practice: An Approach for Achieving Inclusive and Effective Community Resilience», *Sustainability*, vol. 13, n.º 7, Art. n.º 7, ene. 2021, doi: 10.3390/su13074060.
- [19] P. Glavič, «Updated Principles of Sustainable Engineering», *Processes*, vol. 10, n.º 5, Art. n.º 5, may 2022, doi: 10.3390/pr10050870.
- [20] C. Ferrara, G. Sellitto, F. Ferrucci, F. Palomba, y A. De Lucia, «Fairness-aware machine learning engineering: how far are we?», *Empir Software Eng*, vol. 29, n.º 1, p. 9, nov. 2023, doi: 10.1007/s10664-023-10402-y.
- [21] D. Chacon-Hurtado, K. Kazerounian, S. Hertel, J. Mellor, J. J. Barry, y T. Ravindran, «Engineering for Human Rights: The Theory and Practice of a Human Rights-based Approach to Engineering», *Science, Technology, & Human Values*, vol. 49, n.º 4, pp. 898-934, jul. 2024, doi: 10.1177/01622439231211112.
- [22] C. Rottmann, E. Moore, y A. Chan, «Reifying Dominant Ideologies: Consequences of Decoupling Equity from Ethics in Engineering Education», en *2023 IEEE International Symposium on Ethics in Engineering, Science, and Technology (ETHICS)*, may 2023, pp. 1-10. doi: 10.1109/ETHICS57328.2023.10154916.
- [23] K. S. Jerath, «Engineering Ethics», en *Science, Technology and Modernity : An Interdisciplinary Approach*, K. S. Jerath, Ed., Cham: Springer International Publishing, 2021, pp. 1-16. doi: 10.1007/978-3-030-80465-7_1.
- [24] R. Yerrick, M. G. Eastman, M. L. Miles, R. Henderson, y R. Nunna, «Striving for More: Beyond the Guise of Objectivity and Equality in Engineering Education», en *Equity in STEM Education Research: Advocating for Equitable Attention*, A. J. Rodriguez y R. L. Suriel, Eds., Cham: Springer International Publishing, 2022, pp. 169-197. doi: 10.1007/978-3-031-08150-7_9.
- [25] J. A. Leydens, K. E. Johnson, y B. M. Moskal, «Engineering student perceptions of social justice in a feedback control systems course», *Journal of Engineering Education*, vol. 110, n.º 3, pp. 718-749, 2021, doi: 10.1002/jee.20412.
- [26] E. O. McGee, D. Naphan-Kingery, M. L. Miles, y O. Joseph, «How Black Engineering and Computing Faculty Exercise an Equity Ethic to Racially Fortify and Enrich Black Students», *The Journal of Higher Education*, vol. 93, n.º 5, pp. 702-734, jul. 2022, doi: 10.1080/00221546.2022.2031704.
- [27] W. Li, T. Yigitcanlar, W. Browne, y A. Nili, «The Making of Responsible Innovation and Technology: An Overview and Framework», *Smart Cities*, vol. 6, n.º 4, Art. n.º 4, ago. 2023, doi: 10.3390/smartcities6040093.
- [28] G. Bombaerts, K. Doulougeri, S. Tsui, E. Laes, A. Spahn, y D. A. Martin, «Engineering Students as Co-creators in an Ethics of Technology Course», *Sci Eng Ethics*, vol. 27, n.º 4, p. 48, jul. 2021, doi: 10.1007/s11948-021-00326-5.
- [29] S. A. Ghahari, C. Queiroz, S. Labi, y S. McNeil, «The Role of Engineering Ethics in Mitigating Corruption in Infrastructure Systems Delivery», *Sci Eng Ethics*, vol. 30, n.º 4, p. 29, jul. 2024, doi: 10.1007/s11948-024-00494-0.
- [30] S. Bishu, S. McCandless, y N. Elias, «Gender in Emergency Services: Foundations for Greater Equity in Professional Codes of Ethics», *Public Integrity*, vol. 23, n.º 6, pp. 610-623, nov. 2021, doi: 10.1080/10999922.2020.1825179.
- [31] J. Gogoll, N. Zuber, S. Kacianka, T. Greger, A. Pretschner, y J. Nida-Rümelin, «Ethics in the Software Development Process: from Codes of Conduct to Ethical Deliberation», *Philos. Technol.*, vol. 34, n.º 4, pp. 1085-1108, dic. 2021, doi: 10.1007/s13347-021-00451-w.
