

# RAZONAMIENTOS DE SEGUNDO ORDEN EN INGENIERÍA

**RAFAEL MORA RAMIREZ**

**LUIS VALENTÍN PONCE**

**DANIEL VEGA MEZA**

**JOSEP ABREGÚ GONZALES**

**RICHARD MIRANDA CHUMBE**



# Razonamientos de segundo orden en ingeniería

**Rafael Mora Ramirez**

**Luis Valentín Ponce**

**Daniel Vega Meza**

**Josep Abregú Gonzales**

**Richard Miranda Chumbe**





*Dedico este trabajo a aquellos hombres y mujeres que hacen posible que el concepto de «progreso» signifique riqueza, pero también cultura, humanidad, piedad, amor, felicidad y respeto por la naturaleza*

**Rafael Félix Mora Ramirez**

*Dedico este escrito a mis padres, Luis Enrique y Leonor de María, a mi hermana, Daira Salet, y a mis abuelos, Norma Leonor y Manuel Roberto, por su apoyo incondicional y fuente constante de inspiración por enseñarme que lo más importante en una familia es ella misma*

**Luis Farid Valentin Ponce**

*A las personas que no solo me enseñaron el buen camino sino que me motivaron a bailar en la libertad de mis propios pasos, mi gratitud eterna, mis padres Gloria Meza y Jesús Vega. A los destacados profesores de la Facultad de Civiles, quienes nos inculcaron la idea de que, al mejorar nosotros, contribuimos al progreso del país y del mundo*

**Daniel Fernando Vega Meza**

*Dedico este trabajo con profunda gratitud a todas aquellas personas que albergan un inmenso talento en su interior y solo necesitan una oportunidad para demostrarlo. Deseo poder inspirarles a que salgan en busca de dichas oportunidades, desafíen sus propios límites y muestren al mundo la riqueza de sus habilidades. Que este libro sirva como recordatorio que nunca es tarde para buscar superarse a uno mismo*

**Josep Abregú Gonzales**

*A mi madre, que me apoyó en todo momento de mi vida. A mi padre, por los valores que me inculcó. A mi hermano, por cambiar mi forma de pensar. Y a los docentes, por traer la luz de la sabiduría, no solo a mi vida, sino también a sus demás alumnos. Que mi colaboración en este libro sea un modesto tributo a la influencia transformadora que han tenido en mí y que refleje el profundo agradecimiento que siento hacia cada uno de ustedes*

**Richard Miranda Chumbe**

Razonamientos de segundo orden en ingeniería  
© Asociación por la Cultura y Educación Digital, 2026  
© Rafael Mora Ramirez, Luis Valentín Ponce, Daniel Vega Meza,  
Josep Abregú Gonzáles y Richard Miranda Chumbe, 2026

Diseño y diagramación: Héctor Huerto Vizcarra  
Diseño de cubierta: Héctor Huerto Vizcarra

Editado por:  
Asociación por la Cultura y Educación Digital  
ACUEDI Ediciones  
Lima - Perú  
RUC: 20546738419  
acuediperu@gmail.com

Primera edición: Marzo 2026  
Versión digital en PDF

ISBN: 978-612-5041-72-2  
Hecho el depósito legal en la  
Biblioteca Nacional del Perú N° 2026-02759

# Índice

Prólogo	9
Introducción	21
Capítulo 1: Ingeniero e ingeniería	41
Capítulo 2: Ciencia, tecnología e ingeniería	55
Capítulo 3: Historia de la ingeniería en el mundo y en el Perú	72
Capítulo 4: Reflexión acerca de la historia de la ingeniería	87
Capítulo 5: ¿Qué es la ética?	104
Capítulo 6: Códigos de ética	117
Capítulo 7: Ética e ingeniería	130
Capítulo 8: El ingeniero como antihéroe	140
Capítulo 9: Filosofía política e ingeniería	155
Capítulo 10: La política científica y tecnológica en Latinoamérica	169
Anexos	191
Reflexiones sobre la ética en la ingeniería	191
En ingeniería, saber matemáticas no es suficiente para razonar con lógica	193
Sobre los autores	214
Bibliografía	218



# Prólogo

El presente libro trata acerca de la ética desde dimensiones como la ingeniería, la tecnología y la investigación. En un sentido amplio, la evaluación de la ingeniería ética se refiere a cualquier tipo de valoración, evaluación, revisión o apreciación de la investigación o la innovación dentro de la ingeniería que haga uso de principios o criterios éticos. La ingeniería es el diseño y desarrollo con fines prácticos, utilizando principios científicos y matemáticos, de estructuras, máquinas, materiales, dispositivos y procesos, así como la construcción, el funcionamiento, el mantenimiento o la mejora de dichas estructuras, o la modelización, el diagnóstico y la predicción de su comportamiento a partir del conocimiento de los principios del diseño ingenieril. Aunque la aplicación de los principios de las Ciencias Naturales y las matemáticas es particularmente importante para la ingeniería, a menudo, la actividad también implica la aplicación de otros cuerpos de conocimiento, incluidos los conocimientos económicos, sociales, ergonómicos y de comportamiento.

La ingeniería es un campo extremadamente amplio que incluye muchas disciplinas o ramas que se caracterizan por las estructuras, dispositivos o procesos concretos en los que se centran o, con menor frecuencia, por un método u objetivo particular. En general, se reconoce que hay cuatro grandes ramas de la ingeniería: ingeniería química, ingeniería civil, ingeniería eléctrica e ingeniería mecánica. Dentro de estas ramas principales, hay docenas de disciplinas y campos más específicos, como

la ingeniería molecular, la ingeniería óptica y la ingeniería del transporte. También hay campos de la ingeniería intermedios o superiores a las cuatro ramas principales, como la ingeniería de sistemas, la ingeniería aeroespacial y la ingeniería industrial.

Por lo tanto, hay muchos tipos de cuestiones éticas en el campo de la ingeniería, y en la investigación pueden referirse a la integridad científica, la integridad institucional, la responsabilidad social, la investigación con seres humanos y el bienestar de los animales. La innovación en ingeniería puede dar lugar a las mismas cuestiones, así como a otras relacionadas con la responsabilidad social y la responsabilidad ante los clientes, y a cuestiones relativas a las repercusiones de la tecnología que pueden estar relacionadas con el medio ambiente, la salud, la seguridad, la justicia, el acceso y la igualdad, los derechos y las libertades, la autonomía, la autenticidad y la identidad, la dignidad humana, la integridad corporal, el doble uso y la arrogancia. A veces, las cuestiones éticas se refieren a la permisibilidad moral de las propias innovaciones tecnológicas, independientemente de sus repercusiones potenciales o reales. Además, hay diversas cuestiones éticas con tecnologías que están asociadas a ramas específicas de la ingeniería, como la nanotecnología y la robótica.

La evaluación ética en ingeniería tiene una historia relativamente corta, porque no comenzó sino hasta el siglo XX con el desarrollo de la ética de la tecnología como una subdisciplina (más o menos) independiente de la filosofía. Una razón plausible para este desarrollo tardío es la valoración ética positiva de la tecnología que se mantuvo durante mucho tiempo: la tecnología aumenta las posibilidades y capacidades de los seres humanos, lo que parece, en general, deseable.

A lo largo del siglo XX la ética de la tecnología evolucionó mucho y, al pasar del determinismo tecnológico al énfasis en que el desarrollo tecnológico es el resultado de elecciones y también de la reflexión ética sobre la tecnología como tal a la reflexión ética sobre tecnologías y fases específicas del desarrollo de la tecnología, el número y el alcance de las cuestiones éticas que se planteaban sobre la tecnología aumentaron enormemente. En las primeras décadas del siglo XXI, la ética de la tecnología también se ha ramificado en varios subcampos, como la ética informática, la nanoética, la roboética y la inteligencia artificial.

Otro avance importante en la evaluación de la ética en la ingeniería fue la aparición, en la segunda mitad del siglo XX, de la ingeniería ética, que se ocupa específicamente de las acciones y decisiones tomadas por los ingenieros. Poco a poco se hizo común que las organizaciones profesionales de ingenieros publicaran principios éticos generales y códigos profesionales, proporcionando así métodos y técnicas que los ingenieros pueden utilizar para resolver los problemas y dilemas morales que encuentran en su trabajo.

De tal forma, la ética en la ingeniería se ha ido institucionalizando de diversas maneras: en los años setenta se formularon numerosos códigos éticos profesionales nacionales para ingenieros; en los años setenta y ochenta se crearon organizaciones de evaluación de la tecnología en distintos países; en esa misma época surgieron legislaciones y normas nacionales e internacionales relativas a la salud, la seguridad y los riesgos medioambientales de la ingeniería; y en los años ochenta y noventa se crearon revistas y ciclos de conferencias internacionales dedicados a la ética de la tecnología.

La ingeniería ética es un subconjunto de la ética profesional: es la ética profesional de y para los ingenieros. Se centra en ayudarles a los ingenieros a configurar su responsabilidad profesional mediante la formulación de principios éticos generales y códigos profesionales, proporcionándoles métodos y técnicas para abordar las cuestiones y dilemas morales que enfrentan en el desarrollo de sus funciones.

La ingeniería ética se centra en las funciones y las responsabilidades de los ingenieros, un enfoque diferente al de la ética de la investigación y la ética de la innovación. En estos tipos de ética, los enfoques respectivos se centran en los procesos de investigación y en los procesos de innovación, y en los principios éticos y protocolos relativos a las prácticas dentro de esos procesos. Aunque las prácticas se refieren en última instancia a los científicos e ingenieros y a sus acciones individuales y funciones profesionales, a menudo no son el foco inmediato de la ética de la investigación y la innovación. Además, aunque la investigación y la innovación constituyen una parte importante de las responsabilidades profesionales de muchos ingenieros, no son las únicas prácticas a las que se dedican. Los ingenieros, entre otras cosas, también se dedican al diagnóstico, mantenimiento y reparación de sistemas y procesos tecnológicos. Por lo tanto, la ética profesional de los ingenieros es, por definición, más amplia que la ética profesional de la investigación y la innovación en ingeniería.

Los principios éticos de la deontología de la ingeniería se encuentran, en su mayoría, en los códigos deontológicos creados por las organizaciones profesionales de ingenieros y en los manuales de deontología de la ingeniería. La mayoría de los códigos deontológicos no hacen referencia explícita a los valores, sino que describen una serie de virtudes que deben tener

los ingenieros y, lo que es más importante, una serie de deberes y responsabilidades profesionales. Algunos de ellos son claramente reconocibles como motivados por valores y principios éticos, mientras que otros no lo son tanto. Los deberes suelen estar vinculados con los principales actores con los que se relacionan los ingenieros (clientes, colegas y empleadores), así como con la sociedad en general y el entorno natural. Las virtudes, los deberes y las responsabilidades descritos en los códigos éticos sirven de guía, pero los ingenieros necesitan un buen criterio para determinar cómo se aplicarían esos códigos en circunstancias específicas.

Los códigos éticos suelen especificar que la conducta profesional de los ingenieros está vinculada a virtudes como la honradez, la integridad, la competencia, la dignidad y la objetividad. Un ejemplo de código que enumera tales virtudes es el Código Ético de la Federación Mundial de Organizaciones de Ingenieros, en el que se suele especificar que los ingenieros tienen una responsabilidad primordial con la salud, la seguridad y el bienestar social. Determinan una serie de obligaciones, como favorecer los intereses de los clientes, no divulgar información confidencial y no hacer declaraciones públicas que desacrediten la profesión. A menudo contienen la obligación de cuidar debidamente el medio ambiente o de practicar los principios del desarrollo sostenible, pero rara vez contienen cláusulas que se refieran específicamente a la investigación o al diseño de ingeniería. Los códigos éticos que pertenecen a campos específicos de la ingeniería pueden contener cláusulas específicas del campo, aunque estos códigos también tienden a ser bastante generales.

En la medida en que los códigos éticos enuncian explícitamente reglas, deberes y obligaciones, representan una

clara aplicación de la teoría ética deontológica, que prescribe la adhesión a reglas particulares o el cumplimiento de deberes u obligaciones particulares. Además, en la medida en que expresan virtudes beneficiosas para la práctica ética de la ingeniería, son también una aplicación de la ética de la virtud, que se centra en los rasgos de carácter de la persona que actúa, más que en la acción en sí misma.

Más allá de los códigos éticos, se ha afirmado que, en la práctica de la ingeniería, los ingenieros utilizan sobre todo el razonamiento ético consecuencialista: consciente o inconscientemente aplican la teoría ética consecuencialista, que evalúa una acción moralmente significativa en función de sus consecuencias reales o esperadas. La preferencia de los ingenieros por el consecuencialismo se deriva supuestamente de la naturaleza de su profesión: hacer mejor las cosas y más eficientes para sus clientes, lo que les proporciona mayor felicidad. Esta preferencia podría haberse visto reforzada por el hecho de que los tribunales y el público en general asignan la responsabilidad a los ingenieros principalmente en función de los resultados (consecuencias) de su trabajo.

Los ingenieros suelen estar familiarizados con los códigos deontológicos que han promulgado sus organizaciones profesionales, sin embargo, se duda de que se hayan tomado la molestia de memorizarlos. De hecho, parece poco probable que muchos ingenieros sientan siquiera la necesidad de consultar el código deontológico con regularidad. Se ha sugerido que, en situaciones cotidianas, parecen tomar decisiones éticas basadas en poco más que lo que podría llamarse intuición y fortuna. No obstante, en muchos países se exige cierta formación continua en ética para renovar la licencia de ingeniería, y

la evidencia anecdótica sugiere que muchos ingenieros lo consideran molesto, tedioso y una pérdida de tiempo y dinero.

Los códigos deontológicos de algunos colegios profesionales, como el código deontológico de Ingenieros de Australia, contienen normas que pueden ser objeto de medidas disciplinarias por parte del colegio profesional. Sin embargo, por lo general, los principios que se abordan en ellos tienen más carácter de preceptos y proporcionan una orientación ética autorizada.

Entre los ingenieros, la ingeniería ética se considera generalmente como un subproblema de un proceso de diseño de ingeniería: es la idea de que, en algún momento de un proyecto de diseño de ingeniería, un jefe de proyecto podría asignar un gestor de ética para asegurarse de que se han abordado adecuadamente todas las implicaciones éticamente cuestionables de un diseño. Esta forma de abordar la ética se inculca debido a que la ingeniería ética se enseña, en gran medida, utilizando estudios de casos centrados en grandes decisiones. Sin embargo, se ha argumentado que el diseño de ingeniería podría considerarse mejor como un proceso de acumulación de decisiones microéticas, en lugar de un pequeño número de decisiones explícitamente éticas.

Una segunda tradición ética relevante para la ingeniería es la ética de la tecnología. Es importante distinguir entre ética profesional y ética aplicada, definiendo esta última como el análisis de cuestiones éticas en la sociedad desde un punto de vista general. La ética de la tecnología se centra en cuestiones éticas relacionadas con la tecnología que afectan a la sociedad en su conjunto. Esta disciplina es una rama de la ética aplicada y también forma parte de la ética de la ingeniería, un campo donde las consideraciones de responsabilidad profesional han

llevado a reflexiones éticas más amplias sobre las tecnologías y su papel en la sociedad. Un ejemplo que puede aclarar la distinción entre ética de la ingeniería y ética de la tecnología es: la cuestión de cómo los ingenieros de software deben proteger la privacidad en el diseño de software se refiere a la ética de la ingeniería; mientras que la cuestión de cómo debe protegerse la privacidad en Internet se refiere a la ética de la tecnología.

En su mayor parte, la ética de la tecnología es una tradición académica y, dentro de esta tradición, los académicos tienen diversos antecedentes, aunque no siempre se consideran a sí mismos éticos de la tecnología. El hecho de que la ética de la tecnología sea una forma de ética aplicada implica que, por lo general, involucra la aplicación descendente de principios formales suministrados por la ética normativa. El número de publicaciones sobre ética de la tecnología ha aumentado notablemente en las últimas décadas, y se dice que este crecimiento está en correlación con la necesidad social de eliminar la incertidumbre colectiva a la hora de afrontar las consecuencias de la tecnología y de crear criterios de orientación para el desarrollo tecnológico, especialmente de la inteligencia artificial.

Junto a los estudios éticos generales de la tecnología, existen hoy en día varios campos especializados de ética aplicada (a menudo en combinación con la ética profesional), que se centran en campos específicos de la tecnología. Entre ellos se destacan la ética informática y de la información, centrada en las tecnologías de la información, la nanoética, que estudia las implicaciones éticas de la nanotecnología, y la roboética, centrada en la robótica. También se estudian muchas otras tecnologías desde el punto de vista de la ética aplicada.

La ética de la tecnología se adhiere a principios éticos muy diferentes a los de la ingeniería ética, que están más en

consonancia con los principios familiares de la ética (aplicada). Las cuestiones de ética de la tecnología suelen regirse por valores como justicia, autonomía, libertad, intimidad, dignidad y bienestar general. Las cuestiones éticas suelen referirse a la forma en que el desarrollo o el uso de una tecnología puede amenazar la realización de determinados valores, cómo pueden diseñarse, utilizarse o regularse las tecnologías para realizar mejor los valores, y cómo abordar los valores y principios contradictorios en el desarrollo, el uso y la regulación de las tecnologías. También se refieren a la manera adecuada de afrontar los riesgos, sobre todo, los que afectan la salud, la seguridad y el bienestar.

La ética de la tecnología está dominada por la teoría ética consecuencialista que hace depender lo moralmente correcto de la compatibilidad de las consecuencias con las normas o valores aceptados. En contra de la ética consecuencialista, algunos autores argumentan que las consecuencias de la acción técnica no son suficientemente previsibles en cuanto a su naturaleza o probabilidad de producirse, por lo que recomiendan aplicar la teoría ética deontológica, que somete la práctica de la ingeniería a obligaciones éticas irrefutables. Recientemente, las concepciones de la ética de la virtud también han empezado a estar representadas en la ética de la tecnología.

También cabe mencionar el principio de precaución que se utiliza a veces en la ética de la tecnología, ya que existen varias interpretaciones de este principio, entre ellas la consecuencialista y la deontológica. El principio de precaución establece que cualquier acción o política que pueda conllevar el riesgo de causar un daño (importante) a la sociedad o al medio ambiente, no debe llevarse a cabo en ausencia de un consenso científico que demuestre que la acción o política no presenta ningún riesgo

(importante), recayendo en quienes pretenden llevarla a cabo la carga de demostrar que la acción no es perjudicial.

Un tercer enfoque ético relevante para la ingeniería es la ética de la investigación, concretamente la ética de la investigación tal y como se ha desarrollado para las Ciencias Naturales. Se trata de una ética profesional para y por los investigadores, y tiene por objeto abordar cuestiones éticas en diversos campos científicos, como la investigación en ingeniería. La práctica más destacada en ingeniería es el diseño técnico, sin embargo, otra práctica importante es la investigación fundamental en ingeniería (a veces denominada ciencia de la ingeniería, en contraste con la ingeniería propiamente dicha). Este tipo de investigación se centra en las propiedades fundamentales de materiales, sustancias químicas, sistemas y procesos, con vistas a su posible aplicación en el diseño de ingeniería. Se parece mucho a la investigación en ciencias no aplicadas.

La investigación en ingeniería está sujeta en gran medida a los mismos principios éticos que la investigación (no aplicada) en Ciencias Naturales. Los principios pertinentes de la ética de la investigación incluyen: integridad científica, colegialidad, integridad de los datos, integridad institucional y responsabilidad social, protección de los seres humanos y bienestar de los animales, en los casos en que éstos o los animales estén implicados en el proceso de investigación. Sobre la base de estos principios, muchas asociaciones profesionales, organismos gubernamentales y universidades de todo el mundo han adoptado códigos, normas y políticas específicas para la ética de la investigación.

Los tres principales enfoques de la ética filosófica están representados en la ética de la investigación, aunque la ética de la virtud en menor grado que el consecuencialismo y la

deontología. Los códigos de conducta, que a menudo contienen deberes y obligaciones, son en su mayor parte una aplicación de la teoría ética deontológica. Además, el razonamiento deontológico y consecuencialista se practica ampliamente en campos específicos y éticamente importantes, como la investigación con seres humanos y animales de experimentación. A veces, el razonamiento ético basado en las virtudes está representado en los códigos de conducta, especialmente cuando se enumeran virtudes como valentía, respeto, resolución, sinceridad, humildad, reflexividad, equidad, apertura, ingenio, conciencia, flexibilidad e integridad.

Como se ha descrito en este prólogo, existen tres tradiciones éticas dirigidas, en parte o en su totalidad, a la evaluación ética de la investigación y la innovación en ingeniería: la ingeniería ética, la ética de la tecnología y la ética de la investigación. La ingeniería ética es la ética profesional de y para los ingenieros. Se centra en ayudarles a dar forma a su responsabilidad profesional mediante la formulación de principios éticos generales y códigos profesionales, proporcionándoles métodos y técnicas para abordar las cuestiones y dilemas morales que encuentran en su trabajo. La ética de la tecnología es una forma de ética aplicada centrada en cuestiones éticas relacionadas con la tecnología, que conciernen a la sociedad en su conjunto. Es una tradición académica que implica la aplicación descendente de principios formales suministrados por la ética normativa. Mientras que la ética de la investigación es una ética profesional por y para los investigadores. Su objetivo es abordar cuestiones éticas en diversos campos científicos, como la investigación en ingeniería, y se centra en el desarrollo de principios, códigos, normas y políticas para una investigación ética.

Los enfoques de la ingeniería ética y la ética de la investigación son similares entre sí en el sentido de que ambos son una forma de ética profesional. Dentro de ambas tradiciones, existe consenso sobre la importancia de contar con códigos éticos o de conducta profesionales y sobre la importancia de valores como la honestidad, la integridad, la objetividad y la responsabilidad social y medioambiental. La ética de la tecnología se diferencia de estos enfoques en que tiene un ámbito de aplicación más amplio que las profesiones de ingeniería e investigación. Las cuestiones de ética de la tecnología suelen regirse por valores relacionados con el debate más amplio sobre el papel de la tecnología en la sociedad, como justicia, autonomía, libertad, intimidad, dignidad y bienestar general. Sin embargo, las tres tradiciones tienen en común que se centran en la salud, la seguridad y el bienestar de la sociedad y del medio ambiente.

Estos y otros conceptos y principios se analizan en este libro, el cual está destinado a satisfacer los intereses académicos y de investigación de la comunidad. Será de utilidad para estudiantes y profesores de ingeniería y otras áreas relacionadas. Los autores estarán complacidos de que los lectores lo encuentren útil para explorar nuevas ideas en esta dirección.