- [32] D. A. Martin, E. Conlon, y B. Bowe, «Using case studies in engineering ethics education: the case for immersive scenarios through stakeholder engagement and real life data», *Australasian Journal of Engineering Education*, vol. 26, n.º 1, pp. 47-63, ene. 2021, doi: 10.1080/22054952.2021.1914297.
- [33] M. Polmear, A. D. Chau, y D. R. Simmons, «Ethics as an outcome of out-of-class engagement across diverse groups of engineering students», *Australasian Journal of Engineering Education*, vol. 26, n.º 1, pp. 64-76, ene. 2021, doi: 10.1080/22054952.2020.1836752.
- [34] K. Doerr, C. Riegler-Crumb, T. Russo-Tait, K. Takasaki, S. Sassler, y Y. Levitte, «Making Merit Work at the Entrance to the Engineering Workforce: Examining Women's Experiences and Variations by Race/Ethnicity», *Sex Roles*, vol. 85, n.º 7, pp. 422-439, oct. 2021, doi: 10.1007/s11199-021-01233-6.
- [35] C. Nicoson, «Climate transformation through feminist ethics of care», *Environmental Science & Policy*, vol. 155, p. 103727, may 2024, doi: 10.1016/j.envsci.2024.103727.
- [36] S. Bansal, A. M. Kyle, A. O. Brightman, y J. R. Amos, «Approaches to Address New ABET Diversity, Equity, and Inclusion Criteria in Biomedical Engineering Curricula», *Biomed Eng Education*, vol. 3, n.º 2, pp. 331-344, jul. 2023, doi: 10.1007/s43683-023-00116-4.
- [37] Z. W. Petzel, L. Farrell, T. McCormack, R. N. Turner, K. Rafferty, y I. M. Latu, «A collective action approach to improving attitudes and self-efficacy towards gender equality among male STEM academics», *Eur J Psychol Educ*, vol. 39, n.º 3, pp. 3161-3184, sep. 2024, doi: 10.1007/s10212-024-00844-3.
- [38] R. F. Clancy, Y. Ge, y L. An, «Investigating factors related to ethical expectations and motivations among Chinese engineering students», *European Journal of Engineering Education*, vol. 47, n.º 5, pp. 762-773, sep. 2022, doi: 10.1080/03043797.2022.2066509.
- [39] J. Xie y Y. Ferguson, «STEM faculty's perspectives on adopting culturally responsive pedagogy», *Teaching in Higher Education*, vol. 29, n.º 5, pp. 1215-1233, jul. 2024, doi: 10.1080/13562517.2022.2129960.
- [40] Y.-C. Hsu, «An Action Research in Critical Thinking Concept Designed Curriculum Based on Collaborative Learning for Engineering Ethics Course», *Sustainability*, vol. 13, n.º 5, Art. n.º 5, ene. 2021, doi: 10.3390/su13052621.
- [41] H. Zhang y Q. Zhu, «Instructor perceptions of engineering ethics education at Chinese engineering universities: A cross-cultural approach», *Technology in Society*, vol. 65, p. 101585, may 2021, doi: 10.1016/j.techsoc.2021.101585.
- [42] G. Rodríguez-Pérez, R. Nadri, y M. Nagappan, «Perceived diversity in software engineering: a systematic literature review», *Empir Software Eng*, vol. 26, n.º 5, p. 102, jul. 2021, doi: 10.1007/s10664-021-09992-2.
- [43] R. Hoda, «Socio-Technical Grounded Theory for Software Engineering», *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. 48, n.º 10, pp. 3808-3832, oct. 2022, doi: 10.1109/TSE.2021.3106280.
- [44] A. Chan, C. Rottmann, D. Reeve, E. Moore, M. Maljkovic, y D. Radebe, «Making the path to engineering leadership more equitable: illuminating the (gendered) supports to leadership», *European Journal of Engineering Education*, vol. 48, n.º 6, pp. 1249-1268, nov. 2023, doi: 10.1080/03043797.2023.2272819.
- [45] R. B. Rodrigues y J. Seniuk Cicek, «A scoping literature review of sociotechnical thinking in engineering education», *European Journal of Engineering Education*, vol. 49, n.º 5, pp. 807-833, sep. 2024, doi: 10.1080/03043797.2024.2346344.