**Edgar Serna M.**  
**Instituto Antioqueño de Investigación**  
**Medellín, Antioquia**

# Introducción<sup>1</sup>

El Grupo de Investigación Juan Bautista Ferro (GI JUBAFE) tiene como función principal difundir el conocimiento de la lógica en relación con otras áreas afines como la lingüística, la matemática, el derecho, la física, la filosofía, etc. Para lograr esto, organiza reuniones mensuales donde se exponen algunos resultados preliminares de investigación, se discuten lecturas que los integrantes crean convenientes y también se puede prestar asesorías o coasesorías para que los estudiantes puedan culminar sus tesis. Asimismo, este grupo desarrolla concursos, talleres, coloquios y simposios, entre otros en tanto eventos culturales que difundan conocimientos de tipo interdisciplinarios. Sus integrantes son Rafael Mora, Farid Valentín, Daniel Vega, Jesús Abregu, entre otros. En esta oportunidad se le ofrece al público lector este libro titulado *Razonamientos de segundo orden en ingeniería*. Enseguida, presentaremos una breve introducción al respecto.

---

1. Este texto de Rafael Félix Mora Ramirez fue expuesto en los conversatorios «Sobre ética y Filosofía política» y «Conceptos básicos de ética y breve historia de la filosofía política» organizado por el Instituto Peruano de Investigación de Lógica y Filosofía (IPILOF) y el Grupo de Investigación Juan Bautista Ferro de la Universidad Nacional de Ingeniería en 2023. También, fue presentado en el IV Congreso Internacional de Ética, ciencia y educación realizado en la ciudad de Bogotá el año 2023. En esta oportunidad se le hacen algunos cambios y añadidos.

***¿Es posible establecer una relación entre la ingeniería, la ética y la filosofía política?***

El objetivo de este trabajo es buscar relacionar a la ingeniería tanto con la ética como con la filosofía política considerando que la ingeniería es enseñada como si solo fuera una actividad relacionada con el diseño y el cálculo necesarios para resolución de problemas de modo eficiente. Recordemos que la ética y la filosofía política están ligados a aspectos prácticos del ser humano. Por ende, siendo la ingeniería un factor clave vinculado a los procesos productivos y transformativos que, en gran parte, han llevado a nuestro mundo a una decadencia en términos de recursos naturales, humanos y morales, se debería analizar el aspecto ético y filosófico-político de la ingeniería. Para poder relacionar a la ingeniería con la ética y la filosofía política, se ha recurrido al pensamiento de Kant, representante de la ética del deber, además, se ha reconocido el papel importante que cumple la elaboración de códigos deontológicos por parte de los Colegios de Ingenieros del mundo. Asimismo, se ha considerado a Aristóteles, representante de la ética de las virtudes, y también, bajo el enfoque aristotélico, se ha buscado conocer la teoría de MacIntyre y su concepto de bienes internos para poder comprender conceptos relacionados a la ética profesional. Ahora bien, tampoco podemos dejar de lado autores más actuales como Gallegos y su obra *La ingeniería*, Serna con su libro *Ingeniería: realidad de una disciplina*, Reséndiz con su trabajo *El rompecabezas de la ingeniería* y Carbajal y Chávez, autores de *Ética para ingenieros*.

Se aplicará así la lectura y el análisis de textos, así como el fichaje de citas relevantes de los autores mencionados para construir una argumentación sólida.

Se descubrirá que, en realidad, la ética de la ingeniería no

solo se reduce a definir valores morales tradicionales tales como la responsabilidad, la confianza y la integridad. En realidad, hace falta explicar cómo es que puede aparecer la corrupción dentro de la vida cotidiana del ingeniero. Además, el aspecto político, tan poco visto en cuestiones de ingeniería, se revelará en tanto y en cuanto el progreso económico es uno de los muchos factores a tomar en cuenta dentro de todo plan político de relevancia para los países. Dado que los responsables, en su gran parte, de generar esos porcentajes económicos que permiten una economía balanceada son los ingenieros dedicados al rubro de la minería, la construcción, la electricidad, la industria alimentaria, la química industrial y demás, tiene sentido que ellos mismos puedan tener algo que decir con respecto al modo en el que se están gestionando actualmente los recursos humanos y naturales de los países. Sobre todo, hace falta un pronunciamiento político al respecto de la contaminación y la agresiva actividad de destrucción constante de la naturaleza por parte de los políticos e inversionistas de esta época.

### ***Marco teórico***

El capitalismo con apoyo de la tecnología y la ciencia (alianza conocida como tecnociencia) se ha logrado imponer en casi todo el globo terráqueo. La globalización ha permitido controlar todos los procesos productivos a nivel planetario. De ese modo se ha consolidado la idea de que hay países que deben solo dedicarse a producir materias primas y otros que pueden solo dedicarse a desarrollar la tecnología. Esta especialización ha tenido dos consecuencias contrapuestas.

Por un lado, se ha desarrollado la tecnología a pasos cada vez más agigantados. Es innegable que este desarrollo ha sido visto como algo positivo y bueno por los tecnófilos que

aman el progreso de las máquinas. Incluso, podemos mencionar que un aparato determinado se puede volver obsoleto en 5 años o menos (a esto se le conoce como obsolescencia tecnológica). Por ejemplo, el *discman* tuvo esa suerte, aunque durante un breve tiempo fue considerado una novedad valiosa.

Por otro lado, el aumento de los desperdicios en base a metales y plásticos también ha sido visto como algo peligroso y esta acumulación es sobre todo más notoria en aquellos países que se caracterizan no tanto por producir tecnología como sí por consumirla. Asimismo, no solo se ha desarrollado tecnología para actividades recreativas como escuchar música, sino que también se ha desarrollado tecnología para matar; estamos ante un mundo donde casi todos los países cuentan con un gran número de bombas atómicas y en cualquier momento una guerra nuclear es posible. El rechazo a la tecnología, a causa de los problemas que puede producir, se conoce como tecnofobia. Hagamos una reflexión en torno a las profesiones. En el Perú las carreras mejor pagadas son las siguientes: Estadística, Medicina, Ingeniería de Sistemas y Cómputo, Administración, Agronegocios, Geología, Economía, Ingeniería Minera, Metalurgia y Petróleo, Ciencias de la Computación, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería de Telecomunicaciones, Idiomas, Ingeniería Civil y Marketing (*La República*, 20 de febrero del 2022). Como es posible notar, no hay preferencias por carreras teóricas ni por carreras que cuiden el medio ambiente y el planeta, salvo tal vez Agronegocios. Lo que se busca con más intensidad son ingenieros, pero sin que sea prioridad cuidar nuestro mundo. Si hubiera algún interés por cuidar el planeta, la población debería exigir la existencia de carreras como Ingeniería en Energía y Desarrollo Sostenible, Ingeniería Ambiental y Sostenibi-

lidad, Ingeniería del Agua o Técnico en Eficiencia Energética. Esto precisamente sucede cuando se deja todo en manos del mercado sin que cuenten los hechos que explican la destrucción de nuestro hogar.

Por estos motivos, el tema del medio ambiente y su falta de cuidado, por parte de la tecnología usada actualmente, debe ser reflexionado adecuadamente, porque incluso nosotros mismos como especie podríamos estar en peligro de desaparecer, pues para nadie debe ser novedad que, en plena época del Antropoceno, estamos al nivel de generar arriesgados cambios geológicos.

### ***¿Tienen interés los asuntos éticos para la ingeniería?***

Los ingenieros son personas creativas que usan los conocimientos y los aparatos a su disposición para resolver problemas relacionados con el mejoramiento de procesos que tienen lugar en la sociedad. Por eso, se suele decir que son ingeniosos, creativos y pensantes.

La tecnología que el ingeniero desarrolla tiene la función de satisfacer una necesidad de modo eficiente. Por ejemplo, si hace falta cruzar de un territorio hacia otro, pero en medio hay un precipicio, el ingeniero diseña algo para poder seguir el camino, por ejemplo, un puente o un sistema de poleas y tirolesas. Si se necesita un programa que ayude a determinar cuál es la ruta más corta y la que está más libre de tráfico para llegar rápidamente a algún lugar, el ingeniero se pone manos a la obra para orientar sus diferentes saberes en la dirección adecuada y así es como, mediante la tecnología, se hace posibles sistemas como el *waze*.

La ingeniería tiene ramificaciones en casi todos los campos del saber. Incluso en el terreno médico podemos ha-

blar de cierto tipo de ingeniería clínica o, por ejemplo, en el campo de la productividad se ha establecido la ingeniería industrial. También, la ingeniería civil sistematiza la construcción de edificios o puentes y para ello hace uso de teorías físicas y matemáticas, se basa en una lógica para ordenarse metódicamente y, al perseguir un fin determinado, incluye valores tales como la eficiencia o la utilidad. Aquí tenemos una lista extensa de ingenierías: ingeniería militar, ingeniería civil, ingeniería agrícola, ingeniería mecánica, ingeniería eléctrica, ingeniería química, ingeniería electrónica y ciencias de la computación, ingeniería geológica, etc.

La inmensa variedad de especializaciones de la ingeniería se puede explicar considerando la enorme necesidad del ser humano de transformar el mundo en el que vive para poder desempeñarse de modo óptimo. De hecho, ya no caben hoy en día miradas globales, sistemáticas o totalizantes pues lo que se hace *á la Ford* es que todos sepan que, al especializarse, están colaborando con su granito de arena para que la totalidad funcione y sea efectiva.

Nadie duda de la utilidad de la ingeniería y, sin embargo, también es obvio que este tipo de profesión tiene consecuencias para el mantenimiento tanto de la vida humana como de la vida biológica en sí. Un sencillo análisis del concepto de «eficiencia» puede darnos una idea del problema. Sucede que la eficiencia se relaciona con el menor gasto de recursos para la resolución de un problema determinado. Curiosamente, el asunto del menor gasto también es un criterio para tomar en cuenta para poder maximizar las ganancias dentro de los planes de cualquier empresa del planeta. Cuando se menciona este asunto es inevitable pensar en el concepto de capitalismo y de todo lo que ha ocasionado a nivel global.

Entonces, así surgen problemas que realmente causan impacto para alguien que conoce mínimamente algo de ética. Si es más rentable que las personas de una ciudad explotada a nivel industrial usen máscaras antigás en vez de cuidar el nivel de contaminación del aire, ¿se debe dejar de cuidar la limpieza la atmósfera a cambio de obtener mayores ganancias y así tener la posibilidad de aumentar la riqueza material de los ciudadanos? La cuestión anterior plantea el asunto de si existen recursos que deben ser cuidados por sí mismos, al margen de si venderlos resulta más rentable o no.

La discusión de fondo gira en torno a saber cómo vivir bien. Los ingenieros no escapan a esta reflexión. Aristóteles (1998) con su eudemonismo tiene una opinión al respecto. La vida buena deseable se caracteriza por la presencia de la virtud. Una virtud es una excelencia que, en el caso del ser humano, se relaciona con su racionalidad ya que el hombre es un animal racional, cuya mente le da ventaja sobre toda otra criatura. La virtud consiste en saber vivir bien, en saber llevarse bien con los demás y, al mismo tiempo, realizarse uno mismo cumpliendo con lograr su propio fin en la vida humana. Lo ideal es buscar el equilibrio y la moderación en cada una de nuestras actividades, se trata de aplicar el justo medio en nuestra vida diaria. Y la mejor vida es aquella que permite que el ser humano sea feliz y, a la vez, una criatura pensante que puede contemplar cómo todo el mundo se dirige hacia una misma finalidad, hacia una misma meta en la que todo tiene un sentido. El hombre realmente feliz se parece a Dios, porque es capaz de comprender con su mente que la realidad en sí misma tiene un orden y una dirección que la conducen hacia un progreso racional.

Kant (2003) con su formalismo sostiene otra posición. Para Kant, la vida buena consiste en cumplir con el deber que

nuestra racionalidad reconoce como tal. El ser humano es bueno porque realiza actos que son buenos porque en principio buscan defender la dignidad, la libertad y la sensatez humanas. Por ello, es importante actuar con buena voluntad. Esa buena voluntad se refleja en una forma de vida donde uno mismo se pone los límites porque conoce y es consciente que la vida humana, para que pueda ser bien vivida, necesita poseer limitaciones pues, de otro modo, reinaría el capricho y la poca vergüenza. El hombre que vive de forma autónoma sabe que todos los actos pueden ser analizados considerando si cumplen con la forma o no de un imperativo categórico, es decir, de una regla moral *a priori* que no está condicionada por ninguna azarosa circunstancia social y que se puede aplicar a todos por igual. De este modo, uno busca una vida buena no porque necesariamente le procure felicidad sino más bien porque sabe que en el día a día ha cumplido con su deber. Y así, al respetar la ley moral interna que nuestra consciencia nos exige, también respetamos el orden social y a todos los demás seres humanos de quienes esperamos una conducta semejante.

Mencionaremos un último pensador. MacIntyre (2001) es un comunitarista que busca rescatar a Aristóteles y aplicarlo a nuestro tiempo. Desde su punto de vista, el concepto de virtud no puede estar desligado ni de la tradición en la que nos hemos forjado ni de nuestra vida concebida como si fuese un orden narrativo. Sin embargo, un aspecto importante de la virtud que él destaca es que esta debe realizarse dentro de una práctica que involucre la participación de los demás integrantes de la comunidad. De acuerdo con este pensador inglés, las prácticas se caracterizan por poseer bienes internos y bienes externos. Los bienes internos son, por ejemplo, el disfrute al momento de realizar la actividad, la sensación de felicidad

al terminar bien un trabajo determinado y la alegría que nos produce el saber que nuestro producto propicia el bien y es bien visto por la comunidad. Por otro lado, los bienes externos son, por ejemplo, el dinero obtenido por nuestro desempeño, la fama que uno consiga por sus logros o los privilegios que la gente otorgue como reconocimiento a nuestros actos. Ahora bien, la ingeniería en tanto profesión debe poseer cierta ética profesional. Precisamente, esa ética profesional debe estar basada en la búsqueda de los bienes internos por encima de los bienes externos que nos procura el ejercicio de nuestra profesión. De hecho, aquel ingeniero que prefiera el dinero, la fama o los privilegios antes que el sentirse bien con un mismo por un trabajo bien realizado será un ingeniero que se está acercando peligrosamente a la corrupción. Esto explica el que tantas obras de nuestra ciudad no duren lo suficiente o sean de mala calidad. Detrás de eso hay corrupción, indudablemente.

Cuando se menciona el aspecto ético de la ingeniería uno piensa en si el ingeniero juega limpio, es decir, si no hace competencia desleal, si cumple con estándares mínimos de calidad en su trabajo, si es honesto con el cálculo de gastos en tal o cual proyecto, etc. Esta lista de exigencias figura dentro del *Código de Ética* del Colegio de Ingenieros del Perú (2023). Este tipo de consideraciones surge a partir de hechos desastrosos tales como la caída de puentes, tuberías rotas que no resisten, constantes cortes de luz a causa de la baja calidad de los recursos utilizados en los cableados, cámaras de seguridad que no funcionan, etc. Es evidente que las condiciones superestructurales (la realidad económica, la corrupción política y el poco interés de los periodistas por perjudicar a los intereses privados) generan la ilusión de que es mejor inflar precios e inventar comisiones que ser honrados y tener un buen prestigio. Ante

ello, la consideración de un código de ética tiene sentido pues lo que se busca es el bienestar y la tranquilidad de la población, que podrá tener modos de controlar a los malos profesionales que prioricen llenar sus bolsillos antes que construir una obra duradera y beneficiosa para la comunidad.

Estos aspectos de la ética de la ingeniería son relevantes. No obstante, los temas medioambientales cada vez van cobrando más fuerza, toda vez que la contaminación del planeta, las pandemias, la suciedad del aire, la tierra y el agua, el descenso del nivel de biodiversidad, la abundancia de los microplásticos en los ecosistemas, etc. constituyen indicadores de lo mal que el ser humano está administrando y cuidando su planeta. Sin embargo, cabe preguntarse si lo que la humanidad desea es conocer verdades incómodas o mejor optar por refugiarse en mentiras reconfortantes.

Uno se pregunta si la responsable de todo esto es la ciencia. La metáfora más usada al respecto es convincente. La ciencia es como el martillo, el martillo no es bueno ni malo. Ello depende de para qué se use. Siendo así, la ciencia se puede librar de algo de responsabilidad. Pero ¿y la tecnología? Al parecer cabe la misma figura, pues la tecnología es solo una herramienta, cuyo uso tiene aspectos contraproducentes. ¿Y tiene la ingeniería alguna responsabilidad moral al respecto? La respuesta es un tímido «Quizás», pues uno podría pedirles a los ingenieros que diseñan, usan y crean la tecnología que, cuando trabajen, consideren estos aspectos:

- 1) En lo económico. Se debe cambiar la dirección de la productividad. No hay que buscar solo ganancias sino artefactos durables. Es necesario fabricar mejores cosas que puedan tener un tiempo de uso considerable de tal modo que no se genere basura de modo innecesario.

2) En lo medioambiental. Se debe usar energías naturales sostenibles en el diseño de tecnologías para cuidar el medio ambiente. La naturaleza nos provee de energía eólica, hidráulica, oceánica, solar, geotérmica o de biomasa.

3) En lo educativo. Se debe buscar programas educativos que enseñen al hombre a ver la tecnología como un medio y no un fin. Al respecto, se pueden plantear cuatro objetivos específicos:

3.1) Fomentar una cultura de la investigación (pensamiento crítico y reflexivo) y no de la búsqueda de datos sueltos (que desemboca en las *fake news*).

3.2) Hacer un modelo de hombre no hedonista y que aprenda a reconocer la cosificación humana y rechazarla.

3.3) Enseñar a exigir y cultivar el derecho a la privacidad, la vida íntima, el pensamiento interior. En este sentido, el fabricante debe informar las contraindicaciones sobre su producto (alertar sobre patologías adictivas, recomendar atención oftalmológica a los que miran mucho su *smartphone* y controlar los niveles de sueño).

3.4) Implementar la búsqueda de la veracidad, la verdad y la honestidad. Se debe sancionar al que delinque ocultando información valiosa.

4) En lo laboral. Se debe crear espacios laborales esencialmente humanos para que el hombre no sea reemplazable por máquinas o grabaciones de audio e imagen. Esto último, por cierto, que debe preocuparnos sobre todo a raíz de la puesta en circulación de la IA que hace posible el chat GPT, es decir, Chat *Generative Pre-trained Transformer* (Chat Generativo Preentrenado Transformador).

Si tiene sentido pedirles a los ingenieros lo anterior, en-

tonces volvemos a preguntar: ¿tiene alguna responsabilidad la ingeniería al respecto del mal manejo y control de los recursos naturales y humanos del planeta? Aunque la ingeniería también podría ser vista como una víctima más, surge una cuestión: ¿de qué o de quién? Frente a esto, la respuesta es compleja porque abarca la consideración de una totalidad conformada por la economía, la política y los medios de comunicación.

Pensemos en si las reflexiones éticas del ingeniero pueden chocar con la llamada «libertad de empresa». Si en un país determinado se busca la mayor inversión extranjera posible, hacer ese tipo de reflexiones significaría colocar muchas trabas a los empresarios extranjeros del sector privado. Como se sabe, los inversionistas buscan un país que les permita operar de modo tranquilo, con seguridad y, además, con garantía de que tendrán muchas ganancias en comparación con otras regiones. Pongámonos en un caso imaginario, pero no por ello menos realista. Si en el mercado hay ingenieros ecologistas e ingenieros no ecologistas y una empresa extranjera necesita reducir costos y, además, el Estado no considera tan grave el tema de la contaminación medioambiental, ¿cómo asegurar el desarrollo y la evolución de ese tipo de ingenieros ecologistas? Es obvio que, si las leyes del mercado funcionan, la mano invisible terminará borrando a los ingenieros que cultiven la ecología. ¿Qué hacer ante esto?

### ***¿Política para ingenieros?***

Parte de la formación del ingeniero profesional debería ser el llevar un curso que le genere preocupaciones políticas. Pero ¿qué significa esto? Esto no quiere decir que el ingeniero sea militante de algún partido que busque llegar al poder. Tampoco significa que se defina como de izquierdas, de derechas,

conservador o liberal. En realidad, la idea es que el ingeniero entienda la necesidad de participar en el debate acerca de la administración de los recursos de su país y también de todo lo que eso implique y de todo aquello que se ponga en juego en relación con eso. Y la razón estriba en que muchas de las actividades de los ingenieros a nivel colectivo repercuten en el estatus económico del país.

Una prueba de que el ingeniero necesita formación política es la tendencia a considerar los temas medioambientales como parte de los cursos que deben llevar aquellos que estudian ingeniería en las universidades del país. Por ejemplo, Serina (2018) afirma que una de las prioridades de los ingenieros debería ser el respetar la vida, el derecho y el bien común. Del mismo modo, Reséndiz (2011) sostiene que, si bien el ingeniero puede perturbar su entorno con graves riesgos de generar desequilibrios medioambientales, también es verdad que debe ser capaz de plantear otras alternativas para seleccionar aquella que sea la menos perjudicial. Carbajal y Chávez (2014) señalan los problemas ecológicos asociados a actividades ingenieriles como, por ejemplo, el calentamiento global, el cambio climático, la contaminación, la erosión del suelo, la deforestación y la extinción de especies.

La protección de la naturaleza ya no es una cuestión de gusto sino más bien una necesidad humana que requiere la mayor atención. Sin embargo, no todas las posiciones políticas coinciden a este respecto. Por ejemplo, en Argentina el presidente Javier Milei en reiteradas ocasiones ha sostenido que las advertencias de los grupos ecologistas no deberían ser consideradas seriamente (*El Cronista*, 14 de octubre del 2021). ¿Qué debe hacer el ingeniero ante esto? ¿O el ingeniero no debe opi-

nar y solo debe hacer lo que su patrón le ordena pues para eso se le paga?

Además, la protección de la calidad del agua de los ríos o del aire no solo debe realizarse porque la naturaleza merece respeto. En realidad, en nuestro país son constantes las manifestaciones de varias comunidades indígenas que marchan y protestan porque tal o cual empresa minera contamina sus ríos o sus tierras o porque, simplemente, no cumple con su promesa de hacer más próspera la ciudad en donde vive la gente mediante la construcción de hospitales o colegios. De nuevo, ¿tiene que decir algo el ingeniero al respecto o nada más es un simple asalariado que, a cambio de dinero, debe hacer lo que se le solicite?

Existe en *La República* de Platón (1988) un viejo problema ético que debería plantearse para comprender por qué es necesario que el ingeniero reflexione sobre estos problemas. Se suele llamar a esta situación como el problema del anillo de Gíges. Gíges es un campesino que siempre hace caso a los reyes. Sin embargo, un día descubre un anillo que lo hace invisible. Al darse cuenta de tal poder, planifica el modo de quedarse con el trono. Así, que mata al rey, luego se acuesta con la reina y así se hace con el control de toda la ciudad sin que nadie le pueda oponer resistencia. Básicamente, todo el asunto relacionado con Gíges y su mensaje se resume en la siguiente pregunta: ¿Una persona que pueda cometer fechorías y quedar sin sanción (en un mundo donde se premia al malvado y se castiga al bueno) querrá seguir actuando de modo correcto? Para concretar este escenario debemos plantear que, actualmente, el ingeniero no se muestra preocupado por asuntos éticos y/o filosófico-políticos, sino que tan solo se interesa por cuestiones que atañen a su bolsillo y a su situación financiera. El ingenie-

ro es tan responsable como el empresario que lucra con sus conocimientos y el político corrupto que ignora a quienes luchan por sus derechos. Si el ingeniero es indiferente, entonces es cómplice.