- [46] S. Bawa, S. Ananthram, D. Bennett, y S. Parida, «Do STEM women feel ethically and emotionally better prepared for their careers than men?», *Acta Psychologica*, vol. 245, p. 104230, may 2024, doi: 10.1016/j.actpsy.2024.104230.
- [47] Y. Tao y C. Leggon, «African American Women in Engineering: Intersectionality as a Pathway to Social Justice», en *Social Justice and Education in the 21st Century: Research from South Africa and the United States*, W. Pearson Jr. y V. Reddy, Eds., Cham: Springer International Publishing, 2021, pp. 241-272. doi: 10.1007/978-3-030-65417-7_13.
- [48] N. M. Smith, Q. Zhu, J. M. Smith, y C. Mitcham, «Enhancing Engineering Ethics: Role Ethics and Corporate Social Responsibility», *Sci Eng Ethics*, vol. 27, n.º 3, p. 28, abr. 2021, doi: 10.1007/s11948-021-00289-7.
- [49] R. F. Clancy, «The Development of a Case-Based Course on Global Engineering Ethics in China», *International Journal of Ethics*

- Education*, vol. 6, n.º 1, pp. 51-73, abr. 2021, doi: 10.1007/s40889-020-00103-1.
- [50] A. J. Gwynne-Evans, M. Chetty, y S. Junaid, «Repositioning ethics at the heart of engineering graduate attributes», *Australasian Journal of Engineering Education*, vol. 26, n.º 1, pp. 7-24, ene. 2021, doi: 10.1080/22054952.2021.1913882.
- [51] L. MacDonald *et al.*, «Aligning learning objectives and approaches in global engineering graduate programs: Review and recommendations by an interdisciplinary working group», *Development Engineering*, vol. 7, p. 100095, ene. 2022, doi: 10.1016/j.deveng.2022.100095.
- [52] P. Chintalapati, G. Evans, D. Gladwin, M. Jamieson, y N. Ellis, «Shaping futures: A dialogue on chemical engineering education», *The Canadian Journal of Chemical Engineering*, vol. 102, n.º 5, pp. 1688-1704, 2024, doi: 10.1002/cjce.25205.
- [53] F. Monteiro y A. Sousa, «Pedagogical innovation to captivate students to ethics education in engineering», *Journal of Applied Research in Higher Education*, vol. 16, n.º 4, pp. 1029-1041, jul. 2023, doi: 10.1108/JARHE-02-2023-0056.
- [54] J. Stransky, C. A. Bodnar, M. Cooper, D. Anastasio, y D. Burkey, «Authentic process safety decisions in an engineering ethics context: expression of student moral development within surveys and immersive environments», *Australasian Journal of Engineering Education*, vol. 26, n.º 1, pp. 117-126, ene. 2021, doi: 10.1080/22054952.2020.1809881.
- [55] T. Børsen *et al.*, «Initiatives, experiences and best practices for teaching social and ecological responsibility in ethics education for science and engineering students», *European Journal of Engineering Education*, vol. 46, n.º 2, pp. 186-209, mar. 2021, doi: 10.1080/03043797.2019.1701632.
- [56] J. van Grunsven, T. Stone, y L. Marin, «Fostering responsible anticipation in engineering ethics education: how a multi-disciplinary enrichment of the responsible innovation framework can help», *European Journal of Engineering Education*, vol. 49, n.º 2, pp. 283-298, mar. 2024, doi: 10.1080/03043797.2023.2218275.
- [57] A. Alvinus y A. Holmberg, «Blaming and shaming in the shadow structure: individual resistance towards gender equality work as expressions of social conflict», *Feminist Media Studies*, vol. 23, n.º 1, pp. 83-100, ene. 2023, doi: 10.1080/14680777.2021.1973062.
- [58] P. M. Buzzanell, C. Arendt, R. L. Dohrman, C. B. Zoltowski, y P. Rajan, «Engineering Emotion Sustainably: Affective Gendered Organizing of Engineering Identities and Third Space», *Sustainability*, vol. 15, n.º 6, Art. n.º 6, ene. 2023, doi: 10.3390/su15065051.
- [59] A. V. Oje, N. J. Hunsu, y D. May, «Virtual reality assisted engineering education: A multimedia learning perspective», *Computers & Education: X Reality*, vol. 3, p. 100033, dic. 2023, doi: 10.1016/j.cexr.2023.100033.
- [60] K. Raza, S. Li, y C. Chua, «A Conceptual Framework on Imaginative Education-Based Engineering Curriculum», *Sci & Educ*, vol. 33, n.º 4, pp. 923-936, ago. 2024, doi: 10.1007/s11191-022-00415-2.
- [61] D. Andia, S. Charca, P. Reynolds-Cuellar, y J. Noel, «Community-oriented engineering co-design: case studies from the Peruvian Highlands», *Humanit Soc Sci Commun*, vol. 9, n.º 1, pp. 1-9, sep. 2022, doi: 10.1057/s41599-022-01331-0.
- [62] E. Wilson y P. Mukhopadhyaya, «Role of Empathy in Engineering Education and Practice in North America», *Education Sciences*, vol. 12, n.º 6, Art. n.º 6, jun. 2022, doi: 10.3390/educsci12060420.
- [63] B. Swartz, «Ethics in engineering education 4.0: The educator's perspective», *SAIEE Africa Research Journal*, vol. 112, n.º 4, pp. 181-188, dic. 2021, Accedido: 21 de enero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1109/WEEF-GEDC49885.2020.9293643>
- [64] S. A. Raza, «Managing ethical requirements elicitation of complex socio-technical systems with critical systems thinking: A case of course-timetabling project», *Technology in Society*, vol. 66, p. 101626, ago. 2021, doi: 10.1016/j.techsoc.2021.101626.
- [65] G. Frigo, F. Marthaler, A. Albers, S. Ott, y R. Hillerbrand, «Training responsible engineers. Phronesis and the role of virtues in teaching engineering ethics», *Australasian Journal of Engineering Education*, vol. 26, n.º 1, pp. 25-37, ene. 2021, doi: 10.1080/22054952.2021.1889086.
- [66] G. Keusters, F. Batelaan, F. SleswijkVisser, E.-J. Houwing, y H. Bakker, «The potential of the empathic ability for the performance of civil engineering projects», *Journal of Engineering, Design and Technology*, vol. 23, n.º 1, pp. 184-206, ago. 2023, doi: 10.1108/JEDT-08-2022-0431.
- [67] D. Beneroso y J. Robinson, «Online project-based learning in engineering design: Supporting the acquisition of design skills», *Education for Chemical Engineers*, vol. 38, pp. 38-47, ene. 2022, doi: 10.1016/j.ece.2021.09.002.
- [68] V. Sukacké *et al.*, «Towards Active Evidence-Based Learning in Engineering Education: A Systematic Literature Review of PBL, PjBL, and CBL», *Sustainability*, vol. 14, n.º 21, Art. n.º 21, ene. 2022, doi: 10.3390/su142113955.
- [69] J. Lönngren, «Exploring the discursive construction of ethics in an introductory engineering course», *Journal of Engineering Education*, vol. 110, n.º 1, pp. 44-69, 2021, doi: 10.1002/jee.20367.
- [70] K.-Y. Lin, Y.-T. Wu, Y.-T. Hsu, y P. J. Williams, «Effects of infusing the engineering design process into STEM project-based learning to develop preservice technology teachers' engineering design thinking», *IJ STEM Ed*, vol. 8, n.º 1, p. 1, ene. 2021, doi: 10.1186/s40594-020-00258-9.
- [71] M. Mielikäinen, «Towards blended learning: Stakeholders' perspectives on a project-based integrated curriculum in ICT engineering education», *Industry and Higher Education*, vol. 36, n.º 1, pp. 74-85, feb. 2022, doi: 10.1177/0950422221994471.
- [72] I. C. Gebeshuber y M. Hersch, «Beyond Boundaries: Harnessing Unique Intellectual Abilities through Inclusive Engineering Education», *IFAC-PapersOnLine*, vol. 58, n.º 3, pp. 129-133, ene. 2024, doi: 10.1016/j.ifacol.2024.07.138.
- [73] M. Worsley y D. Bar-El, «Inclusive Making: designing tools and experiences to promote accessibility and redefine making», *Computer Science Education*, vol. 32, n.º 2, pp. 155-187, abr. 2022, doi: 10.1080/08993408.2020.1863705.