### ***Discusión. ¿En qué sentido el ingeniero debe interesarse por la política?***

Ya debe estar quedando claro que el ingeniero debe reflexionar no solo sobre ética sino también sobre política. Para entender este asunto, revisemos el mito de Prometeo. De acuerdo con Mora:

«Según este mito, hace muchos años, las especies mortales comenzaron a existir cuando los dioses los diseñaron con tierra, fuego y otros elementos. Cuando se disponían a liberar estas criaturas, los dioses mandaron a Prometeo y Epimeteo que las revistiesen de facultades y habilidades distribuyéndolas convenientemente entre cada una de ellas. Prometeo y Epimeteo repartieron las capacidades y atributos entre animales y hombres. Pero, en un descuido Epimeteo distribuyó todas las fuerzas naturales a los animales (es decir, repartió velocidad, pelos, uñas, alas, etc.), sin percatarse de que todavía le faltaba el hombre, que aún estaba desnudo, descalzo, sin abrigo ni armas naturales cuando llegó a revisarlo Prometeo» (Mora 2021: 123).

En este contexto, Prometeo decidió robar la sabiduría técnica de Hefesto y Atenea, junto con el fuego, y se la dio a estos hombres para que, con ayuda de este elemento (la ciencia y la tecnología en sentido figurado), puedan enfrentar este agreste mundo a pesar de lo poco dotados que se encontraban físicamente.

En este punto del mito, es importante resaltar la función de la tecnociencia (representada simbólicamente con el fuego) en la sociedad, pues ayuda al hombre a sobrevivir. Evidentemente, Prometeo fue castigado por su crimen contra los dioses.

El problema fue que, una vez que consiguió protegerse

de las bestias más peligrosas, el hombre comenzó a guerrear contra sí mismo. Ante esta situación, Zeus envió a Hermes a repartir la moral y la política entre los hombres, a todos por igual, para que ellos pudieran llegar a un acuerdo y así se evitara su autodestrucción (García Gual 2006).

La lectura y la interpretación de este mito es variada, pero una lección que podemos extraer al respecto es que la ciencia y la técnica pueden destruir al hombre si y solo si la política no lo impide. Es decir, en realidad, el problema ocasionado por la tecnociencia no es responsabilidad exclusiva de los científicos o de los ingenieros sino también y, sobre todo, de los políticos en tanto responsables de realizar pactos sociales y convencer a todos para acatar unos mínimos morales a fin de poder convivir.

De hecho, no solo son asuntos medioambientales los que deben replantearse los ingenieros. En realidad, tal y como lo plantea Gallegos (1999), es necesario discutir acerca del consumismo que va aparejado al progreso en el ámbito tecnológico a tal punto que hoy existen culturas que han manifestado claramente su rechazo por cualquier forma de progreso tecnológico. Asimismo, es notable que con la actividad ingenieril se está beneficiando a un sector determinado de la sociedad, esto es, a una élite enriquecida y asociada a los empresarios, de tal modo que, la búsqueda de la satisfacción de necesidades colectivas, sociales o propias de las grandes mayorías empobrecidas se ha dejado de lado. También, la ingeniería ha permitido que un grupo militar determinado haya tomado el poder a nivel global, ya sea como vendedores de armas o como invasores impunes que se meten a «corregir» los problemas políticos de otros países. Finalmente, los productos del desarrollo ingenieril han homogenizado la cultura a nivel planetario, instalando los gus-

tos y valores de la clase media estadounidense y destruyendo así valiosos contextos culturales particulares. Por ejemplo, muchos peruanos discuten la importancia de aprender quechua en un mundo donde ese idioma poco se conoce. Algo similar sucede con la deliciosa pachamanca ya que, si no se hace la debida publicidad estatal, está en riesgo de perder connotación frente a un plato de KFC. El peligro radica en que el ingeniero no note que estos problemas le conciernen directamente, como si ellos no tuviesen nada que ver.

El problema es que la clase política actualmente parece más preocupada por mantener sus privilegios y, además, buscan solo beneficiar a los grupos de empresarios y poderosos adinerados cuyas agendas pueden ser totalmente contrarias a la vida y al modo de pensar de la ciudadanía. En ese sentido, no es casual que la televisión no cultive ni aliente el pensamiento crítico.

Según Mora: «El mito de Prometeo explica que las leyes morales y jurídicas deben servir para proteger a la sociedad de sí misma, pues una sociedad que desarrolla mucho la ciencia y la tecnología puede colapsar si no reflexiona sobre sus límites morales» (Mora 2021: 129). Específicamente, los ingenieros con formación política deberían liderar movimientos para concientizar a la población sobre los riesgos de un uso imprudente de la tecnología en esta sociedad actual. Las principales banderas que estos ingenieros deberían izar son las de la ecología, la protección al medio ambiente y el desarrollo de una tecnología que sea respetuosa de la naturaleza y también de la mente humana, así como de sus necesidades más vitales y urgentes.

En cuanto al mundo, los ingenieros con formación política deberían considerar lo peligroso que constituye ignorar

realidades como el cambio climático o los niveles de contaminación del aire, la tierra y el agua. En cuanto a la sociedad y el ser humano, estos ingenieros deberían exigir a los medios de comunicación que procuren inculcar más pensamiento crítico en los hombres y mujeres de este planeta a fin de que se pongan de acuerdo acerca de lo urgente y prioritario a nivel global. En este sentido, más que reformas o limitaciones a la tecnociencia, necesitamos que nuestros ingenieros se conviertan en líderes políticos que tengan por objetivo llegar a acuerdos para realizar un buen uso de este fuego robado a los dioses.

Pues bien, lo anterior evidencia la necesidad de que los ingenieros participen del debate acerca de cómo aprovechar los recursos de nuestro país. Para ello, requieren conocer de cuestiones relacionadas con la política. Básicamente, hacer política es debatir, criticar, discrepar y, mediante datos y argumentos convincentes, orientar los intereses de toda la nación.

Dado que la actual clase política solo piensa en sus propios intereses, los ingenieros deben pensar en tener intereses políticos y, por ende, en tener en mente prioridades acerca de la naturaleza, el equilibrio ecológico, el desarrollo sostenible, etc.

### ***Recapitulación***

De nuestra exploración se desprende la idea de que la ingeniería, en realidad, no debe quedar muda frente a los problemas de tipo ético o filosófico-políticos. La ingeniería tiene una buena imagen a nivel social. Sin embargo, no parece existir de parte de la población la consciencia acerca de los efectos que tiene la ingeniería sobre nuestras vidas.

Los temas éticos no solo se refieren a que el ingeniero sea un profesional con valores tales como el rigor, la precisión, la honestidad, la integridad y el liderazgo responsable. La idea

es que pueda entender que ha elegido su profesión porque es algo que realmente lo llena a nivel vital y le satisface de por sí el solo hecho de ser ingeniero y de saber que ha hecho una obra duradera, tan buena que incluso podrán usar sus familiares con toda seguridad y confianza. Ser una persona correcta significa hacer todo lo posible por no caer en la corrupción.

Por otro lado, los temas filosófico-políticos atañen a cuestiones más sociales como, por ejemplo, el angustiante problema de la ecología y de cómo comparar bienes materiales con recursos naturales. ¿Cuánto dinero vale una laguna limpia con peces disponibles para comer? ¿Tiene sentido esa pregunta? Además, el ingeniero debe estar en la capacidad de criticar el consumismo que se está difundiendo a diestra y siniestra, el enriquecimiento de cierta élite específica de la sociedad, la destrucción de las culturas particulares por parte de la globalización y el poderío logrado por cierto grupo militar que busca poner orden en el mundo a costa de los ciudadanos de países ajenos.

Por todo lo anterior, se deduce que, efectivamente, el ingeniero debe esperar una formación que le permita poder discutir asuntos éticos y filosófico-políticos que le preparen para poder sentirse de igual a igual frente a empresarios que quieran priorizar su billetera antes que el bien común.

Antes de cerrar esta introducción, se indican los contenidos de este trabajo. Este libro se divide en 10 capítulos. En el primero, titulado «Ingeniero e ingeniería», se explica lo que es la ingeniería y cómo un ingeniero ejerce su profesión. En el segundo, «Ciencia, tecnología e ingeniería», se relacionan estos tres conceptos para saber en qué se parecen y en qué se diferencian. En el tercero, que lleva por título «Historia de la ingeniería en el mundo y en el Perú», se detalla de modo breve el recorrido histórico de la ingeniería. En el cuarto capítulo,

«Reflexión acerca de la historia de la ingeniería», se busca conectar el desarrollo de la ingeniería con el establecimiento del actual orden mundial. En el quinto capítulo, titulado «Ética», se explica esta rama de la filosofía y su valor para la vida humana. En el sexto, que lleva por título «Códigos de Ética», se da cuenta de los distintos órdenes que existen y que buscan regular éticamente la actividad del ingeniero. En el séptimo, titulado «La ética y la ingeniería», se relaciona la ética con el desenvolvimiento profesional del ingeniero. En el octavo, denominado «El ingeniero como antihéroe», se busca enfocar al ingeniero como una persona que quiere lo mejor para el mundo, a pesar de sus defectos e intereses personales. En el noveno, denominado «Filosofía política e ingeniería», se relaciona a la filosofía política con el quehacer de los ingenieros. Finalmente, en el décimo capítulo, titulado «La política científica y tecnológica en Latinoamérica», se plantean las bases para entender la situación de dominación que existe en el Perú y en Latinoamérica. Agradecemos mucho su interés y deseamos que se puedan aprovechar de la mejor manera los contenidos vertidos en este escrito.

# Capítulo 1

## Ingeniero e ingeniería<sup>2</sup>

«No ha habido un punto de vista más falso que aquel que visualiza a los ingenieros llegando inevitablemente a una solución única de sus problemas por medio de las matemáticas o de procedimientos de laboratorio... La ingeniería no es ciencia matemática, aunque sí aprovecha muchos de los procedimientos matemáticos. Casi en todas partes y en todos los tiempos los ingenieros han tenido una característica que los identifica: quieren anotar algunos datos, hacer una gráfica, dibujar un plano. Los ingenieros registran muchos datos, pero lo hacen como una guía para sus razonamientos, no como una respuesta a sus problemas» (Hardy Cross. *Ingenieros y las torres de marfil*).

**E**n la vida cotidiana es usual escuchar frases como «ese edificio ha de haber sido construido por un ingeniero», «¿cuál es el nombre del ingeniero?» o «¿qué ingeniería estudia tu hijo?». Sin embargo... ¿sabemos cuál es la disimilitud entre las palabras «ingeniero» e «ingeniería»? Para responder a esta breve pregunta se tendrá que realizar una investigación exhaustiva al respecto. En primer lugar, se estudiará el origen de la palabra «ingeniero». En segundo lugar, se revisará la historia de la ingeniería para detectar los momentos en que fue detectada como un oficio y como una disciplina. En tercer lugar, se distinguirá los conceptos de «ingeniero» e «ingeniería»

---

2. Este libro en su totalidad ha sido revisado por Daniel Fernando Vega Meza. Sin embargo, este capítulo, particularmente, es de su entera creación.

y finalmente analizaremos una entrevista que se realizamos a dos reconocidos ingenieros de la UNI.

### ***Ingeniero***

Algunos dirán que ingeniería es la profesión y que ingeniero es aquel que ejerce dicha profesión, sin embargo, también se dice que el ingeniero es aquella persona que estudió cinco años para ser ingeniero y que empieza a serlo cuando se olvidó de todo lo que estudió.

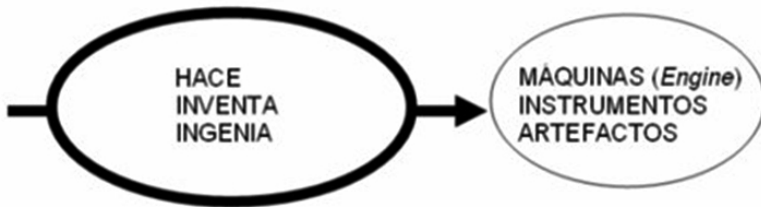
Entrando al lexema de la palabra, como primera noción del *Diccionario Panhispánico de dudas* de la RAE, nos explica su significado: «Persona capacitada para ejercer la ingeniería» (2024: 363). A partir de esto último, se puede afirmar que se enfoca a la ingeniería como una máquina que solo puede ser maniobrada o controlada por una persona capacitada: el ingeniero. Además, si se viera desde una perspectiva filosófica, la máquina (ingeniería) y la persona capacitada (el ingeniero) convergerían por sí solos en una sinergia para trabajar en conjunto para cumplir un mismo objetivo. Ahora bien, esto no siempre fue así.

Como se mencionará en el capítulo de la historia de la ingeniería en el Perú y el mundo, en la época antigua no había una concepción de la palabra como tal. La palabra «ingeniero» nació como una «habilidad o cualidad» que tenía una persona, mas no como una etiqueta o una catalogación a una persona en particular. El término «ingeniería» proviene de la voz latina: *ingeneare*, que significa «crear», y esta del latín *ingenium*, asimismo, ingeniero proviene del latín *l'ingenium*:

«El término latino *l'Ingenium* tiene dos sentidos: el de “disposición natural del espíritu genial” y el de “invención”. A estos dos sentidos, el latín medieval añade un tercero: “cosa inventada”. Así que, durante la Edad Media, el Ingeniero es alguien que dispone de *l'engi*, esto es, de inteligencia

inventiva; la que se ejerce sobre *engin*: en la invención práctica; la que produce las *engins*: máquinas e instrumentos de guerra» (Rodríguez y Vélez 2007: 1).

Figura 1. Relación *engin-engins*



Fuente: Rodríguez y Vélez 2007: 1

Recordemos que en épocas antiguas la hegemonía política era poseída por los imperios con mayor dominio territorial. En ese sentido, los antiguos buscaban expandir su dominio conquistando reinos o anexando tribus menores o mayores a su poder. Para ilustrar, se tiene la caída de Constantinopla (1453) causada por el dominio otomano que puso fin, no solo al Imperio Romano en Oriente (Imperio Bizantino), sino también a la Edad Media. En dicha guerra se hizo uso de catapultas (*engins*) que eran operadas por un *ingeniator* y que fueron usadas como máquinas rodantes que llevaban una esfera de piedra y una palanca atada a una cuerda que, al tensionar de ella, acumulaba determinada fuerza potencial tal que, cuando era soltada, lanzaba dicha piedra puesta previamente en la cuchara mecánica. Esta máquina tenía un poder de destrucción masivo contra las fortificaciones y muros que por delante se alzaban.

Estos aparatos fueron construidos por personas que poseían el don en especial de la invención (*l'engi*). En adición a lo mencionado, las naves marítimas constituyen otro ejemplo importante dado que las más mortíferas hasta dicha época

fueron construidas por los mismos bizantinos. Su funcionamiento era muy similar al de un «lanzallamas» colocado en la proa del barco que, al accionar, hacía del mar un comburente que prendía fuego a todo lo cercano que estaba a su alrededor, el mar ardía en llamas. Esas personas que tenían la inteligencia inventiva (*lengi*) para construir la catapulta o los barcos mortíferos (*engins*) son considerados ya en nuestros tiempos como «ingenieros».

Figura 2. Barco mortífero



Fuente: Lalanne, Ludovic. Recherches sur le feu grégeois (1845)

Pero ¿cuándo nació la catalogación como tal de «ingeniero»? Se dice que en el siglo XVIII ya se podía escuchar la palabra *engin* del inglés (*engine*=máquina), que era definido como «hombre máquina». Para ese tiempo, se relacionó con los primeros trenes a vapor (*engine*) construidos por James Watt, los cuales eran maniobrados u operados por personas a los que se les llamaba *engin*.

La RAE (2024) define «ingeniero» en su primer inciso como reza a continuación: «Persona con titulación universitaria superior que la capacita para ejercer la ingeniería en alguna de sus ramas». Sin embargo, es sabido que no siempre fue así. Está claro que este concepto de ingeniero va más allá de la concepción científica dada actualmente.

En ese sentido, podremos definir la palabra «ingeniero» desde una percepción global, como una persona (no necesariamente con formación académica/científica) que practica la ingeniería y que tiene la capacidad inventiva o creadora desde su experiencia *a priori* imaginativa, la cual le permite construir distintos tipos de dispositivos en tanto su creatividad le permita. Desde la rueda hasta robots, se logró entender el funcionamiento de dispositivos como máquinas o artefactos de guerra, así como su papel en la facilitación del trabajo humano.

Es cuestionable y hasta falso afirmar que, como se indica en el acápite introductorio, el ingeniero solo se deba de valer de cálculos matemáticos y físicos para encontrar la solución a los problemas que se le presenten. Es decir, un calculista no es un ingeniero. Por ello, la palabra mencionada, en primer lugar, alude a una persona con dotes inventivos, que con la evolución de la humanidad «matematiza» sus procedimientos y es así como aparece el oficio del ingeniero más adelante en la historia. En ese sentido, y desde un punto de vista más específico y actual, podemos definir al ingeniero contemporáneo como aquella persona con formación en ciencias que aplica los conocimientos científicos y técnicos adquiridos para desarrollar sistemas, máquinas y procesos que sean útiles para alcanzar un objetivo. Algo que de otro modo requeriría un gran esfuerzo.

Serna (2009) menciona que el primer ingeniero conocido por nombre fue Imhotep, constructor de las pirámides

escalonadas de Saqqarah en Egipto alrededor de 2500 a.C. Sus sucesores persas, romanos y griegos avanzaron en aritmética, geometría y física, creando obras como el Faro de Alejandría, el Templo de Salomón, el Coliseo Romano, los sistemas de vías persas y romanos, y el acueducto Pont du Gard en Francia, todas necesarias para la humanidad y la ingeniería.

Da costa (2006) refiere a que en la Edad Media las artes liberales son aquellas disciplinas consideradas fundamentales para el desarrollo intelectual y la formación del individuo. Esto incluye el *trivium* (gramática, retórica y lógica) y el *quadrivium* (aritmética, geometría, música y astronomía), que se consideraban esenciales para alcanzar la sabiduría y la verdad. Además, mencionó que las artes serviles se refieren a las disciplinas prácticas y manuales, como la medicina y el derecho, que estaban más relacionadas con la aplicación práctica de conocimientos en la sociedad. Estas últimas son antecesoras de la ingeniería. Un ejemplo de arte liberal sería la astronomía, mientras que un ejemplo de arte servil sería la medicina. Posteriormente, en la época del Renacimiento de alguna manera se reivindica la concepción que se le dio al término «ingeniero» con su establecimiento como oficio. Serna comenta: «La Ingeniería civil surgió como una disciplina en el siglo XVIII, cuando las primeras escuelas profesionales de ingeniería fueron fundadas» (2009: 16). Como ejemplo del ello tenemos la fundación de la *Ecole' de Polytechnique* por Napoleón en 1795 en París, la cual se convirtió en la primera escuela de ingeniería en el mundo.

Hasta finales del siglo XIX la ingeniería solo era civil y militar, ya luego para finales de dicho siglo, en 1880 nació la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Mecánicos y cuatro

años más tarde en 1884 la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Eléctricos (Serna 2009).

### ***La ingeniería***

Sin embargo, como habíamos comentado a inicios de este capítulo, se comparó a la ingeniería con un vehículo que solo puede ser maniobrado por el ingeniero. En ese sentido, ¿qué se trata de decir cuando mencionamos la palabra ingeniería?

La principal cuestión existente con la palabra ingeniería es que algunos afirman que es un arte y otros que es una técnica. La diferencia esencial entre arte y técnica radica en cómo se abordan las creaciones humanas. En el ámbito del arte, como la escultura, la pintura o la música, se valora la diversidad de enfoques y métodos. Los artistas tienen la libertad de expresarse de maneras únicas, dando rienda suelta a su creatividad y visión personal. En este sentido, el arte se caracteriza por su subjetividad y la posibilidad de múltiples interpretaciones. El objetivo principal del arte es provocar emociones, transmitir ideas o expresar la singularidad del artista. Así, se puede afirmar que el ingeniero tiene algo de artista.

Por otro lado, la técnica se diferencia en que requiere un enfoque más disciplinado y la aplicación de reglas específicas. En campos técnicos, como la ingeniería, la medicina o la informática las acciones se basan en conocimientos y procedimientos establecidos. La técnica se guía por la eficiencia y la repetición de procesos estandarizados para lograr resultados predecibles y consistentes. Aquí, el énfasis recae en la precisión y la aplicación metódica de principios y reglas.

La tecnología, por su parte, se refiere al conjunto de reglas, procesos y conocimientos que se aplican en una determinada área de la actividad productiva humana. Implica la

sistematización y el aprovechamiento de la técnica en beneficio de la sociedad. La tecnología busca mejorar la eficiencia y la productividad a través de la aplicación de conocimientos técnicos y científicos en la resolución de problemas concretos mejorando la productividad en estos campos.

En ese sentido, ya aceptada la acepción de la palabra tecnología, podremos decir que apareció antes de las ciencias. Recordemos que la tecnología es el conjunto de pasos, reglas y procedimientos para querer lograr algo. Por su parte, la ciencia es un conjunto de conocimientos adquiridos por la observación, que se pueden explicar teóricamente y que se pueden verificar como fenómenos naturales (Grech 2013). Por su parte, Valencia afirma:

«Ciencia es el intento sistemático de producir proposiciones verdaderas sobre el mundo. O sea que es ese creciente cuerpo de ideas, que puede caracterizarse como conocimiento racional, sistemático, exacto, verificable y por consiguiente falible. La ciencia puede ser considerada como la suma actual de conocimientos científicos, como una actividad de investigación o hasta como un método de adquisición del saber» (2004: 3).

Estuvieron separadas antiguamente, es decir, cuando la ciencia nació, estaba dissociada de la ingeniería. Las primeras explicaciones de los fenómenos naturales no podían ser alineados a la creación de procedimientos que permitan ser demostrados con la razón, como ejemplo de ello, los antiguos predecesores a nosotros no se explicaban por qué aparecía fuego al caer un rayo sobre un árbol o por qué un tronco flotaba sobre el agua. Se podría decir que la ingeniería se genera a partir de la ciencia. Es decir, un ingeniero civil necesitaría de los resultados de las investigaciones realizadas por los científicos (ciencia) acerca de las nuevas formas de concreto reciclado para poder aplicarlo ingenierilmente en el mundo.

¿Y en qué momento entra la ingeniería? Postulamos a que la ingeniería es un intermediario entre la ciencia y la tecnología. Ya que los conocimientos científicos producto de investigaciones guiadas por la ingeniería pueden crear tecnología. Borromeo mencionaba: «La tecnología se refiere a la aplicación de la ciencia para mejorar nuestras habilidades o compensar nuestras limitaciones» (2023: 5). La ingeniería es una disciplina y como tal se ciñe a reglas y órdenes por las cuales seguir tal o cual procedimiento. En ese sentido es una técnica aprendida del conocimiento científico.

Figura 3. Relación causa-efecto de C, I y T



Fuente: Elaboración propia

¿Un recién graduado es un ingeniero? En el aspecto legal es cierto, la ley otorga el título de ingeniero. Sin embargo, la experiencia es importante, recordemos que, como detallamos líneas arriba, la ingeniería nació como un arte práctico o mecánico. En ese sentido, la experiencia proporciona al ingeniero reglas a través de las cuales llega a soluciones buscando caminos cada vez más cortos, pasando por alto procesos repetitivos y ahorrando tiempo. Ahora, también se puede catalogar a la ingeniería como una profesión que tiene todo lo anterior e incluye un criterio económico. Se espera que las soluciones del ingeniero sean económicas y viables, es por ello por lo que se realiza un estudio de viabilidad tanto técnico como económico en el anteproyecto. Es decir, si es rentable o no, si el resultado va a poder venderse, si se va a obtener ganancias o no.

Otro aspecto importante en la profesión de la ingeniería es el plan de estudios. Algunos centros universitarios que se especializan en ingeniería refuerzan más el lado científico, incrementando más horas de clase a cursos de matemática, física, química, etc. Otros refuerzan más el lado práctico de la ingeniería, es decir, cursos de carrera como tecnología de los materiales, dinámica, resistencia de materiales, mecánica de fluidos, etc. De tal manera:

«El peligro con el profesional que se educó con un programa de alto contenido en únicamente su área (muy exitoso el primer día de su ejercicio) es que le tomará mucho esfuerzo y tiempo poner al día sus conocimientos, a medida que las tecnologías vayan cambiando. La falta adecuada de soporte científico complicará su aprendizaje de las nuevas tecnologías, basadas en su mayor parte en conocimientos científicos que no estaban presentes en el programa que estudió» (Grech 2013: 43).

Finalmente, se puede afirmar que un ingeniero es una persona creativa y experimentada que se encargará de desarrollar con ayuda de la ingeniería (esto es, técnicas, reglas, diseño y conocimiento científico) dispositivos que sirvan para construir productos tangibles o intangibles, viables económicamente para el avance de las sociedades modernas. Enseguida, se compara al ingeniero y a la ingeniería.

Tabla 1. Comparativa entre ingeniero-ingeniería.

INGENIERO	INGENIERÍA
Persona creativa y experimentada con formación en ciencias que aplica la ingeniería para desarrollar viablemente productos tangibles o intangibles en beneficio de una persona o un conjunto de personas.	Arte, conjunto de técnicas, reglas, métodos que se basa en la ciencia y la tecnología y que puede aplicar un ingeniero.

Fuente: Elaboración propia

En lo que sigue, expondremos la conversación que tuvimos con dos ingenieros emblemáticos de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) del Perú. El objetivo fue tener mayor claridad acerca de lo que significa «ingeniería» y «ser ingeniero» para ellos y cómo la ética influye en esta distinción.

### ***Entrevistas***

Nuestro primer entrevistado fue el Dr. Javier Piqué del Pozo. Con él iniciamos la entrevista formulándole la siguiente pregunta: «¿Qué entiende usted por ingeniero?». El profesional mencionado considera como ingeniero a una persona que crea o construye objetos, que no existen previamente, y esto lo hacen usualmente para resolver un problema. Menciona que un ingeniero debe tener formación en ciencias y enfatiza que un ingeniero no es un calculista, pues el cálculo es solo parte del proceso.

La segunda pregunta fue: «¿Qué entiende usted por ingeniería?». Piqué del Pozo nos comentó que todo lo que nos rodea en esta vida tiene ingeniería. La ingeniería es todo lo que conlleva a producir objetos de distinto tipo que van a cumplir una cierta función. Esta última declaración coincide con la definición que dimos acerca del involucramiento de la ingeniería con la tecnología y la ciencia. Además, mencionó que ingeniería es una combinación de arte y técnica:

«Nosotros no somos científicos, pero nuestra ingeniería se fundamenta en la ciencia. Nosotros [los ingenieros] partimos del estudio que un científico hizo previamente, por ejemplo: las fábricas de cemento necesitan concreto más duradero, entonces se está regresando al tema científico de cómo lograrlo y las mejores universidades del mundo están enfocadas en ese tema» (Piqué del Pozo, 14 de noviembre del 2023).

La última pregunta fue: «¿Qué influencia tiene la ética en la Ingeniería Civil?». El Dr. Piqué del Pozo aseveró que la

ética es esencial en cualquier profesión, basándose en un pilar fundamental, el cual es que el profesional solo debe hacer aquello para lo que está capacitado:

«[Un ingeniero] no debe hacer las cosas mal sabiendo que está mal, ya que es muy raro que alguien haga algo malo por ignorancia. Como ejemplo de ello tenemos el terremoto en Turquía con más de 50 000 muertos por una baja calidad del material. Si el médico no tiene ética te puede recetar uno u otro medicamento sabiendo que no te va a sanar. Si algunas personas están copiando de los exámenes, están aprendiendo a que no te va a pasar nada cuando cometes esa falta, y cuando empiezas a ejercer uno se va preso» (Piqué del Pozo, 14 de noviembre del 2023).

Nuestro segundo entrevistado fue el Ing. Francisco Montero Córdova. Con él iniciamos otra entrevista formulándole las mismas preguntas: «¿Qué entiende usted por ingeniero?». El profesional mencionado afirmó que un ingeniero es un profesional que ha tenido preparación en un claustro universitario y que está capacitado para hacer cambios a través de la ingeniería por el bien de una sociedad. Mencionó que un ingeniero debe ser líder, creativo e innovador. Propuso que un ingeniero debe tener una formación en ciencias y resaltó que mucha matemática tampoco es buena.

La segunda pregunta fue: «¿Qué entiende usted por ingeniería?». Nuestro entrevistado consideró que la ingeniería es un arte que cambia, transforma o revoluciona cosas, similar a cómo cambiaron las ciudades de antes hasta la actualidad. De acuerdo con él, la ingeniería no es una simple técnica:

«La ingeniería no la puede desarrollar un médico o un contador, o nosotros como ingenieros no podemos diagnosticar enfermedades como lo hace un médico. Los antiguos simplemente eran ingeniosos, como ejemplo de ello tenemos a los comuneros de *Quehue* (Cusco). Cuando se crearon las universidades recién se creó el *cliché* de ingeniero. Y considero que la ciencia es un conjunto de conocimientos para explicar algo, que puedo usar para hacer tecnología como el trompo mezclador.

No se puede ser ingeniero sin ciencia ni tecnología» (Montero, 6 de noviembre del 2023).

La última pregunta fue: «¿Qué influencia tiene la ética en la Ingeniería Civil?». El ingeniero Montero mencionó una frase muy peculiar: «Un profesional sin ética no sé cómo puede dormir». Él ha sido testigo de muchos casos antiéticos, nos mencionó que algunos ingenieros, por una paga, firmaban planos que no habían revisado o no habían realizado. Propuso que el curso de Ética en la Facultad de Ingeniería Civil de la UNI debería ser dictado en último ciclo, ya que en los primeros no le toman la importancia debida del caso.

En este apartado realizaremos un análisis de ambas entrevistas. Coincidimos que para ambos entrevistados ser ingeniero es ser una persona con formación en ciencias y que aplican dichos conocimientos para desarrollar la ingeniería. Ahora, la ingeniería para unos es una combinación de arte y técnica, para otros simplemente la ingeniería es un arte. Pero esta funciona de la mano con la ciencia y la tecnología. Aunque no somos científicos, coincidimos en afirmar que debemos de tener una formación suficientemente y necesaria en ciencias para entender y desarrollarnos como ingenieros. Finalmente, la ética es parte de ser ingeniero, un profesional no debe hacer algo para lo cual no está capacitado ni realizar actos tales como firmar planos sin haberlos estudiado o pagar la seguridad de su casa con el erario. Un profesional sabe cuándo está actuando mal. Es casi improbable que haga algo malo sin saber.

### ***Preguntas de reflexión***

1. Según la cita de Hardy Cross, ¿por qué es falso el punto de vista de que los ingenieros llegan inevitablemente a una solución mediante las matemáticas o procedimientos de laboratorio?

2. ¿Por qué se plantea que la ingeniería es tanto un arte como una técnica?
3. ¿De qué manera se entrelazan los conocimientos científicos y la experiencia práctica en la formación de un ingeniero, reflejando así la conexión entre la teoría académica y la aplicación real en el ejercicio de la ingeniería?
4. ¿Cuál es la justificación detrás de la propuesta de impartir el curso de Ética en el último ciclo de la carrera de ingeniería, y cómo esta decisión podría influir en la percepción y aplicación de principios éticos en la práctica profesional de los ingenieros?
5. ¿Cómo se podría reflexionar filosóficamente sobre la diferencia fundamental entre el ser humano capacitado para aplicar la ingeniería y la disciplina misma de la ingeniería?
6. ¿Cómo se establece la interrelación filosófica entre la ciencia, la ingeniería y la tecnología, considerando que la ciencia proporciona el conocimiento, la ingeniería aplica ese conocimiento y la tecnología representa la materialización práctica de dicho conocimiento aplicado?
7. ¿Cuál es la diferencia entre las artes serviles y las artes liberales y cuál es su relación con la ingeniería?
8. ¿Cómo influye la formación en ciencias en la definición de ingeniero, según las entrevistas, y de qué manera esta conexión se puede relacionar con la filosofía de la ciencia?
9. ¿Cómo podríamos interpretar la evolución histórica de la ingeniería como un arte servil, según la perspectiva filosófica de la relación entre las artes liberales y las artes mecánicas?
10. ¿De qué manera la definición de ingeniero como líder, creativo e innovador se alinea con las teorías filosóficas sobre el papel del individuo en la sociedad y su capacidad para el cambio?

# Capítulo 2

## *Ciencia, tecnología e ingeniería<sup>3</sup>*

**N**uestro mundo está tan imbuido de tecnología que prácticamente se suele olvidar el relevante papel que desempeñan los ingenieros al respecto. Precisamente, la profesión más relacionada con la tecnología es la ingeniería. No obstante, el concepto de ciencia también suele ocupar un lugar importante cuando se hace un estudio pormenorizado sobre estas ideas. Por todo lo anterior, en este trabajo se busca, primero, definir cada uno de los términos involucrados en la discusión para, finalmente, analizar las relaciones que existen entre los mismos.

### *¿Qué es la ciencia?*

La ciencia puede ser considerada como una comunidad que cumple las funciones de describir, explicar, predecir y aplicar. También, puede ser vista como un proceso que se vale de un método riguroso, estricto, reproducible, público y eficiente. Asimismo, la ciencia se puede enfocar como un conocimiento que engloba teorías, leyes, sistemas, etc. Analicemos los dos últimos aspectos de la ciencia.

---

3. Este texto de Rafael Félix Mora Ramirez fue expuesto en el III Congreso de Historia de la Ingeniería y la Arquitectura en el Perú celebrado en Lima en el 2023. En esta oportunidad se le hacen algunos cambios y añadidos.

Por un lado, la ciencia se puede entender como aquel proceso que consiste en producir conocimientos con apoyo del método científico. Así, se comprende que la ciencia se constituye como investigación científica que se vale de un procedimiento riguroso y ordenado. Explicaremos, brevemente, este método:

1. **Planteo del problema:** Un problema científico pregunta acerca de cómo funciona algo determinado. La ciencia está interesada en saber cuáles son las causas de tal o cual fenómeno.
2. **Formulación de la hipótesis:** Las hipótesis son conjeturas adecuadas que se propone como respuesta a los problemas científicos que se están estudiando. Estas hipótesis guían la investigación y señalan qué variables deben ser analizadas.
3. **Contrastación de la hipótesis:** Para demostrar que una hipótesis es verdadera hay que contrastarla con los hechos y ello se logra de diversos modos. En este punto se debe mencionar el concepto de «experimentación» en relación con las ciencias naturales. Un experimento es un evento susceptible de repetición cuyas variables se pueden controlar y que determina si la hipótesis en cuestión es verdadera o falsa. Es importante señalar que la repetibilidad del experimento es necesaria porque así se garantiza que pueda ser realizable en otros lugares del mundo por otros científicos. Recordemos que la verdad en la ciencia es intersubjetiva. Además, el experimento debe hacer posible el control de las variables relevantes para explicar el fenómeno investigado. Ahora bien, en relación con las ciencias sociales se usan otras metodologías como, por ejemplo, el método etnográfico, el método fenomenológico hermenéutico, el método investigación-acción, el método historia de vida, etc. Por lo general, el enfoque cualitativo busca una perspectiva particular que revele el modo

de interpretar el mundo por parte de los sujetos pues lo que se pretende es conocer la manera en la cual se perciben las situaciones sociales y/o culturales.

Pero, por otro lado, de acuerdo con Mora:

«La ciencia también puede ser concebida como el producto o resultado de dicho proceso (García 2014). Entonces, tenemos las leyes y teorías que aparecen en los libros, las tesis y los artículos, es decir, al conocimiento científico. La ciencia en tanto producto es planteada como un sistema de proposiciones referentes a un ámbito particular de objetos de la realidad, cuya verdad se establece a través de la experiencia mediante observaciones, mediciones o experimentos o a través de la demostración realizada con pruebas lógico-matemáticas. Así, una teoría científica es un conjunto de hipótesis que pretende describir y explicar una estructura compleja de la realidad. Más aun, es un sistema deductivo en el cual ciertas consecuencias observables se siguen de la conjunción de hechos y leyes fundamentales, entendiendo las leyes como proposiciones verdaderas que describen una regularidad natural relacionando varias de sus magnitudes constituyentes. También, desde una perspectiva cualitativa, se puede afirmar que una teoría científica es concebida como una construcción conceptual formada por nociones y proposiciones que relacionan diversos fenómenos. Las teorías de esta índole después de que sus hipótesis sean verificadas pueden ser verdaderas, es decir, aceptadas y confirmadas o pueden ser falsas, es decir, rechazadas y replanteadas. El conocimiento científico tiene las siguientes características:

- a) Es selectivo, pues de toda la realidad una ciencia particular estudia una parcela de esta. Por ejemplo, la biología estudia a los seres vivos, la física estudia el movimiento y la sociología las personas, la sociedad y las instituciones. Así, la biología no estudia lo que la física estudia, ni la física estudia lo que la sociología estudia.
- b) Es metódico, debido a que es el producto de la aplicación del método científico de tal forma que cualquier persona de ciencia en el mundo puede reproducir los pasos de dicho proceso. En la ciencia no hay ocultismo ni oscurantismo.
- c) Es sistemático, debido a que está organizado y supone un avance de lo simple o conocido hacia lo complejo o desconocido. La totalidad de una teoría científica no es solamente la reunión de sus partes, cada parte juega

un determinado rol en la teoría. Por ende, se trata de un conocimiento progresivo.

d) Es racional, ya que explica los hechos de la realidad por medio de la argumentación, la teorización, la discusión en base a conceptos propios y técnicos de la ciencia en cuestión. De este modo, cuando un científico ve que un objeto se cae, lo explica apelando a conceptos como gravedad, peso, resistencia del aire, etc.<sup>4</sup>

e) Es falible, porque el conocimiento puede fallar y no ser el fiel reflejo de la realidad. Por ejemplo, podemos afirmar que, dado que el Sol pasa de un lado a otro del horizonte, por lo tanto, el Sol se mueve alrededor de la Tierra que permanece inmóvil. Estamos tratando acerca de la teoría geocéntrica del universo que, como sabemos, fue dejada de lado.<sup>5</sup>

f) Es perfectible, pues los criterios científicos suelen ser superados y, por ello, rechazamos ciertos conocimientos que antes tomábamos por ciertos. De esta manera, podemos mejorar nuestro conocimiento con respecto a un determinado aspecto de la realidad<sup>6</sup> (Mora 2019).

La ciencia es una relación cognoscitiva. A eso que se quiere conocer se le denomina «objeto de conocimiento» y, al modo en que se lo investiga, «método de conocimiento». Incluso, la ciencia formal se vale de teorías y métodos que, si bien apela al uso puro de la razón, no por ello, resulta menos real. El siguiente cuadro lo explica:

4. Incluso, cuando el psicólogo estudia las emociones no pueden explicar las mismas sintiéndose muy emocionado al respecto pues es preciso usar la razón y la lógica para analizar cada aspecto crucial de las emociones.

5. Del mismo modo, se puede explicar la pobreza de algunas naciones usando la teoría de la dependencia que sostiene que ciertos países empobrecen adrede a los demás para así volverse más ricos y poderosos. Sin embargo, esta teoría puede ser discutible y, en su lugar, puede apelarse a la teoría de la modernización que explica la riqueza de las naciones se basa en el desarrollo seguro de bases científico-tecnológicas que hagan posible que un país subsista no solo vendiendo materias primas sino sobre todo transformándolas en aparatos.

6. De hecho, la ciencia del siglo XVI ha sido superada, en algunos aspectos, por la ciencia del siglo XXI. La tercera revolución industrial está yendo mucho más allá que la primera.

Tabla 1. Ciencia, método y objeto de estudio

Tipo de ciencia	Especialidades	Método	Objeto
Ciencias Formales	Lógica Matemáticas	Axiomático	Relaciones lógicas en estructuras formales
Ciencias Fácticas Ciencias Naturales	Física Biología Química Geología	Experimental o hipotético-deductivo	La naturaleza o el cosmos
Ciencias Fácticas Ciencias Sociales	Historia Antropología Sociología, Ciencias políticas, etc.	Etnográfico, Fenomenológico Hermenéutico, Investigación-acción.	El ser humano

Fuente: Elaboración propia

### ¿Qué es la tecnología?

Es muy común que las personas crean que la tecnología está constituida solamente por las modernas máquinas de las que hacemos uso diariamente: desde la terma que calienta el agua con la que nos bañamos, pasando por la computadora, hasta los recientemente populares *smartphones* y *tablets*.<sup>7</sup> Pero, no hay que dejarnos llevar por las apariencias; en estos casos estamos hablando de artefactos, concepto que definiremos líneas más abajo. Asimismo, suele confundirse también entre

---

7. Sin embargo, existen más aparatos que los ya mencionados. Así, por ejemplo, tenemos la prensa hidráulica, el motor de combustión interna, la máquina de vapor, el dirigible, el freno hidráulico, el barco, la polea, el frigorífico, el submarino, la placa fotovoltaica, el horno microondas, el láser, etc. Todos estos dispositivos tecnológicos aparecen en cualquier libro de enseñanza básica en España (Fernández-González y Torres-Gil 2014).

técnica y tecnología creyendo algunos que se trata de lo mismo mientras que otros piensan que ya no existen técnicas, sino que estamos completamente rodeados de tecnología. Esto también trataremos de aclararlo enseguida definiendo cada uno de los conceptos involucrados.

### ***Técnica.***

Las técnicas son sistemas de saberes, habilidades y reglas que se usan para resolver problemas. Las técnicas se inventan, se comunican y se aplican. Por ejemplo, podemos hablar de técnicas para resolver sistemas matemáticos de polinomios, de técnicas de *marketing* para promover cierto producto ante tal o cual mercado, de técnicas para mejorar el crecimiento de un tipo de cultivo determinado, de técnicas para producir una fogata en medio de un bosque.

La diferencia entre técnica y tecnología se basa en la idea de sistematización y escala pues resulta que un conjunto de técnicas sistematizadas y aplicadas a mayor escala podría constituir una tecnología. (Quintanilla 2005a y 2005b).

### ***Sistema técnico***

Un sistema técnico consta de agentes intencionales (una persona que tiene alguna intención o motivación), de al menos un fin que los agentes pretenden lograr (abrir un coco, cortar la carne o amenazar a otra persona), de objetos que los agentes usan con propósitos determinados (la piedra que se utiliza instrumentalmente para lograr el fin de pulir otra piedra o fabricar un cuchillo), y de al menos un objeto concreto que es transformado (la piedra que es pulida para ser convertida en un nuevo instrumento). El resultado de la operación del sistema

técnico, el objeto que ha sido transformado intencionalmente por alguna persona, es un artefacto (el cuchillo en este caso).

Así, un sistema técnico destaca en relación con la técnica pues el sistema técnico reúne varios elementos tales como los agentes intencionales, sus fines propuestos, los objetos intermediarios y el artefacto resultante.

### ***Artefacto***

Los artefactos son objetos concretos que se usan al aplicar técnicas y que suelen ser el resultado de las transformaciones de otros objetos concretos. Los artefactos se producen, se fabrican, se usan y se intercambian. Por ejemplo, televisores, computadoras, autobuses, aviones, microondas, celulares, impresoras, licuadoras, cocinas, infladores, audífonos, cámaras, antenas, radios, automóviles, calculadoras, pistolas, escopetas, guantes, medidores de temperatura, vacunas, datáfonos o pasatarjetas, Point Of Sale (POS) o terminal de punto de venta, etc. (Olivé 2000). Es común que se confunda entre artefacto y tecnología porque, en realidad, la idea misma de tecnología es de una alta complejidad. Sin embargo, el artefacto es tan solo parte del plan (tal vez la parte más visible) que constituye la tecnología en su búsqueda por transformar la naturaleza y la sociedad para beneficio del ser humano. Quien confunda artefacto con tecnología ignora que la tecnología también involucra valoraciones, sobre todo, las del tipo económico o productivo (tales como lucro, provecho, eficacia y utilidad), así como conocimientos altamente especializados de ciencia.

### ***Tecnología.***

Hay muchas maneras de definir este concepto. Si hacemos uso de los conceptos previos podemos decir que la tecnología está

formada por sistemas técnicos que incluyen a las personas y los fines que ellas persiguen intencionalmente, al igual que los conocimientos, creencias y valores que se ponen en juego al operar esos sistemas con el fin de tratar de obtener las metas deseadas. Es decir, la tecnología es un sistema técnico al que se le ha añadido una teoría, una lógica (en relación con el manejo de herramientas) y una axiología.

Por ejemplo, pensemos en la tecnología que se requiere para fabricar una pastilla para combatir a la neumonía. Estamos ante un sofisticado sistema técnico que contiene teorías biológicas, químicas, anatómicas y microbianas acerca de la enfermedad, que usa máquinas y dispositivos específicamente contruidos para este propósito y que busca la efectividad como algo prioritario, pues de lo que se trata es de salvar vidas humanas.

Así, mientras que la técnica no necesita de la tecnología, la tecnología sí la requiere. Por ejemplo, con técnica podemos saber encender una fogata, pero iluminar con la linterna del celular o usar el horno microondas para cocinar se realiza mediante tecnología. Lo primero es un tipo de saber hacer, de habilidad; en cambio, para lo segundo se ha usado conocimientos sobre química, física, etc. De hecho, esta comparación es muy didáctica para comprender un poco la naturaleza de la tecnología, aunque tiene el inconveniente de darle un papel protagónico a ciertos aparatos lo cual facilita la confusión entre tecnología y aparato.

Para Mario Bunge (1980), dejando de lado el aspecto axiológico, la tecnología es el estudio científico de lo artificial, el área de conocimiento relacionado con el diseño de artefactos y la planificación de su realización, operación, ajuste, mantenimiento y monitoreo a la luz del conocimiento científico. En

pocas palabras, la tecnología es la ciencia aplicada. Es decir, un cuerpo de conocimientos es una tecnología si y solamente si es compatible con la ciencia moderna, es controlable por el método científico y se lo emplea para controlar, transformar o crear cosas o procesos naturales o sociales. Ahondando más, Bunge (1980) nos proporciona una clasificación de las diversas tecnologías que existen actualmente:

**1. Tecnologías materiales:**

- Físicas (ingeniería civil, eléctrica, electrónica y nuclear)
- Químicas (farmacología, tecnología de análisis químico)
- Biológicas (agronomía, medicina, veterinaria, odontología)

**2. Tecnologías sociales:**

- Psicológicas (psiquiatría, pedagogía)
- Sociológicas (derecho, politología aplicada, ciencias de la comunicación)
- Económicas (ciencias de la administración, contabilidad e investigación operativa)

**3. Tecnologías conceptuales** (informática y ciencias de la computación)

Sin embargo, no todos coinciden con esta definición. Así, algunos piensan que, en realidad, Bunge está describiendo a las ingenierías más que a la tecnología misma. Además, podemos considerar que la técnica es un concepto genérico mientras que la tecnología es uno específico. Desde este punto de vista, hay varios tipos de técnicas. Unas son, por ejemplo, las técnicas artesanales y otras son las tecnologías. Desde este punto de vista, ¿qué serían las tecnologías? Las tecnologías serían las técnicas de uso industrial y de base científica (Quintanilla 2005a y 2005b). Entonces, la tecnología sería un tipo de técnica más especializada.

También, la contraposición con la ciencia suele ser útil para definir la tecnología. Así, mientras que la ciencia es un sistema de proposiciones que brinda un conocimiento expresado en un lenguaje especializado referente a un ámbito de lo real cuya verdad se establece por medio de la experiencia o la demostración; la tecnología es un cuerpo complejo de ideas que reúne personas, fines, teorías y artefactos que busca satisfacer necesidades y responde al impulso de control o dominio de la realidad. Es decir, la tecnología aspira al dominio de la naturaleza a través de la transformación del mundo material exterior

En otras palabras, por un lado, la ciencia se ocupa de observar, comprender y explicar el mundo natural y el mundo humano y social; por otro lado, la tecnología se ocupa de diseñar, crear, fabricar y usar artefactos útiles a la sociedad; además de innovar a partir del conocimiento tecnológico y científico, y de habilidades prácticas (Rapp 1981).

Desde este punto de vista, la tecnología se puede comprender como la fabricación y la utilización de artefactos, es decir, como una especie de práctica o de actividad. Así, hay ideas tecnológicas como los conceptos de eficiencia, máquina, invención, conmutador, optimización, etc. De este modo, también hay un lenguaje tecnológico y se asume no que use el concepto de verdad como el lenguaje de las teorías científicas, sino que más bien usa el concepto de utilidad (Mitcham 1989). El siguiente cuadro resume lo principal acerca de la ciencia y la tecnología.

Tabla 2. Ciencia y tecnología

	Ciencia	Tecnología
Finalidad	Explicación (diseño de teorías, leyes e hipótesis)	Fabricación (diseño de productos y servicios)
Ámbito de realidad	La naturaleza	Lo artificial
Procedimiento	Propone modelos que simplifican la realidad	Construye artefactos complejos útiles
Producto	Teorías especializadas universalizables	Objeto particular y concreto

Fuente: Elaboración propia

### ***¿Qué es la ingeniería?***

Mucho de lo que se ha manifestado sobre la tecnología, en realidad, debería considerarse parte de la ingeniería. Si bien la dicotomía ciencia-tecnología es un muy didáctica, resulta incompleta si no se considera que la tecnología depende intensamente de la actividad del ingeniero. Esto lo aclararemos enseguida. La cuestión central de la ingeniería es crear. Así, sus aportes se juzgan en el sentido de la utilidad y el beneficio. Asimismo, la ingeniería tiende a integrar pues, por ejemplo, procura ensamblar la materia en sistemas cada vez más complejos. Escribe Serna: «el objetivo definido de la ingeniería es la resolución de problemas prácticos y su direccionalidad intelectual es el análisis de sistemas; para el primero, los ingenieros necesitan aplicar marcos tecnológicos y, para el segundo, requieren de las matemáticas para integrar y comprender sistemas» (2018: 108).

Es decir, la ingeniería debe resolver problemas mediante el análisis de sistemas. Además, de acuerdo con Gallegos: «Así como la ciencia surgió de la filosofía la ingeniería surgió de la artesanía y las técnicas. Así como una buena porción de

los científicos sostienen que su fin último es entender cómo funciona la naturaleza, el ingeniero dirá que el suyo es utilizar la naturaleza en beneficio de la humanidad» (1999: 276).

Si se piensa el asunto, uno se dará cuenta que la artesanía y las técnicas (esto es, las precursoras de la ingeniería) son anteriores a la filosofía misma pues, antes de pensar profundamente en la naturaleza del cosmos, los primeros hombres tuvieron que ingeniárselas para poder construir sus casas y conseguir alimento. Así, resulta interesante constatar que las artes que dieron lugar a la ingeniería son mucho más antiguas que la ciencia, pues esto señala que la ciencia no ha sido la única fuente de conocimiento de la ingeniería a pesar de lo que muchos creen.

Lo que compete a la ingeniería es cambiar el mundo mediante diseños que operen de modo eficaz para los fines buscados. La función central de la ingeniería es controlar o usar los fenómenos para fines prácticos (Reséndiz 2011). Incluso, si analizamos a las ciencias de la ingeniería, las cuales aportan saberes útiles para la práctica de la ingeniería y que parecen tener más de ciencia que de ingeniería, podemos distinguirlas de la ciencia propiamente dicha:

«La investigación en las ciencias de la ingeniería sólo se distingue de la que se hace en el resto de las ciencias en dos aspectos: el criterio con que se escogen los problemas a investigar y los atributos de sus soluciones. Se busca no solamente generar nuevo conocimiento, sino que éste contribuya de inmediato a tornar viables o mejores las respuestas de los ingenieros a las necesidades sociales; para ello se escogen los temas que en el momento pueden incidir más sobre tales respuestas, y se prefiere en cada caso la solución que, por su sencillez, puede ser adoptada con más facilidad por los ingenieros de la práctica profesional» (Reséndiz 2011: 122-123).

Entonces, debe quedar claro que la ingeniería es la aplicación del conocimiento actual y disponible para lograr una nueva tecnología o mejorar la ya existente. Además, esta sirve para encontrar soluciones a problemas prácticos que aquejan a las sociedades. Asimismo, la ingeniería utiliza enfoques variados para resolver problemas vinculados a la tecnología y su uso, es decir, la ingeniería no se parametriza en una sola teoría, sino que las usa todas de la forma más creativa posible con el fin de acabar con una dificultad determinada. De este modo, su finalidad es producir las soluciones que sean no los más eficaces sino, sobre todo, los más eficientes, pues recordemos que la eficacia consiste en resolver un problema dentro de un plazo determinado pero la eficiencia consiste en resolver un problema dentro del mismo plazo, aunque con el menor gasto posible de recursos.

### ***Relaciones entre ciencia, tecnología e ingeniería***

La ciencia recopila conocimientos. La ingeniería aplica conocimientos para crear tecnología. La tecnología es un sistema que consta de conocimientos y artefactos que son producidos por la ingeniería. La ciencia describe el mundo y descubre en este las leyes, teorías y principios. La ingeniería se ocupa de buscar soluciones a problemas reales que acontecen en la sociedad. La tecnología recopila los procesos que diseña la ingeniería.

La ciencia usa el método científico para producir conocimiento. La ingeniería se concentra en crear respuestas y valorar tecnologías que resuelvan necesidades sociales. La tecnología aprovecha los logros obtenidos por la ingeniería. La ciencia se ocupa de realizar exitosas predicciones. La ingeniería realiza soluciones que, por naturaleza, son eficientes. La tecnología busca fabricar objetos que satisfagan alguna necesidad.

Como es fácil notar, la ciencia analiza y estudia el mundo y sus aspectos más ocultos. Por otro lado, la ingeniería aplica el saber propio y el logrado por la ciencia para dedicarse a resolver problemas sociales. Precisamente, este aspecto es el que les otorga cierto sentido humanístico a los estudios de ingeniería. En este sentido, la tecnología es deudora de la actividad de la ingeniería pues aprovecha sus triunfos para constituir una especie de listado de saberes y artefactos que satisfacen ciertas necesidades. El problema acontece cuando la tecnología diseña artefactos sin ninguna vigilancia ingenieril que terminan siendo usados por la mayoría de la humanidad. Si se realiza una división demasiado tajante entre ingeniería y tecnología, se explica el hecho de que hoy existan aparatos que, pudiendo durar más tiempo para evitar la contaminación, sin embargo, hayan sido diseñados con el claro y determinado fin de que se malogren rápido y así incentivar el consumo. Estamos ante el problema de la obsolescencia programada tecnológica, ¿la ingeniería tiene algo que decir al respecto o la responsable es la tecnología que ha diseñado aparatos al margen de las reales necesidades sociales? Esta discusión será retomada en otro lugar. El cuadro siguiente explica de modo resumido la distinción entre ciencia, ingeniería y tecnología:

**Tabla 3. Interrelaciones entre la ciencia, la ingeniería y la tecnología**

	Ciencia	Ingeniería	Tecnología
Qué es	Cuerpo de conocimiento de los mundos físico y natural	Aplicación del conocimiento en el diseño, construcción y mantenimiento de la tecnología	Es el cuerpo de conocimiento, sistemas, procesos y artefactos que resultan de la ingeniería
Para qué	Describir y comprender el mundo natural y sus propiedades físicas	Encontrar soluciones para los problemas, necesidades y deseos sociales	Describir las soluciones que construye la ingeniería
Con qué	Utiliza enfoques variados (métodos científicos) tales como experimentos controlados o estudios observacionales, para generar conocimiento	Utiliza enfoques variados (procesos o análisis de ingeniería) para diseñar y evaluar soluciones y tecnologías	Utiliza los resultados del proceso de ingeniería
Objetivo	El conocimiento científico se puede utilizar para hacer predicciones	Producir las mejores soluciones con los recursos y limitaciones a su alcance	Cualquier cosa hecha por el hombre para llenar una necesidad o deseo.

Fuente: Serna 2018: 135

## ***Conclusiones***

En este capítulo se ha buscado definir los conceptos de ciencia, tecnología e ingeniería para luego relacionarlos de cierto modo. Así, en primer lugar, se analizó el concepto de ciencia. Este concepto tiene dos formas relevantes de definirse. La ciencia puede ser vista como un proceso de investigación que usa el método científico. Asimismo, la ciencia puede entenderse como un producto de dicho proceso. En este caso, tratamos de leyes, principios y teorías.

Luego, estudiamos el concepto de tecnología que es ciertamente complejo. Una tecnología es un conjunto de sistemas técnicos que incluyen tanto a las personas, los fines que estas persiguen intencionalmente, los conocimientos, las creencias y los valores que intervienen al momento de operar esos sistemas. El problema es que, para muchos pensadores como Bunge, esta forma de mirar a la tecnología se confunde fácilmente con la ingeniería.

Finalmente, exploramos el concepto de ingeniería el cual podemos entender como aquella actividad que busca crear soluciones a problemas sociales determinados que puedan ser juzgadas como útiles y beneficiosas. De este modo, la principal preocupación de la ingeniería es cambiar el mundo mediante diseños que operen con eficiencia. Así, la función central de la ingeniería es controlar o usar los saberes para objetivos prácticos.

Al comparar estos conceptos, podemos notar que la ingeniería puede aprovechar los conocimientos que provee la ciencia, aunque ciertamente no es su única fuente de saber. Asimismo, es evidente que la tecnología no progresa por sí misma

si no es a causa de la necesidad de la ingeniería de resolver problemáticas sociales actuales. En ese sentido, la tecnología depende de la ingeniería, aunque ciertamente no del todo, pues la tecnología puede producir objetos que satisfacen necesidades humanas simples y aisladas, es decir, sin conexión con una preocupación social colectiva. Esto podría ser problemático desde cierto modo. De esto podemos afirmar que la ingeniería es más humana que la tecnología.

### ***Preguntas de reflexión***

1. ¿Qué responsabilidades éticas tienen los científicos e ingenieros en la creación y aplicación de conocimientos y artefactos?
2. ¿Es la ingeniería una manifestación de la capacidad humana para alterar el entorno a voluntad?
3. ¿Cuál es el significado filosófico del concepto de progreso científico y tecnológico en la sociedad?
4. ¿Cómo influyen las creencias y los valores humanos en el desarrollo y aplicación de la tecnología?
5. ¿Se puede considerar la ingeniería como una forma de arte utilizada para crear soluciones prácticas?
6. ¿En qué medida la interacción entre ciencia, tecnología e ingeniería ha dado forma a nuestra comprensión del mundo?
7. ¿Qué responsabilidad ética tienen los ingenieros en relación con el impacto ambiental de las tecnologías que desarrollan?
8. ¿Es la tecnología neutral o tiene un impacto sustancial en la sociedad y la cultura?
9. ¿De qué modo el enfoque interdisciplinario de la ciencia, la tecnología y la ingeniería es útil para resolver los problemas actuales?
10. ¿Es la búsqueda de la verdad científica un objetivo intrínsecamente humano o una construcción cultural?

# Capítulo 3

## Historia de la ingeniería en el mundo y en el Perú<sup>8</sup>

«La ingeniería es el arte que trata sobre la aplicación de los materiales y de las fuerzas materiales. El uso de la ciencia es un medio para ese fin. El objeto de la ingeniería es dar servicio a la humanidad» (Hardy Cross. *Ingenieros y las torres de marfil*).

### Introducción

De lo mencionado en el capítulo 1, titulado «Ingeniero e Ingeniería», se rescata particularmente la definición de la palabra «ingeniero», la cual vendría siendo «Persona capacitada para ejercer ingeniería». Para comprender el significado de «ingeniero», debemos conocer la definición de ingeniería. Por este motivo, en este capítulo abarcaremos el significado de la palabra “ingeniería” además de su historia en el mundo y en el Perú.

Para hablar del término ingeniería debemos conocer unas algunas cuantas palabras, por ejemplo, las siguientes *engine* e *ingenious*, las cuales derivan de una misma raíz en latín, a saber, *ingenere* cuyo significado vendría siendo «crear». Además, es necesario acotar que la palabra *engine* tiene un origen aún más antiguo, el cual nos retrotrae al vocablo latín

---

8. Este libro en su totalidad ha sido revisado por Josep Jesus Abregu Gonzales. Sin embargo, este capítulo, particularmente, es de su entera creación.

*ingenium*, que significa «calidad innata», esto es, la habilidad para poder materializar nuevas invenciones.

No es coincidencia que términos como *ingenuity* y *engineering* en inglés, así como *ingeniosite* e *ingenierie* en francés, tengan como origen la raíz latina *engineer* que significa «ser ingenioso» y *engine*, que se traduce como «dispositivo ingenioso y útil», ya que estas palabras capturan de manera exacta la esencia de lo que hace la ingeniería.

Steininger (2013) define a la ingeniería como una disciplina exacta y, a su vez, exigente porque se basa en el universo físico. En ese sentido, es importante que toda invención deba pasar por un proceso que nos demuestre que funciona como se supone que deba funcionar.

Uno de los objetivos principales de la ingeniería consiste en adaptar la tecnología para obtener soluciones que satisfagan las necesidades humanas y, por ello, se puede decir que posee una relación estrecha con la tecnología. Esto se explica en el hecho de que el campo de aplicación de la ingeniería es amplio y posee múltiples enfoques, entre los cuales está el facilitar la vida cotidiana de las personas, un objetivo compartido también con la tecnología. Esta relación ha de tenerse presente a lo largo de este capítulo.

Se podría preguntar cuándo comenzó la ingeniería. Domínguez (2011) indica que debemos remontarnos a la Edad de Piedra, cuando los seres humanos fabricaban herramientas de piedra. Comprendieron cómo usarlas eficazmente como armas, palancas, hachas y azadas.

**Figura 1. Herramientas de piedra**



**Fuente: Córdoba y Ospina 2018**

Asimismo, más adelante lograron descubrir el fuego para poder cocinar sus alimentos y, a su vez, para soportar las bajas temperaturas, construyeron refugios. Todo esto lo hicieron con el fin de sobrevivir en medio de la naturaleza y los depredadores. En ese sentido, tuvieron que ser aún más ingeniosos y utilizar todo lo que tenían a su alcance hasta ese momento para hacerle frente a la adversidad. Estos hombres primitivos tenían que ser más creativos y transformar su entorno a su beneficio.

**Figura 2. El hombre primitivo, el uso del fuego y la construcción de refugios**



**Fuente: Córdoba y Ospina 2018**

Si avanzamos más en el tiempo, ya situados en el antiguo Egipto, la humanidad ya había demostrado grandes avances, los cuales se evidenciaron en la construcción de pirámides, diques y canales, sistemas de irrigación, sistema de numeración propio, etc. De hecho, según Serna (2009), es en esta época donde podemos encontrar al primer ingeniero conocido como Imhotep, quien fue constructor de la pirámide escalonada de Saqqarah en Egipto probablemente en el 2550 a.C., al cual ya mencionamos previamente en el capítulo 1 de este libro.

Ya en la Edad Media se construyeron máquinas para poder aprovechar la energía y potencia de la naturaleza como la del agua, el viento o de los animales. Tal como nos menciona Altube (2004), se lograron construir barcos con velas que eran empujadas por el viento, también comenta que, tras domesticar al caballo, encontraron la oportunidad de inventar arneses para que los mismos puedan apoyar en el proceso de arar las tierras.

Hasta ahora podemos mencionar como un breve resumen cuatro puntos que indican cómo se inició la ingeniería en esta época. En primer lugar, la caza permitió crear armas haciendo uso de herramientas de hueso y piedra. En segundo lugar, la recolección de alimentos se benefició del uso del fuego para poder cocinarlos. En tercer lugar, la necesidad de construir refugios llevó a descubrir la palanca y así mover rocas de un lado a otro, lo que significó que más adelante se descubrieran la rueda. Como cuarto punto, tenemos el aprovechamiento de la energía que es producida en la naturaleza y, a su vez, el uso de los caballos para la agricultura.

Todo lo anterior mencionado nos confirma que el desarrollo de la ingeniería está estrechamente relacionado con el avance de la tecnología siempre bajo un enfoque de mejora

continúa y con el fin de satisfacer las necesidades sociales y facilitar la vida de las personas.

Gay (2014) detalla que la ingeniería está sujeta al deseo y necesidad del hombre por transformar el entorno que lo rodea, siempre buscando mejorar su calidad de vida. Esto se puede ver reflejado en la evolución de las máquinas que hoy en día realizan muchas de las actividades que antes eran hechas manualmente y tomaban más tiempo realizarlas, además, se hacían con una menor precisión.

En la actualidad, si la humanidad continúa avanzando es gracias a la ingeniería, ya que esta hoy en día sigue transformando el mundo, ya sea para bien o para mal. Esto es algo subjetivo. Rojas y Ruiz (2011) sostienen que la cooperación entre la ingeniería y tecnología hicieron posible el avance de las sociedades. Esto puede ser apreciado desde las ciudades nómadas primitivas hasta las del siglo XXI.

### ***Historia de la ingeniería en el Perú***

Los primeros ejemplos de ingenio e ingeniería en nuestro país lo podemos encontrar con «El hombre de Chilca». Hace unos 6000 años apareció el primer constructor de viviendas, específicamente, chozas semisubterráneas de planta circular, hechas a base de cañas y amarradas con sogas de junco. Este también fue el primer agricultor de toda la costa peruana.

Continuamos y ahora tenemos a la gran cultura Caral, la cual fue una de las primeras en construir los grandes templos que existen hoy en día en el Perú, hechos con barro y piedras. Otro caso destacado se remonta a unos 2500 años atrás con los individuos de Kotosh, quienes edificaron estructuras utilizando piedra canteada mezclada con barro. Estas estructuras consistían en plantas cuadrangulares ubicadas sobre plataformas

rellenadas con tierra, cantos rodados y barro. Entre sus obras más reconocidas se encuentra el Templo de las Manos Cruzadas.

En el contexto del Perú moderno, posterior al virreinato y la independencia, Plotkin y Zimmermann (2012) explican que los nuevos gobiernos requirieron del conocimiento aportado por las ciencias sociales y sus saberes técnicos para lograr su consolidación e institucionalización. Entre estos conocimientos también se encontraban las ingenierías.

El querer colocar la ingeniería como un «saber profesional» implicó la creación de instituciones especializadas en la formación de estos profesionales, así como espacios laborales para que puedan desenvolverse y utilizar todo su conocimiento adquirido. Sin embargo, estos dos procesos no se dieron de manera simultánea. Resulta que allá por el siglo XIX, la tendencia en gran parte de estos nuevos gobiernos era contratar científicos e ingenieros extranjeros, a los que se les encargaba las obras públicas y exploraciones geográficas. Curiosamente, serían estos mismos personajes los encargados de fundar escuelas y facultades para la formación de ingenieros en el Perú. Entre ellos tenemos al ingeniero polaco Eduardo de Habich.

Según Lizarme (2022), Eduardo de Habich introdujo un modelo francés al país para capacitar a los primeros ingenieros peruanos. En consecuencia, el Estado estableció los primeros cuerpos profesionales y promovió la creación de una escuela para ingenieros nacionales, centrada en la formación de técnicos para la administración pública. Esta institución, actualmente conocida como Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), fue el resultado de estos esfuerzos.

La Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) fue establecida en 1876 por el ingeniero Eduardo de Habich con el nombre de «Escuela de Ingeniería Civil y Minera», la cual anteriormente

era identificada como la «Escuela de Ingeniería». Surgió como respuesta a la necesidad de formar profesionales peruanos aptos para la planificación y ejecución de proyectos en áreas como la industrialización, la minería, la construcción de ferrocarriles, carreteras, puentes, entre otros. Su propósito principal era impulsar el desarrollo del país en sectores específicos.

Debido a que Perú era una nación joven en ese período, el gobierno peruano llevó a cabo diversas actividades con el fin de modernizar e industrializar el país. Esto se evidenció en iniciativas como la expansión de la red ferroviaria, la promoción de la actividad minera y el desarrollo de la infraestructura vial, junto con otros proyectos que fueron efectuados.

Morresi y Vommaro (2011) mencionan en su libro que la formación de un área de especialización, en este caso la ingeniería, no es algo tan simple como un proceso técnico, ya que implica establecer la veracidad del discurso de los expertos, de los instrumentos técnicos utilizados y de los expertos mismos como portadores de ese discurso y conocimiento. Básicamente, validar y demostrar que el conocimiento que están compartiendo es legítimo. En este sentido, la experiencia experta implica intervenir en lo social de manera integral, conectando varios ámbitos para generar consensos sólidos sobre la necesidad y validez de dicho discurso, así como de los dispositivos e instituciones asociados a él.

Más tarde, con la creación del Colegio de Ingenieros del Perú en 1962, se logró finalmente desarrollar y otorgar credibilidad al discurso de la ingeniería como un nuevo saber profesional. Según Lizarme (2022), esto no solo implicó la formulación de un discurso que abogaba por el fortalecimiento de los valores morales y el aprovechamiento de los recursos en el territorio nacional, sino que también proporcionó las

herramientas necesarias para construir una «república científica» y desafiar la hegemonía política de la época.

### ***Ingenieros destacados en la historia del mundo***

ARQUÍMEDES (287 a.C. - 212 a.C.)

Arquímedes fue un matemático, físico e ingeniero griego que vivió en la antigua ciudad de Siracusa en Sicilia. Estudió la geometría, el cálculo y la mecánica. Su famoso principio de Arquímedes estableció los fundamentos de la hidrostática. Una de sus mayores contribuciones a la ingeniería fue el principio que describe la flotación de los objetos en un fluido. Esta es una de sus contribuciones más conocidas y se aplica en el diseño de barcos y estructuras flotantes.

JAMES WATT (1736 – 1819)

Fue un ingeniero e inventor escocés. En 1769, patentó una versión mejorada de la máquina de vapor, que se convirtió en un componente fundamental de la Revolución Industrial. Su modelo permitió la mecanización de la industria y contribuyó al crecimiento económico y tecnológico de la época. Su diseño también revolucionó la eficiencia y el rendimiento de las máquinas de vapor utilizadas en la industria y el transporte.

THOMAS EDISON (1847 – 1931)

Se trató de un inventor y empresario estadounidense. Fundó el laboratorio de invenciones Menlo Park y desarrolló más de mil patentes. Sus contribuciones incluyen la invención de la bombilla eléctrica, el fonógrafo y el sistema eléctrico de distribución de energía. Se destaca la bombilla eléctrica de Edison ya que cambió radicalmente la forma en que se iluminan los espacios y allanó el camino para la electrificación de ciudades y hogares.

NIKOLA TESLA (1856 – 1943)

Nikola Tesla fue un inventor e ingeniero eléctrico de origen serbio. Trabajó en Estados Unidos y es conocido por sus contribuciones a la corriente alterna (CA), el motor de inducción y la transmisión inalámbrica de energía. Trabajó en numerosos campos de la ingeniería eléctrica y dejó un legado duradero.

WERNHER VON BRAUN (1912 – 1977)

Fue un científico e ingeniero alemán que lideró el desarrollo de cohetes y la exploración espacial en la NASA. Trabajó en el programa espacial alemán durante la Segunda Guerra Mundial y más tarde en el programa espacial estadounidense. Cabe mencionar que su liderazgo en el desarrollo del cohete Saturn V, utilizado en el programa Apollo, permitió a la humanidad llegar a la Luna por primera vez en 1969.

LARRY PAGE (1973 – hasta la fecha)

Larry Page, ingeniero de Ciencias de la Computación y empresario estadounidense, cofundó Google en 1998, una compañía que transformó radicalmente la forma en que interactuamos con el mundo digital. En 2015, encabezó la formación de Alphabet Inc. A lo largo de su trayectoria, ha impulsado innovaciones cruciales, incluyendo el desarrollo de Android y la adquisición de YouTube, evidenciando un compromiso con la sostenibilidad y proyectos de vanguardia. Su influencia en la tecnología ha dejado una marca significativa en la sociedad contemporánea.

## ***Ingenieros destacados en la historia del Perú***

EDUARDO JUAN DE HABICH MAUERSBERGER  
(1835–1909)

De origen polaco, este individuo se destacó como ingeniero y matemático antes de obtener la ciudadanía peruana. Desempeñó un papel esencial en el establecimiento de la Escuela Especial de Ingenieros de Construcciones Civiles, conocida hoy como la Universidad Nacional de Ingeniería. Fue su primer director y desplegó una importante labor en varios proyectos y misiones encomendados por el gobierno peruano, como la construcción del ferrocarril de La Oroya y la redacción de un reglamento para el Cuerpo de Ingenieros. Además, participó como miembro fundador de la Sociedad Geográfica de Lima y ocupó la presidencia de la Asociación de Ingenieros. Su contribución resultó fundamental para el inicio del desarrollo de la ingeniería en el Perú, como se ha mencionado previamente en este capítulo.

PEDRO ELEODORO PAULET MOSTAJO (1874 - 1945)

Cursó estudios en la Universidad Nacional de San Agustín y en 1895 recibió una beca del gobierno peruano que le permitió estudiar en La Sorbona (Universidad de París), donde se graduó con honores como Ingeniero Químico. Mostró un gran interés en la investigación de cohetes para viajes espaciales. Además, diseñó un avión torpedo y posteriormente inventó el «motor cohete», que 30 años más tarde sería reconocido por el director de la misión espacial que llegó a la Luna, Wernher Von Braun, quien reconoció a Paulet como un precursor de este invento. La idea de Paulet consistía en utilizar dos combustibles diferentes almacenados en tanques separados, que

solo se mezclaban en la cámara de combustión. Este diseño es el que se utiliza actualmente en los cohetes modernos.

SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO GOMERO  
(1887–1967)

Tras obtener su doctorado en Matemáticas en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y graduarse como ingeniero electricista con especializaciones en Química Industrial y Electroquímica en la Universidad de Grenoble, Francia, este individuo regresó al Perú con una sólida formación y experiencia. Durante su retorno, exploró diversas regiones del país en búsqueda de áreas con alto potencial hidroeléctrico. Participó activamente en los estudios y propuestas para el desarrollo de centrales hidroeléctricas en el Cañón del Pato (río Santa), Macchu Picchu (río Urubamba) y Mantaro (río Mantaro). La última de estas centrales fue rebautizada como Central Hidroeléctrica Santiago Antúnez de Mayolo en honor a este destacado ingeniero. Además de su destacada labor en la ingeniería eléctrica, también fue un pionero en la física moderna. En su investigación titulada *Hipótesis sobre la constitución de la materia* de 1924, propuso la existencia de un elemento neutro, un descubrimiento que precedió al hallazgo del neutrón por 8 años.

FEDERICO VILLARREAL VILLARREAL (1850–1923)

Obtuvo su doctorado en Matemáticas en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y se graduó como ingeniero civil en 1884, seguido de su titulación como ingeniero de minas en 1886 en la Escuela de Ingenieros, conocida hoy como la Universidad Nacional de Ingeniería. Destacó ampliamente en el campo de las ciencias y las matemáticas, con una prolífica producción científica, que incluye más de 600 artícu-

los publicados. Además de sus logros académicos, desempeñó labores profesionales propias de la ingeniería y publicó varios trabajos notables, como *Viga empotrada en dos extremos y Deformación de las vigas sometidas a flexión*. Jugó un papel crucial en la implementación del Cuerpo Técnico de Tasaciones en 1891, donde estableció normativas relacionadas con unidades de peso y medida, materiales de construcción y medidas de terreno. Sin duda, uno de sus mayores logros fue el desarrollo de un método que permitía elevar un polinomio a cualquier potencia, conocido como el «Polinomio de Villarreal». Como señaló Basadre (2005): «Villarreal destacó con sus contribuciones la ciencia peruana a finales del siglo XIX y principios del XX».

#### JULIO KUROIWA HORIUCHI (1936–2019)

Se graduó como el mejor estudiante de su promoción en Ingeniería Civil en la Universidad Nacional de Ingeniería en 1961. Posteriormente, continuó sus estudios de posgrado en el Instituto Internacional de Sismología e Ingeniería Sísmica en Japón y en Caltech en California. Al regresar al Perú, jugó un papel clave en la introducción y el fomento del curso de sismología en las universidades del país. Su contribución a la ingeniería se centra en el estudio y la reducción de riesgos relacionados con desastres naturales y causados por el hombre. Realizó una variedad de trabajos, incluyendo el diseño de edificios resistentes a los terremotos y la reparación y refuerzo de estructuras de concreto armado y albañilería. Participó en estudios de riesgo en proyectos importantes, como el reactor nuclear experimental de Huarangal y la línea 2 del Metro de Lima. Su destacada labor ha sido reconocida por varias organizaciones, incluyendo el Centro Biográfico Internacional de Cambridge en el Reino Unido y el Instituto Biográfico de los Estados Unidos, quienes lo han incluido entre los cien científicos

más destacados y los quinientos líderes más influyentes a nivel mundial en el campo de la prevención de desastres.

En las últimas 2 secciones se han presentado una gran cantidad de ingenieros que no solo destacaron en sus ámbitos, sino que además usaron sus conocimientos para poder revolucionar el mundo, con sus ideas novedosas e inventos.

### ***El ingeniero del futuro***

La preocupación por lo que sucederá en el futuro es algo que se vive en nuestros tiempos y resulta común entre los habitantes de nuestra sociedad. De hecho, los intentos por anticipar el futuro no son algo nuevo. En todas las sociedades siempre ha habido la intención de explorar el futuro, ejemplo de esto son los videntes, profetas, chamanes, oráculos, etc.

Los ingenieros, como agentes de cambio, suelen preocuparse por cómo actuar, qué hacer y cómo formarse en el futuro. Como hemos mencionado anteriormente, la ingeniería se encuentra muy relacionada con la tecnología, por lo que debemos tener en cuenta que en el futuro la tecnología será aún más avanzada y estará más que presente en nuestra sociedad. De hecho, se puede encontrar en cada lugar al que vayamos. Esto es algo que ya sucede en la actualidad así que usted podría imaginarse como sería de aquí en unos cincuenta años.

Al tratarse del futuro es algo lógico imaginar que la tecnología también habrá evolucionado, por lo que los ingenieros deberán demostrar grandes habilidades técnicas. En la actualidad, es importante proporcionar a los estudiantes jóvenes habilidades a nivel global, como la competencia en múltiples idiomas, comprensión de los tratados internacionales y conocimiento sobre organismos internacionales.

Asimismo, la ética constituye otro aspecto crucial. Esto se debe a que las decisiones de los ingenieros, en todas las disciplinas, tendrán un impacto cada vez más significativo, con repercusiones de gran alcance en el porvenir de la sociedad. Por ende, los ingenieros del futuro deben adquirir la capacidad de dominar las nuevas tecnologías y de priorizar la dignidad humana sobre la innovación. Necesitamos que estén conscientes de su responsabilidad hacia la sociedad.

Valencia (1999) identifica una serie de características esenciales para los ingenieros del futuro. Entre estas se encuentran habilidades como el trabajo en equipo, liderazgo, aprendizaje activo, competencias comunicativas y búsqueda de la mejora continua, así como una comprensión de los impactos sociales, económicos y ambientales en la toma de decisiones. Además, señala la importancia de que los futuros ingenieros posean dichas cualidades, considerando que el número de ingenieros en el mundo se duplica cada década. Por lo tanto, es fundamental ser más competitivo y estar preparado para enfrentar las nuevas demandas que puedan surgir con el tiempo. Además, destaca la importancia crítica que los ingenieros futuros posean estas cualidades, dado que el número de ingenieros en el mundo se duplica cada década. En consecuencia, se vuelve imperativo ser más competitivo y capaz de abordar las nuevas demandas que surjan en el tiempo.

En resumen, la innovación emerge como un elemento fundamental, exigiendo que el ingeniero del futuro sea aún más creativo y hábil en la gestión de la tecnología cada vez más avanzada. Esto implica mantenerse actualizado y evolucionar en sincronía con el progreso tecnológico, ya que los ingenieros desempeñan un papel crucial como «agentes de cambio de la civilización».

***Preguntas de reflexión***

1. Después de leer este capítulo, ¿cómo describiría usted el concepto de ingeniería?
2. ¿Cuál es el objetivo primordial de la ingeniería?
3. ¿Cuándo se inició aproximadamente la ingeniería?
4. ¿Cuál podría ser considerado como el primer ejemplo de ingeniería en el Perú?
5. En su opinión, ¿cuál fue la importancia del ingeniero polaco Eduardo de Habich en la historia de la ingeniería en el Perú?
6. ¿Bajo qué nombre fue establecida la Universidad Nacional de Ingeniería?
7. De entre todos los ingenieros destacados en la historia mundial, ¿Quién considera usted como el más relevante y por qué?
8. De entre todos los ingenieros destacados en la historia del Perú, ¿quién considera usted como el más relevante y por qué?
9. ¿Cuál es la relación entre la ingeniería y la tecnología, y cómo se manifiesta esto en la actualidad?
10. ¿Cuáles considera usted que deben ser las cualidades fundamentales del ingeniero del futuro?

# Capítulo 4

## *Reflexión acerca de la historia de la ingeniería*<sup>9</sup>

La historia de la ingeniería se relaciona con la de la tecnología en general. Veremos este desarrollo desde la época antigua y medieval hasta nuestros días y nos daremos cuenta de que la tecnología y la ingeniería no siempre han tenido el rango y la importancia de la que hoy gozan. De hecho, la técnica ha existido antes que la ciencia. Su utilidad era innegable, pero para los filósofos griegos lo teórico era superior a lo práctico. En la época medieval, esto irá variando pues la técnica tendrá cada vez más valoración hasta que aparezca consolidada bajo la forma de la ingeniería. En el Renacimiento, la ingeniería ocupará un lugar protagónico y será incluida como parte de los estudios profesionales. El prestigio de esta profesión irá creciendo conforme avance la época moderna. Finalmente, en el siglo XX, la globalización se consolidará con aquella ingeniería involucrada con los procesos de comunicación que dará lugar a la computadora, al celular, al satélite, a la televisión por cable, etc. Así, el control del mundo será posible mediante la intercomunicación global y este desarrollo tecnocientífico de la

---

9. Este texto de Rafael Félix Mora Ramirez fue expuesto en el Congreso internacional de «Filosofía Justicia, Reconocimiento y Paz» de Cartagena, Colombia, del 2023. En esta oportunidad se le hacen algunos cambios y añadidos.

mano de los ingenieros posibilitará la globalización y, también, en consecuencia, la búsqueda de la imposición de una sola y única forma de pensar, la misma que ha permitido que todos en el mundo sepan de la existencia de los demás de modo simultáneo.

### *Ingeniería primitiva*

El ser humano desde que anda sobre la tierra ha desarrollado habilidades ingenieriles en un sentido muy lato. El diseño de instrumentos, así como la construcción de monumentos, es un indicador de ello. Escriben Cuevas, Amarilla, Meza y Corvalán:

«La Ingeniería, nace junto con el hombre y se remonta a 20.000 años antes de la era cristiana. Los hombres primitivos se caracterizaron por investigar: el Homo Sapiens (el hombre que sabe) y por construir: el Homo Faber (el hombre que hace) para satisfacer una necesidad. Para ello utilizó procedimientos rudimentarios, con una concepción ingenieril: inventando el hacha de sílex (piedra pulida), y el punzón de hueso; ya sea para conseguir sus alimentos o como armas de defensa, contra los predadores; y descubre el fuego por el rozamiento del pedernal. En esta etapa realizó construcciones elementales: Dolmens o megalitos (en bretón: mesa grande de piedra), un monumento funerario, consistente en varias losas clavadas en la tierra en posición vertical y una o más losas, apoyadas sobre ellas en posición horizontal; ejemplo de ello es el dolmen de Poulnabrone, condado de Clare, Irlanda, verdadero inicio de la construcción ingenieril» (Cuevas y otros 2019: 16).

Por ende, se puede afirmar que, en tiempo prehistórico, el hombre se valió de su ingenio para sobrevivir ante condiciones agrestes. En ese sentido, los ingenieros primitivos estaban involucradas con actividades necesarias para la época y el contexto como la pesca, la caza, la agricultura, el transporte, etc. (Serna 2009).

## ***Época Antigua***

El concepto de ingeniería se desarrolla gradualmente, evidenciando su necesidad y su relación con las grandes inversiones conforme se construyen las ciudades a lo largo de la historia. Por lo tanto, se puede hablar de ingenieros en Egipto, Mesopotamia, India, China, entre otros lugares. De hecho, algunos personajes históricos destacan por su gran destreza para la construcción. Este es el caso de Imhotep en Egipto, quien construyó una pirámide de peldaño en la ciudad de Saqqab (Valencia 2000). Asimismo, Qin Shi Huangdi es reconocido pues bajo su gobierno se edificó la Gran Muralla China (García 2010). Incluso, Nabucodonosor es recordado por mandar a edificar los jardines colgantes de Babilonia como un regalo a su esposa Amytis (Cuevas y otros 2019).

Grecia también destacó por sus grandes construcciones y también por el diseño de grandes embarcaciones con las cuales combatieron a los persas. En este sentido, destaca Pytheos (primer ingeniero griego) quien construyó el museo de Halicarnaso. Asimismo, en cuanto a la navegación, Dinócrates diseñó los planes y Sostratus llegó a edificar el faro de Alejandría. También, se debe mencionar a Arquímedes quien, entre otros inventos, creó un tornillo sin fin para extraer agua de las profundidades. Finalmente, Herón inventó la Eolípila, que se basa en la energía cinética del vapor de agua (Cuevas y otros 2019). En esta época, particularmente en Grecia, a pesar de que se estaban dando los primeros pasos de la ciencia y la tecnología, los pensadores más notables ya tenían opiniones al respecto. Por un lado, Platón (427-347 a.C.) había establecido una distinción a favor del conocimiento teórico abstracto frente a la actividad manual basada en la práctica. Recordemos que, para él, el conocimiento más noble era el epistémico (o teórico) que

aludía a la verdad eterna de la realidad del mundo de las ideas, mientras que la opinión, al ser variable e inestable, hacía menos excelente y valiosa la vida del hombre. De ahí su desprecio por los artesanos (antecesores de los ingenieros) y los poetas que solo enseñan a creer en apariencias y no en verdades puras. Por ejemplo, para Platón, el artesano que diseña un caballo de madera solo nos aleja de la verdadera esencia de las cosas, pues si los caballos materiales nos alejan de la idea de caballo, el caballo de madera nos aleja el doble.

Por otro lado, Aristóteles (384-322 a.C.) pensaba que el conocimiento científico (o teórico) era deseable por sí mismo, mientras que la técnica (o tecnología o ingeniería) era solo un medio para satisfacer necesidades humanas y, en ese sentido, era inferior. Incluso, según el Estagirita, la ciencia, que es más elevada, se distingue de la técnica porque, en primer lugar, es más completa y exacta que la técnica, y así es susceptible de poder expresarse didácticamente en un lenguaje listo para ser enseñado. En segundo lugar, la naturaleza de sus objetos es diferente. La ciencia trata de los fenómenos que existen; la técnica, en cambio, concierne esencialmente al diseño y a la transformación, en la medida que pretende producir artefactos que aún no existen. De este modo, para Aristóteles, la tecnología tan solo se relaciona con los objetos creados artificialmente.

Los romanos, si bien destacan por la gran mejora de sus construcciones, no aportan algo realmente nuevo, sin embargo, las ciudades romanas de antaño no tienen nada que envidiarle a las actuales pues estas gozaban de sistemas de alcantarillado, suministro constante de agua, calefacción, calles con pavimento, mercados donde se vendía carne y pescados, baños públicos, etc. Destaca Vitrubio, cuyo libro *De Architectura* contenía todo

lo respectivo a materiales, métodos de construcción, diseño y planificación urbana, hidráulica y mediciones (Valencia 1997).

### ***Época Medieval***

De acuerdo con Harvey (1970), lo principal en la Edad Media fue la construcción de una civilización que basó sus logros en fuerzas no humanas (como la fuerza hidráulica, el viento y el caballo). En lo que respecta a la ingeniería, se debe indicar que, de hecho, durante este periodo se inició el uso de la palabra ingeniero. Se sabe que por 1200 d.C. un *ingeniator* operaba un ingenio, máquina hoy conocida como catapulta y que se usaba en las guerras. La complejidad en la construcción aumentó de la mano del cristianismo, representado por las catedrales góticas y el islamismo, representado por las mezquitas de los moros. Durante esta época se construyeron vías, puentes, diques, canales, túneles, puertos, muelles, etc.

Ahora bien, la opinión de los intelectuales al respecto fue variando. La concepción de la *téchne* de la filosofía antigua se extendió hasta el Medioevo, pero se fue debilitando de forma paulatina. La discusión filosófica de la *téchne*, *ars* en latín, se centró ahora en el lugar de las artes mecánicas o técnicas en la jerarquía de los saberes. A pesar de que en esta época aún se considera la actividad técnica como una ocupación menor, en el Medioevo se reconoce a las artes o técnicas o ingenierías como algo valioso. Ya en el siglo XIII el trabajo manual deja de ser considerado una labor exclusiva de esclavos o siervos, pasando a ser una actividad humana decente, esto es, un oficio. Según Tomás de Aquino (1224/5–1274), el hombre posee de modo natural la razón y las manos que son el órgano de los órganos, ya que por ellas puede preparar variedad infinita de instrumentos para diversos fines. Es innegable que los ingenieros se

ocupan del diseño y la mejora de los aparatos y sistemas tecnológicos y, desde ese punto de vista, representan las «manos» o la «fuerza» o el «trabajo pesado» en relación con las actividades humanas.

Agustín de Hipona (354-430) y Tomás de Aquino no menosprecian el trabajo manual, pero continúan aceptando la división tradicional entre las artes liberales (*trivium*: gramática, dialéctica y retórica; y *quadrivium*: aritmética, geometría, astronomía y música) y las artes serviles (*ars victuaria*, para alimentar a las personas; *lanificaria*, para vestirlas; *architectura*, para proporcionarles vivienda; *suffragatoria*, para los medios de transporte; *medicinaria*, que se ocupa de curar; *negotiatoria*, para el comercio; y *militaria*, para la defensa), una estructura heredada de la filosofía de Platón y Aristóteles.

Las artes mecánicas o serviles (relacionadas a las futuras ingenierías) contrastan con las artes liberales, porque en las segundas se hace uso de la razón, mientras que en las primeras se usa el cuerpo. Ahora bien, las artes mecánicas siguen siendo consideradas de insuficiente dignidad para merecer la inclusión en los conocimientos que deben ser aprendidos de modo necesario. Por ende, la inclusión de los saberes técnicos en las artes liberales haría posible que se conociese y valorase de mejor forma las actividades desarrolladas por los artesanos, que son los antecesores del ingeniero actual (Arancibia y Verdugo 2012).

### ***Época Moderna***

La profesión del ingeniero se fue configurando fuera de las universidades. Los ingenieros antiguos eran los artesanos, los mismos que construían molinos, los albañiles, los herreros, etc. En relación con la guerra, el oficio del ingeniero fue tomando mayor protagonismo porque fue responsable de fabricación

de armas de guerra, puentes y caminos. Entre los italianos resaltan los nombres de Leonardo da Vinci (1452-1519), reconocido, ingeniero, inventor y arquitecto, y también Galileo Galilei (1564-1642), padre de la ciencia moderna y responsable directo de la cuantitativización científica.

Entre la intelectualidad del Renacimiento, podemos mencionar a Francis Bacon (1561-1626) quien con su empirismo defendió que el conocimiento para manipular las cosas materiales era más útil para el progreso social que el saber abstracto (su frase que resalta de modo inequívoco es «Saber es poder»). Es decir, buscar lo aplicable era más digno que buscar lo teórico.

Notemos la oposición flagrante que muestra con Platón. Dice Bacon: «No hay para las ciencias otro objeto verdadero y legítimo que el de dotar a la vida humana de descubrimientos y recursos nuevos» (1979: 72). Asimismo, en su otra obra *La nueva Atlántida*, Bacon va a sostener una utopía de vida civilizada alternativa en la que la ciencia nos proporcionará poder benefactor y bienestar material. Bacon, preocupado con el porvenir de la ciencia y sus posibilidades futuras, orientará su interés hacia la conquista de la naturaleza por el hombre. Esta concepción de la tecnología y de lo práctico les permitió a los ingenieros gozar de mejor reputación social, la misma que ocupó un lugar intermedio entre el estatus de la pequeña aristocracia y el del trabajador manual.

En la época moderna, la ciencia, luego de ofrecer tenaz oposición a la Inquisición (que convirtió en mártires a Giordano Bruno y Miguel Servet, entre otros) impulsará, de la mano de la tecnología y la ingeniería, el progreso de la humanidad hasta límites desconocidos. Sus grandes impulsores fueron conocidos: Torricelli, Pascal, Fermat, Boyle, Hooke, Huygens y

Newton. Los aportes de estos genios, en alianza con los técnicos e ingenieros, harán posible la primera revolución industrial representada por la máquina de vapor. Esta máquina producida por Watt, Newcomen y Savery desencadenó la existencia de barcos de vapor y ferrocarriles, que han sido de gran ayuda para la economía mundial.

Acabando el siglo XVIII, la ingeniería fue un oficio consistente en un conjunto de destrezas manuales y habilidades mecánicas transmitidas de modo informal. Esto fue cambiando con el tiempo y la ingeniería se fue incorporando a algunos programas de estudios universitarios en Europa y así la ingeniería se fue acercando a los científicos puros. Este fue un encuentro feliz que propició beneficiosas relaciones tanto para la ciencia como para la tecnología. De este modo, la ingeniería se encontró por fin al mismo nivel de relevancia social que la medicina o el derecho. Hoy en día los ingenieros, si bien ya tienen un logro y merecido estatus, poseen una dualidad interesante. Los ingenieros son empresarios y administradores y, al mismo tiempo, poseen los conocimientos prácticos del trabajador (Dettmer 2003). No obstante, la historia no acaba, pues nos toca mencionar la siguiente revolución industrial caracterizada por el uso de la electricidad.

### ***Actualidad: desarrollo tecnológico y la globalización***

Sin duda, el ascenso de los ingenieros fue ganado a pulso por ellos mismos, a pesar del inicial desprecio que sentían por esta profesión los intelectuales de antaño. Sus obras y proyectos hicieron posible que la vida humana fuera haciéndose más cómoda y esto fue reconocido por la misma sociedad. Hoy en día, la tecnología está más presente que nunca en casi todos nuestros intercambios y eso es debido en parte

a la globalización. En ese sentido, lo que queremos averiguar es qué pasó después de que le fuera reconocido su valor a los tecnólogos. En lo que sigue, explicaremos al detalle el proceso por el cual el desarrollo tecnológico se exponenció al mismo tiempo que acaeció la globalización.

La segunda revolución industrial, que buscaba utilizar la electricidad de modo no peligroso para el hombre, fue definitiva para entender lo que hoy estamos viviendo. Así, es preciso mencionar a Volta, quien inventó la pila eléctrica; Alva Edison, quien inventó el fonógrafo y la bombilla eléctrica; Morse, quien inventó el telégrafo eléctrico; Tesla, inventor del sistema de corriente alterna; Ford, quien masifica el automóvil (Cuevas y otros 2019).

Actualmente, estamos en plena tercera revolución industrial (y quizás entrando a una cuarta etapa si consideramos el importante factor de la inteligencia artificial). Esta época se caracteriza por el uso de componentes para controlar la electricidad. De nuevo, los genios responsables de esta revolución no se pueden omitir. Así, destacan Lee De Forest, inventor del tríodo que sirve para amplificar todo tipo de señales tales como audio, radio y TV; Faraday crea el motor eléctrico que se usa incluso en los actuales electrodomésticos; y Kilby inventa el microchip, entre otros.

Ahora bien, dado que la innovación tecnológica y el conocimiento tienen hoy más que nunca un papel esencial en el desarrollo económico de las naciones, se hace necesario realizar estudios sobre el cambio tecnológico y las revoluciones industriales. Escribe Jiménez:

«Desde mediados del siglo XX hasta la actualidad, las principales tecnologías para las telecomunicaciones son la fibra óptica, tecnología digital, satélites geoestacionarios y de órbita baja, entre otras (...). Desde

mediados del siglo XX, la electrónica se convirtió en parte intrínseca de las telecomunicaciones modernas, creando un sin fin de elementos como interruptores, resistencias, aislantes y transformadores que fueron interconectados con tubos de vacío para producir completos sistemas de comunicaciones» (2013: 128-129).

A partir de esto se hará posible maximizar el desarrollo de las comunicaciones a través de las televisiones y los radios. Sin embargo, el tamaño no favorecía el funcionamiento del computador. Por ende, fue necesario reducirlo hasta su mínima expresión y así nació el transistor en 1947 en los Laboratorios Bell de Estados Unidos. Este hallazgo motivó el desarrollo de los sistemas telefónicos. La carrera por la miniaturización había empezado: «Para 1958, la electrónica se transformó realmente en microelectrónica con la creación del circuito integrado cuyo objetivo principal fue la integración a escala. Un circuito integrado normal consta de una pequeña placa de tamaño variable cuyo estándar es de aproximadamente 25,41 mm por 12,7 mm y contiene millares de circuitos elementales y transistores» (Jiménez 2013: 129).

De doce circuitos integrados en un chip de silicio en 1960 se llegó a fines de la década de los 70 a cincuenta mil circuitos lógicos, denominados digitales, que son utilizados en las modernas computadoras. De hecho, la microelectrónica y la computación han tenido desarrollos paralelos:

«A principios de la década de los setenta del siglo XX, las comunicaciones y la computación eran todavía actividades separadas. Empero, gracias a la conversión digital de los sistemas de telecomunicaciones y los adelantos de la microelectrónica, la convergencia de la computación y las telecomunicaciones fue posible. Así, a través de un equipo de almacenamiento y procesamiento (computación), además de un equipo de transmisión de datos (telecomunicaciones) y empleando un mismo idioma a través de códigos binarios (que es el lenguaje universal que ha posibilitado la convergencia de voz, imágenes e información en una sola

red) se ha hecho estrecha la interrelación de diversas industrias como la radiodifusión, electrónica y telecomunicaciones» (Jiménez 2013: 130).

Los sistemas digitales basados en un lenguaje binario han hecho posible que, tanto los servicios de información como las señales telefónicas y televisivas, se convirtieran en señales idénticas. La microelectrónica permitió que los microprocesadores con capacidad de memoria se instalasen en las centrales telefónicas y en los computadores. En los años 80, el uso de redes de bases de datos se generalizó y, con ello, se accedió de forma barata a la información. Esto lo desarrollaron intensamente Japón, Inglaterra, Estados Unidos, Francia y Alemania. Según Jiménez:

«En este ámbito, la computadora ha evolucionado hasta convertirse hoy en día, no sólo en un dispositivo de procesamiento de información y almacenamiento, sino también en un medio propiamente de comunicación. El caso de Internet es uno de los más ilustrativos de la capacidad de interacción que se ha obtenido por la utilización de la capacidad de cómputo y las redes de telecomunicaciones. También el desarrollo de las redes telemáticas ha influido en la evolución de las telecomunicaciones» (2013: 131).

Las redes telemáticas, que incorporan tanto telecomunicaciones como televisión y computación, posibilitan el manejo de información de modo masivo sin interesar las fronteras. Así, apareció el fax, el videotexto, el correo electrónico, las redes y los bancos de datos, las teleconferencias, la transferencia electrónica de fondos, la telemedicina, etc. Escribe Jiménez: «En los últimos años, la modernización de las telecomunicaciones y del sistema telefónico avanza a grandes pasos también gracias a la explotación tecnológica de las microondas y las fibras ópticas» (2013: 132).

El uso de microondas se ha vuelto común pues es la base para las comunicaciones vía satélite y la radiotelefonía

móvil celular. La idea de lanzar un satélite (que se posicionara a 35 900 kilómetros y que orbitara con la Tierra), propuesta por Arthur Clarke en 1945, fue útil para lograr la radiocomunicación entre varios puntos de la superficie. Esta idea se puso en práctica a partir de 1957. Estos sistemas satelitales permiten acortar el tiempo de instalación de las redes terrestres para transmisiones internacionales a nivel global.

Las primeras redes móviles celulares de comunicaciones también fueron importantes en esta etapa de la historia. Esto permitió maximizar la transmisión de datos, el videotexto y los faxes. De acuerdo con Jiménez:

«Los primeros estudios sobre fibras ópticas se llevaron a cabo a mediados de los años sesenta del siglo XX, en el laboratorio de la Standard Telecommunications de ITT en Inglaterra, donde C. K. Kao y G.A. Hockham postularon que las ondas de luz se podían guiar y conducir por vidrio. En otras palabras, se podían guiar por fibra óptica, donde la luz que ingresa por un extremo de un hilo se refleja repetidamente en las paredes de la fibra, igual que si se transmitiera por una tubería» (2013: 133-134).

Esta idea fue llevada a cabo en 1970. Estas fibras ópticas maximizan la capacidad de transmisión y se usan principalmente para la televisión por cable e Internet. Estamos ante la tercera revolución industrial, la misma que se basa en el transistor que hunde sus raíces en la teoría de la relatividad y en la mecánica cuántica, y que sirve para la física de semiconductores y la física de estado sólido.

«Las comunicaciones y la computación, como se ha expresado precedentemente, son el motor de la globalización y fueron sus causas posibilitadoras. Los componentes electrónicos miniaturizados y de alta capacidad de operación, han permitido el desarrollo de todo tipo de equipos, instrumentos, aparatos, herramientas y sistemas que hacen parte de los desarrollos tecnológicos e innovaciones que transitan por el mundo y que además dinamizan fuertemente la economía global. Así, la

automatización cambió para siempre la producción industrial y facilitó la disminución de costos y, por consiguiente, el acceso de más gente a más productos en todo el mundo. En síntesis, se puede expresar, en general, que el sector de las TICs y la Electrónica, Telecomunicaciones e Informática (ETI), constituyen hoy en día un pilar fundamental de la expansión planetaria del proceso de globalización en sus diversas dimensiones» (Jiménez 2013: 135).

De todo lo anterior, podemos concluir que la globalización es consecuencia directa del desarrollo de la tecnología, en especial de la microelectrónica, la robótica, la biotecnología, la reingeniería y las relacionadas con la información y comunicación (TICS). La globalización es un proceso complejo que posee múltiples dimensiones (tales como la política, la económica y la social). Abarca a todo el planeta, aunque no del mismo modo.

A raíz de la desaparición de la Unión Soviética en 1991 y el desarrollo de las comunicaciones y la información basados en el concepto de innovación tecnológica, la globalización se ha hecho cada vez más patente. Evidentemente, este proceso mundial también repercute en las economías, específicamente, en el comercio y la producción de todos los países. En principio, las corporaciones transnacionales van ganando poder al mismo tiempo que va disminuyendo el poder del Estado-Nación.

La tercera ola de la revolución industrial se dio con la electricidad y los procesos de urbanización que favoreció. Esto permitió la creación de organizaciones mundiales tales como el Fondo Monetario Internacional en 1944, el Banco Mundial en el mismo año y la Organización Mundial del Comercio en 1995. En el siglo XX, el capitalismo ya se ha repartido eficientemente por el mundo. Según Bravo: «La innovación en ordenadores y en las telecomunicaciones estimularon la integración económica internacional, redujeron los costos del comercio y de la inversión económica y los de la supervisión a distancia» (2012: 547).

Es evidente lo relevante de la revolución científico-tecnológica del transistor y el desarrollo de las TICS. Esto ha implicado especialización por parte de los países del globo. Por este motivo, hoy existen países que se dedican a la producción de materias primas porque sus niveles educativos son bajos y otros que producen tecnología debido a que su nivel de especialización profesional es muy alto. Esta inequidad esencial produce tensiones internas en los países donde no hay reconcentración económica. La globalización incrementa la asimetría entre los países desarrollados y aquellos que están en vías de desarrollo. Pero esos no son los únicos problemas que la tecnología y la globalización han causado.

### ***Conclusión***

Se dice que lo esencial para ganar una guerra es el manejo de la información mediante la comunicación. Es curioso que, aquello en lo que el hombre ha depositado sus energías, ha sido la conquista de la comunicación.

La ingeniería, antes vista como una vil e inferior servidora del ámbito teórico, es clave para entender el punto histórico al cual hemos llegado. De construir caminos a mejorar máquinas que sirvan a propósitos humanos, los ingenieros han mostrado lo útiles y esenciales que son para aquel país que busque el progreso económico. Sin embargo, la búsqueda de aquella energía, que pueda servir para poder hacer más fácil y llevadera la vida humana, en algún momento se abandonó. El recorrido histórico indica que, después de la segunda revolución con el descubrimiento de la electricidad, el ser humano se ha dedicado a profundizar en el estudio y el uso de esta forma de energía.

Principalmente, la investigación acerca de la electricidad ha servido para impactar de modo profundo en el área de las comunicaciones que, a nivel planetario, lleva el rimbombante nombre de globalización. De este modo, se invita a todos los países a formar parte de la aldea global interesada en comunicar y así ver quien, finalmente, logra controlar el imperio de la información.

Incluso, se puede medir el progreso de un país dependiendo de qué tanto este relacionado globalmente con los demás países del mundo. De este modo, el crecimiento auténtico y propio de cada zona del mundo se ha visto invadido por esta forma de tecnología desarrollada por ingenieros con el fin de intercomunicar la humanidad. La globalización ha permitido controlar todos los procesos productivos a nivel planetario. De ese modo, se ha consolidado la idea de que hay países que deben solo dedicarse a producir materias primas y otros que pueden solo dedicarse a desarrollar la tecnología.

Sin saberlo, cada país del mundo que acepta los regalos de la tercera revolución industrial, bajo las formas de radio, televisión, computadora, satélite, internet y demás, pierde su intimidad y se ve obligado a informar continuamente a los demás acerca de lo que ocurre dentro suyo, porque de lo contrario, al esconder información, no estaría cooperando con el progreso de la humanidad.

Pues bien, como se sabe, lo esencial en una guerra es la información y en este caso, en plena globalización, estamos en una guerra donde el conocer los indicadores de cada país del mundo permite a las grandes empresas transnacionales, con la complicidad de sus gobiernos, invadir económica y mercantilmente todas las sociedades que deseen. La idea detrás de tanto progreso siempre ha sido maximizar los beneficios y reducir

los costos. Por ende, el país que decida proteger su industria nacional de los grandes comercios extranjeros será tachado de retrógrado o de antimoderno. Así se diseña una única forma de progreso: el capitalismo.

***Preguntas de reflexión***

1. ¿Qué papel ha desempeñado la ingeniería en la construcción de la llamada «aldea global» y cómo ha contribuido a la creación de redes de sociedades en todo el mundo?
2. ¿Qué desafíos éticos y sociales plantea el desarrollo tecnológico y la globalización para la distribución del poder y la información?
3. ¿Cuáles son los principales impulsores y beneficios de la globalización desde una perspectiva tecnológica?
4. ¿Cómo ocurre el proceso de convergencia de las computadoras y las telecomunicaciones y qué impacto tiene en la sociedad moderna?
5. ¿Cuáles fueron las opiniones de filósofos griegos tales como Platón y Aristóteles sobre la importancia de la tecnología frente a otros tipos de conocimiento?
6. ¿Qué papel jugó la ingeniería en la Edad Media y cómo se desarrolló su reconocimiento social y académico?
7. ¿Cómo cambiaron las percepciones sobre la ingeniería durante el Renacimiento y cómo influyeron en este proceso figuras como Leonardo da Vinci y Francis Bacon?
8. ¿Qué impacto tuvo la Segunda Revolución Industrial en el desarrollo de la ingeniería y cómo contribuyó a la globalización?
9. ¿Cuáles son los principales avances tecnológicos y científicos que caracterizaron la Tercera Revolución Industrial y cómo han afectado las comunicaciones y la economía mundial?

10. ¿Qué impacto tuvo la globalización en términos de asimetrías económicas entre países desarrollados y países en desarrollo?

## Capítulo 5

### ¿Qué es la ética?<sup>10</sup>

Muchas veces los estudiantes de ingeniería no entienden por qué se les enseñan cursos de ética o filosofía política. Ellos están más abocados a temas concretos relacionados con las matemáticas y la calidad de los materiales que usarán en sus futuros proyectos. En ese sentido, en este capítulo se busca explicar la ética para que los estudiantes de ingeniería comprendan su valor y también las posibilidades de su aplicación.

El étimo de la voz que se trata es *ethos*, vocablo helénico que significa *carácter*. No es de extrañar, como mencionó el filósofo español Gustavo Bueno (2009), que su uso en la vida cotidiana tenga un sentido vago y se confunda con el término *moral* dada la similitud etimológica. *Mos*, *moris* es la dicción latina que precede a *moral* y que significó *costumbres* y, posteriormente, *carácter* o *forma de ser*. La ética es una disciplina de la filosofía cuyo *leitmotiv* son los principios morales. Algunos autores la describen como el constructo de la moral y otros, como Bueno, no están de acuerdo con dicha definición. Entiéndase a la moral como una guía de conducta y a la ética como la que cuestiona el adoctrinamiento basado en ella. Es por ello que, cuando los filósofos tratan problemas relativos al bien, al deber,

---

10. Este libro en su totalidad ha sido revisado por Luis Farid Valentin Ponce. Sin embargo, este capítulo, particularmente, es de su entera creación.

a la virtud o a los vicios, realizan cuestionamientos éticos y no morales. Por su parte, ciencias como la antropología o sociología podrían describir las creencias y opiniones morales que sostienen a un grupo determinado; pero la ética busca justificaciones razonables de dichas opiniones y cómo llegar a ellas.

En la relación de un agente con el ambiente que lo rodea, se deben establecer normas de convivencia donde las decisiones que se tomen, ya sea por él o por los individuos en dicho ambiente, sean óptimas y permitan elevar la calidad humana de quien decide. Esas normas constituyen la moral y van a depender del ambiente o sociedad en que se encuentre un individuo, además, influirán en ellas también el tiempo en que se desarrollen. Con la evolución de la humanidad, esta acordó, verbigracia, que el asesinato no es la mejor solución en determinados problemas y fueron los hechos quienes probaron esta afirmación. Afirma con razón Chávez y Carbajal: «Con frecuencia, el desacuerdo que parece ser acerca de temas morales resulta ser un desacuerdo acerca de los hechos relevantes» (2014: 37).

Uno debe ser valiente para ser ético, ya que serlo requiere contradecir aquello que desde pequeños se nos ha inculcado a nivel moral, vale decir, buscar una argumentación para las normas que regulan nuestra conducta, las mismas que nos resultan útiles cuando nos toca elegir entre lo bueno y lo malo.

Gustavo Bueno resaltó en una entrevista que definir la ética como tratado de la moral es peligroso, porque sugiere que solo los profesores de ética o autores de obras de ética son los únicos privilegiados que a ciencia cierta tienen conciencia de ella. En su lugar, propuso una definición de ética y una distinción de la moral que versan como sigue: «[...]La ética la definimos entonces como el conjunto de normas que tienen por objeto salvaguardar, fortalecer y preservar la vida de los individuos

corpóreos, mientras que la moral tiene por objeto salvaguardar y proteger la vida del grupo como tal grupo» (2009: 7 y 13).

Lo anterior significa que, mientras que la reflexión ética es una reflexión desarrollada a nivel individual, la moral es asunto más colectivo pues involucra la salvaguarda de la integridad del grupo.

### ***¿Por qué es importante la ética?***

De acuerdo con Polo (2003), no llevar una vida ética nos condena a vivir sometidos al poder económico y político, que son dos maneras de distorsionar las actividades profesionales entre otras actividades de índole social. Además, destaca tres aspectos de contenido ético que siempre estarán vinculados a la vida profesional: lo social, lo económico y lo personal.

Por tanto, se entiende que la transmisión y aplicación de información objetiva que se da en el ejercicio profesional no es suficiente, ya que el saber asociado a la práctica de alguna profesión, según Bolívar (2005), es una fusión *ineludible* de aspectos cognoscitivos, morales y habilidades prácticas. De ello se colige que los institutos de educación superior o universidades son responsables en gran medida del compromiso moral de los discentes para con su futuro ejercicio profesional.

¿Cuáles son los riesgos de no actuar éticamente en nuestra profesión? Dos carreteras centrales, cincuenta hospitales equipados o más de 1600 colegios es lo que la Contraloría estimó que se pudo haber construido con los fondos perdidos por corrupción en el año 2021 de acuerdo con la redacción de Gamboa (2022) para *RPP Noticias*. La corrupción (encarnada en la malversación de fondos) es, sin duda, el mal más evidente que revele la necesidad ineludible de que la población esté más capacitada en lo que a ética se refiere. ¿Por qué es importante

el razonamiento crítico en segundo orden de nuestras costumbres? Si el 66% de lo que hace falta invertir en el sector educación y el 68% de la brecha en seguridad cubiertas no es una razón, ese hecho en sí mismo lo es. ¿Qué significa esto? Que, al parecer, estamos tan corrompidos a nivel moral, que no nos damos cuenta que podríamos ayudar a otros con ese dinero que algunos pícaros políticos y empresarios oportunistas aprovechan para llenarse los bolsillos. Es decir, no solo es peligroso actuar mal sino, aún peor, es ser indiferentes ante los actos malvados.

Por otro lado, si es que se logra captar las diferencias entre las distintas maneras de definir los conceptos morales, entonces se podrá distinguir entre una forma de vida social y otra, por ejemplo, en una discusión acerca de la justicia. Así, el surgimiento de ciertos conceptos en el léxico de ciudades de antaño y de otros en la lengua de idiomas contemporáneos indican dos formas de vida social diferentes. Por ejemplo, la esclavitud era vista en la antigüedad como algo normal, en cambio, hoy en día se considera un delito de trata de personas. Esto indica que nuestra forma de conceptualizar las ideas morales a lo largo de la historia cambia radicalmente. En cualquier caso, manejar un concepto implica, bajo determinadas circunstancias, comportarse de cierta manera, es decir, que los conceptos guían la acción. En suma, al generar nuevos conceptos o modificar los existentes, no se hace menos que alterar, modificar, moldear la conducta humana.

«La filosofía deja todo como está a excepción de los conceptos» afirma MacIntyre (1966: 12). En ese sentido, los pensadores deben considerar los precedentes históricos de los conceptos morales e identificar las voces que fueron tratadas como *ética*, tal como se le concibe hoy amén de estudiar el enfoque de moralistas y filósofos del pasado. Es incorrecto suponer

que, una vez dominadas las bases para investigar y transformar conceptos morales, dicha continuidad culminará con nosotros pues el ser humano está en constante transformación a causa de su modo de acomodarse al mundo en el que vive. Sin embargo, el conocimiento de la historia filosófica ampliará la visión con la que se pueda proponer nuevos conceptos morales.

Una clara muestra de lo mencionado es que «las condiciones fácticas —sin importar cuáles sean satisfechas— no pueden por sí mismas proporcionar condiciones suficientes para afirmar que un predicado valorativo se refiere a un sujeto» (MacIntyre 1976: 16), declaración que se contrapone al uso helénico de dichos predicados valorativos como señala MacIntyre en su obra *Historia de la ética*. En otras palabras, no por el simple hecho de que una persona se comporte de cierto modo se le puede atribuir predicados valorativos. Esto se debía a que en la Grecia antigua se calificaba a las personas por el cumplimiento de las acciones que la sociedad les había delegado como jueces, soldados, herreros, entre otros. Así, bajo ningún otro criterio, bastaba con satisfacer dichas responsabilidades para que no sean mal juzgados. Hoy en día sabemos que, en realidad, un análisis moral completo incluye necesariamente la consideración de aspectos fácticos como la historia, la tradición, la religión, la economía, etc.

Los albores de la ética filosófica en la sociedad griega se dieron propiamente con los sofistas, cuando se descubrió que las preguntas morales que se planteaban requerían de la definición de conceptos filosóficos, de lo contrario, se caía en la ambigüedad. Por ello, en el proceso de definir estos conceptos morales, se estableció un determinado orden social donde cada persona debía desarrollar un solo rol social y ningún otro que el que ya se le atribuyó.

Una particularidad de los orígenes de la ética es que, en su momento, no se debatía la existencia de una aristocracia natural. En otras palabras, uno podía proponerse ser el mejor, pero, si no nacía en un *status* social que determinase el primer paso para un juicio moral a su favor, carecía de sentido ese ánimo de autosuperación. A lo máximo que podía aspirar dicho individuo era el reconocimiento social limitado a la condición en la que le tocó nacer.

Característica importante del período socrático también fue el problema de la singularidad o pluralidad de la virtud. Cuando, entre otras cualidades, se resumen todas las virtudes a una sola, se hace referencia al mundo homérico. Para comprender esto pensemos en que los poemas homéricos eran citados por diversos autores como los primeros ejemplos de historias de virtud. Sin embargo, en el mundo homérico aún no surgía la filosofía como tal, porque si bien había una forma de ser moral, no se razonaba sobre ella. Esto recién acontecerá con Sócrates y los filósofos posteriores a él.

De ahí que no tuviera cabida hablar sobre la responsabilidad de un individuo dado que sus acciones estaban restringidas para lo que se les había asignado de manera fortuita al nacer (como ya se describió anteriormente) y no se tenía capacidad de elección, lo cual se podía interpretar como una fijación de roles.

Con el desarrollo del comercio y el advenimiento de enfrentamientos bélicos, se produjo un desconcierto moral hasta el punto de desaprobación la justicia cuando «el mejor» también era una persona injusta. Los sofistas hicieron uso del relativismo y la facilidad de palabra para justificar cualquier punto de vista y de esa forma proponer una solución a dicho problema. Así, por ejemplo, si un ladrón roba y la víctima reclama justicia,

¿acaso el ladrón no podría también reclamar que, en su caso, no hubo justicia ya que se vio forzado a robar ante la falta de mejoras económicas en la sociedad en la que vive? Lo anterior revela la forma de argumentar de los sofistas. Una de las citas más célebres que figura en los diálogos platónicos donde se puso de manifiesto el relativismo sofista es la de Protágoras y reza como sigue: «El hombre es la medida de todas las cosas; de las que son, en cuanto que son y de las que no son, en cuanto que no son» (Platón 2016: 368).

Sánchez y Carbajal clasifican a los relativistas en normativos y descriptivos donde «el relativismo descriptivo afirma que los miembros de diferentes culturas tienen distintas creencias morales; y el relativismo normativo asevera que la verdad de las creencias morales depende de cada cultura en particular» (2013: 35). Se puede ser relativista descriptivo y no normativo si es que, verbigracia, se discrepa de cierta práctica por determinadas creencias; sin embargo, el relativista normativo ya es descriptivo. Es claro que los sofistas eran descriptivos dado que prácticamente la opinión de quien tenía uso de la palabra era la que determinaba tal o cual cosa.

Justamente en semejanza a los sofistas, Sócrates impartió sus conocimientos a la población; sin embargo, no cobraba por ello y mostraba siempre una actitud humilde. Estos hechos lo separaron de la sofística. Con el propósito de solucionar la ambigüedad de los conceptos morales, Sócrates utiliza el análisis de los conceptos como parte de su conocido método de la mayéutica. Sin embargo, será necesario una indagación distinta como la de Platón.

Al tratar la justicia y especialmente el motivo por el cuál uno debe ser justo independientemente de las retribuciones, una de las creencias en las que se basa Platón está estrechamente

vinculada con la ética homérica, como lo es la idea de que los hombres se dividen naturalmente de acuerdo con las actividades que pueden desempeñar en la sociedad. Esta afirmación, claramente errónea, le sirvió para proponer el Estado tripartito y argumentar así cómo ha de funcionar un Estado justo.

De acuerdo con el sustento platónico de un Estado justo, este debería comprender tres estamentos determinados: los artesanos y obreros, los guerreros y los gobernantes. Cada uno deberá desarrollar una virtud que optimice su rendimiento en la clase social respectiva. Esta división, junto a la Teoría de la Formas y con lo acotado en el párrafo que antecede, sugiere que pensadores como Platón están capacitados para gobernar, sin considerar las capacidades de otras personas. Además, esta doctrina platónica guarda semejanzas y se potencia con la del alma tripartita.

MacIntyre subraya que tratar ciertos términos morales como «Formas» implica desconocer un rasgo esencial de estas voces, ya que se caracteriza lo que es y no lo que debe ser. Entonces, aún queda insatisfecho el propósito platónico de obtener un criterio para sentenciar valorativamente. Esto porque en muchos casos, lo que debería ser, no es. Expliquemos esto. Por ejemplo, para Platón las cosas justas eran justas porque precisamente participaban de la Forma de la Justicia, pero Platón mismo no llegó a elaborar criterios absolutos e indiscutibles para calificar a algo como justo o no, esto es, Platón se quedó en el ser, pero no logró exitosamente aterrizar en el deber ser.

La importancia de todo ello radica en que, si bien el análisis de los conceptos morales no abarca a la filosofía moral en su totalidad, siempre será parte de ella e influenciará en doctrinas posteriores.

## ***¿Cuáles son las ramas de la ética?***

Las divisiones en que se trifurca la ética son: la *Μεταηθική* (Metaética), la Ética Normativa y la Ética Aplicada. La *Μεταηθική* se aboca fundamentalmente a la naturaleza del lenguaje moral. Así, para toda sentencia, se estudia la posibilidad de que sea verdadera o falsa, o que no sea ni verdadera ni falsa. El primer caso se conoce como cognitivismo, es decir, cuando se describen hechos de este mundo (se afirma que algo puede ser verdadero o falso). La posición no cognitivista, de la cual se considera a David Hume como padre, niega la veracidad o falsedad de los enunciados morales. Hume consideraba que la virtud y las malas prácticas morales no eran extracorpóreas; por el contrario, creía que eran sentimientos cuyo origen se daba interiormente. Así, sostuvo que la moralidad o no moralidad de un acto se basaba en el sentimiento que se generaba en nosotros al experimentarlo. Esta perspectiva separó a la razón de la moral dado que, para Hume, la moral se entendía como el descubrimiento de verdades del mundo interno del hombre.

La Ética Normativa, en pocas palabras, es el tratado de las principales máximas que rigen la forma en que uno debe vivir, individual y socialmente. De ello se colige que la pregunta más importante está relacionada con el origen de dichos principios fundamentales. Algunas personas consideran que surgen de Dios, otros que del deber que tiene cada uno, otros que de cuán felices podemos hacer a la mayor cantidad posibles de personas y otros que de ciertas virtudes como la generosidad y la honestidad. La filósofa americana Frances Kamm definió en una entrevista a la ética normativa como «la búsqueda de principios, factores y muy rara vez a las normas que son subyacentes a los juicios que hacemos o de los actos» (2015: 14:39). Es decir, la ética normativa diferencia entre los actos buenos

y malos amén de las decisiones que se deban tomar en ciertos contextos. Esto no implica que se trate solo de normas o principios. Por ejemplo, algunos pensadores consideran que la ética solo trata de la búsqueda de la maximización de la felicidad o la minimización del dolor.

La Teoría de la virtud, del mandato divino, utilitarista y del deber son las cuatro ramas de mayor relevancia en la Ética Normativa. De acuerdo con lo descrito en párrafos anteriores, la ética prístina se distingue de la contemporánea por su carácter eudemonista. Una de las convicciones más fuertes de Aristóteles (1998) fue que el objetivo primordial de las acciones morales es la *eudaimonia* o felicidad. Reconoce la necesidad de diferenciar tres clases de bienes: exteriores, del cuerpo y del alma. Además, considera que los más importantes son los bienes del alma porque ahí reside la razón. El autor de *Ética a Nicómaco* descarta que haya un bien idéntico para todos los hombres de carácter universal. Afirma que, para cada individuo, el bien es diferente en cada actividad que este realice. Finalmente, al bien correspondiente le llama «virtud».

La Teoría del mandato divino, por su parte, está basada en que las teorías éticas que encaminan nuestra conducta son como son porque así Dios lo quiere. En el Medievo, la ética fue una parte de la teología. Sus principios se derivaban de las Sagradas Escrituras y se limitaba a considerar pecado a todo lo que no sea el buen obrar teniendo como recompensa la salvación del alma. Larry Temkin (2015), profesor de filosofía en la Universidad de Rutgers, comentó que la mayoría de los filósofos devotos contemporáneos en su mayoría se plantean cuestiones éticas, pero sin incluirlas en una más grande: ¿Qué dice Dios?

Al enfoque de la ética normativa que surgió en el siglo XIX por filósofos británicos, en la que se daba más importancia

a las consecuencias de las acciones que a sus intenciones para poder declararlas morales, se le asignó el nombre de «consecuencialismo». Su variante más difundida fue el utilitarismo. Bajo este pensamiento, el mejor acto es el que generaba las mejores consecuencias. El filósofo inglés y fundador de este movimiento, Jeremy Bentham, declaró que una acción puede ser calificada como moral si se optimiza la felicidad en un cuantioso grupo de personas. «Ni en el mundo ni en general, tampoco fuera del mundo, es posible pensar nada que pueda considerarse como bueno sin restricción a no ser tan solo una buena voluntad» (Kant 2003: 7). Esta es una frase del filósofo prusiano Immanuel Kant que en el siglo XVIII propone un modelo, fundado en el deber ser (o deontológico), de ética normativa en la que se visualiza a la moral como actuar conforme al deber. Es así como las consecuencias no son sino menos importantes que el deber. En ese sentido, Kant propuso el bien conocido imperativo categórico como ley ética que dirige racionalmente nuestra conducta. Posteriormente, Hegel criticó esa postura de individualista y la insertó dentro del Estado; asimismo, Hegel fue reinterpretado años después por Karl Marx quien describió a la moral como una ensambladura de pensamientos cuyo propósito no es sino facilitar y justificar la opresión de los acaudalados sobre los paupérrimos.

Finalmente, la ética aplicada ha surgido para cuestionar aquellas ideas que afirman que la filosofía trata únicamente temas esotéricos y abstractos, dejando de lado los inconvenientes de todo tipo de personas en su vida diaria. Es en esta disciplina filosófica donde se formulan los temas de mayor debate tales como la defensa moral de experimentar en animales, el daño al medio ambiente, nuestra obligación con generaciones futuras o la eutanasia. La división de la ética aplicada se desarrolló

en otros aspectos manifestándose en ética médica, ambiental, sexual y comercial. Es posible que esta separación se deba a los distintos avances de la ciencia en diferentes áreas que traen con ellos nuevos problemas éticos.

La gran influencia de la ética aplicada se vio en la intención de contar con más especialistas en los temas de debate y en las consideraciones más importantes al decidir. Se ven filósofos que se desempeñan como consultores, esencialmente en dilemas éticos, para compañías en determinadas prácticas contables. Existen programas sobre ética profesional en las diversas casas de estudio, donde filósofos y profesionales de otras ciencias como médicos, abogados, pero también ingenieros debaten temas con elevado razonamiento crítico en tal campo que en un momento dado solo estuvo relacionado a los códigos profesionales.

Se suele criticar que en estos códigos no se tenía la intención o voluntad de llegar al fundamento privativo del código ni esforzarse por dilucidar minuciosamente las razones detrás de cada acción moral concreta. Ello se está dejando de lado gracias a la interacción de los filósofos y profesionales en plurales materias. Entonces, las teorías morales que se estudian en las aulas de centros de educación superior lidian hoy con contrariedades del mundo tangible que están inmersas en nuestras vidas.

Es así como queda plenamente justificada, en la formación de un ingeniero, la asunción del exigente reto de estudiar los lineamientos morales a fin de poder resolver verdaderamente problemas de índole práctica.

***Preguntas de reflexión***

1. ¿Por qué es importante cuestionar la distinción entre ética y moral en la toma de decisiones?
2. ¿Cómo influyen las normas éticas en la vida profesional y social de las personas?
3. ¿Qué papel juegan las universidades en la formación ética de los estudiantes?
4. ¿Por qué se considera que la ética va más allá de la simple transmisión de información objetiva?
5. ¿Cuál es la importancia de la ética normativa en la filosofía moral?
6. ¿Cómo se relacionan Kant, Hegel y Marx en sus enfoques éticos?
7. ¿Qué postura adopta David Hume respecto a la moralidad de los actos?
8. ¿Qué papel desempeñaron los sofistas en el desarrollo de la ética en la antigua Grecia?
9. ¿Cómo plantea Platón la estructura de un Estado justo en relación con la ética?
10. ¿Por qué es relevante la división de la ética en Metaética, Ética Normativa y Ética Aplicada en el estudio de la filosofía moral?

# Capítulo 6

## Códigos de ética<sup>11</sup>

«A menudo los ingenieros carecen de formación humanística que les permita cuestionarse sobre los efectos de sus obras en el futuro de la humanidad. Esto ya sea por la formación que tuvieron o por el devenir de la sociedad actual. Por ejemplo, en los últimos años la profesión de ingeniería civil ha sido vinculada a demasiados casos de corrupción. Por lo que, el hecho de plantear códigos de conducta, códigos éticos y/o códigos deontológicos es sumamente importante para así asegurar el correcto comportamiento de sus integrantes durante el desempeño de sus funciones» (E. Giménez: *Ética de la ingeniería civil. Reflexiones sobre el estado actual*).

### *Introducción*

Uno de los objetivos de la ingeniería es resolver las necesidades de la sociedad y de la naturaleza en base a las teorías y herramientas brindadas por la ciencia y la tecnología. En el presente, la sociedad se confronta con varios problemas, como el calentamiento global, la implementación de energías renovables, la falta de eficiencia en el sistema de transporte y la contaminación. La tarea de abordar estos desafíos recae, principalmente, en los ingenieros quienes juegan un papel esencial al contribuir significativamente a la sociedad mediante la aplicación de su experiencia y la utilización eficaz de los recursos disponibles en su entorno, facilitando así la vida

---

11. Este libro en su totalidad ha sido revisado por Josep Jesus Abregu Gonzales. Sin embargo, este capítulo, particularmente, es de su entera creación.

cotidiana.

Dada la magnitud de esta responsabilidad, se establecen códigos de ética, detallando los principios y valores fundamentales que guiarán el comportamiento ético de los individuos en campos profesionales específicos. Estos códigos abordan conceptos abstractos como la integridad, la honestidad y el respeto, y también contemplan sanciones en caso de incumplimientos.

En este capítulo, se explora la importancia de estos códigos, planteando un breve debate sobre si debieran denominarse «códigos de ética» o «códigos morales». Además, se examinan los primeros códigos éticos de la historia, algunos códigos vigentes, casuística significativa, la eficacia de los códigos éticos y, finalmente, la interrelación entre la ética y la responsabilidad legal. Este capítulo abarca un contenido diverso con la intención de cubrir el amplio bagaje que lleva consigo el tema en cuestión.

### ***Importancia de la ética en la ingeniería***

Es conocido que la ingeniería desempeña un papel crucial en la resolución de las necesidades de la sociedad, ofreciendo soluciones a los problemas cotidianos del ser humano. Por esta razón, los ingenieros reciben una formación integral durante su etapa estudiantil para aplicar sus conocimientos en la mejora de la sociedad, al tiempo que continúan ampliando sus habilidades. A pesar de estar bien preparados desde el punto de vista académico, los ingenieros suelen carecer de una correcta formación humanística que les impide apreciar plenamente la importancia de los proyectos que desarrollan y su impacto en las generaciones futuras. Esta falta de conciencia puede atribuirse a la dinámica de la sociedad actual o a su formación

académica.

En el mundo contemporáneo, los medios de comunicación presentan con frecuencia cómo los ingenieros están vinculados cada vez más con casos de comportamiento inmoral, como la corrupción, cuyas consecuencias demuestran que se le da mucha menos importancia a la práctica ética. Este fenómeno se ha vuelto común, lo que indica que la sociedad ha normalizado la violación de los principios morales por parte de estos profesionales. A causa de ello, se puede concluir que, en muchas casas de estudio, la formación proporcionada a los ingenieros es insuficiente para que aprecien plenamente el impacto de sus decisiones en el futuro de la sociedad. En el capítulo anterior se justifica ampliamente la necesidad de una formación que incluya un discernimiento ético sobre principios ligados a una profesión ingenieril. Por tanto, resulta fundamental proponer diversos códigos de ética y conducta para garantizar un desempeño adecuado por parte de los ingenieros.

Es fundamental señalar que no solo es suficiente plantear códigos de ética y conducta; también es crucial realizar un seguimiento efectivo para asegurar su cumplimiento. Aunque se ve la existencia de numerosos códigos éticos, no todos se cumplen. Por este motivo, se analizarán aspectos como su definición, origen, relevancia y las razones por las cuales no se cumplen.

### ***Código moral o código de ética***

Se debe iniciar recordando que «ética» y «moral» son términos muy diferentes y, a pesar de ello, siempre presentan una confusión muy común. Esta distinción en particular fue tratada ampliamente y a detalle en el capítulo anterior.

De acuerdo con Boff (2004), la ética es una parte integral

de la filosofía que considera los principios y valores que orientan a individuos y sociedades. Boff sostiene que una persona ética se guía por principios y convicciones.

En cuanto al concepto de moral, Ortiz (2016) lo describe como una parte intrínseca de la vida de las personas, representando directamente sus costumbres, hábitos y valores, tanto personales como del entorno circundante.

En resumen, se puede afirmar que una persona puede ser moral al seguir sus costumbres y aun así carecer de ética al no cuestionar sus principios. La moral se expresa a través de acciones basadas en las costumbres, creencias, tradiciones y cultura de una persona, mientras que la ética, en este contexto, implica la reflexión interna sobre la corrección de dichas acciones.

Al examinar las definiciones de diversos autores sobre los códigos de ética, se encuentran varias perspectivas. L'Etang (1995) los describe como un conjunto de principios éticos formulados de manera imperativa, Schwartz (2001) los conceptualiza como documentos que contienen estándares morales utilizados para guiar la conducta de la sociedad y sus habitantes. Finalmente, Lozano (1999) los define como herramientas para expresar criterios y valores que identifican responsabilidades compartidas en una organización o sociedad.

En este contexto, los códigos de ética pueden entenderse como un conjunto de «principios y normas» para los individuos que forman parte de una organización o comunidad, buscando orientar y regular su comportamiento en un contexto específico. Cuando se toma una decisión, el individuo primero considera seguir los principios morales de su sociedad. Luego, reflexiona sobre los códigos éticos que limitan su comportamiento, ya que de no cumplirlos podría conllevar algunas sanciones. No obstante, la decisión final se toma en función de su

propio juicio ético.

En conclusión, la ética reflexiona sobre la moral y sobre los propios códigos de ética que, dentro de una organización, actúan como principios morales que los individuos deben seguir. Aquí se le plantea al lector reflexionar sobre esta distinción semántica.

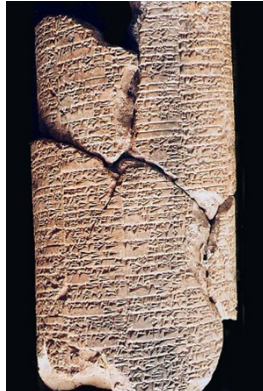
En última instancia, sea cual sea la etiqueta que elijamos, la esencia de estos códigos reside en su capacidad para fomentar un comportamiento ético y moralmente responsable en nuestra interacción diaria con el mundo que nos rodea.

### ***Códigos de ética en la ingeniería***

#### **Primeros códigos de ética en el mundo**

Uno de los primeros códigos éticos que emergieron en el mundo es conocido como el Código de Ur-Nammu. Este código es reconocido como uno de los registros legales más antiguos, datando aproximadamente del siglo XXI a.C. Fue instaurado por Ur-Nammu, quien ostentaba el título de rey de Ur, una ciudad ubicada en la antigua Mesopotamia.

Según la narración de Drapkin (1982), numerosos historiadores señalan que estos códigos estaban inscritos en piedra, similar a la presentación de los Diez Mandamientos. Además, la tableta de piedra estaba dividida en cuatro columnas en la parte frontal y otras cuatro en la parte posterior. Más allá de contar una versión de la historia de la ciudad y la designación divina de Ur-Nammu como líder, la tableta también contenía diversas «leyes», formuladas en términos como «Si alguien realiza..., entonces deberá compensar con... de plata». Estas leyes sirven como códigos éticos, representando uno de los más antiguos o posiblemente el más antiguo en la historia de la humanidad.



**Figura 1. Código de Ur-Nammu.**

**Fuente: MeisterDrucke**

### **Código de ética del Colegio de Ingenieros del Perú**

Si nos adentramos en temas más contemporáneos y relevantes para nuestro entorno, entonces, es necesario abordar el código de ética del Colegio de Ingenieros del Perú. Este conjunto de directrices consta de 122 artículos y tiene como objetivo principal regular y fomentar la práctica profesional adecuada en el marco de la ley y los principios éticos y deontológicos. Este conjunto de directrices busca regular y promover el correcto ejercicio profesional dentro del marco de la ley y las normas éticas y deontológicas. Esto definiendo criterios y conceptos para guiar la conducta profesional del ingeniero, se podría decir que se trata de un documento de autorregulación.

Este documento menciona que los ingenieros están al servicio de la sociedad. Y es por ello por lo que tienen la obligación de contribuir al bienestar humano, esto realizando un adecuado uso de los recursos durante el desempeño de sus funciones en favor de la sociedad. Además, incluye 8 principios

que deben guiar la conducta de los ingenieros del país.

Incluye las sanciones disciplinarias en caso de incumplimiento de lo establecido en el código de ética. Las sanciones van desde una amonestación escrita, suspensión temporal, sanción económica hasta expulsión o separación definitiva de la institución. Los tribunales deontológicos tienen la posibilidad de aminorar y/o disminuir las sanciones.

Dentro de este conjunto de directrices se detalla las obligaciones respecto al desempeño del ingeniero en diferentes cargos. Por ejemplo, en la docencia, como funcionario, con sus mismos colegas, con los clientes, entre otros.

Finalmente, se mencionan los organismos deontológicos, cómo están conformados, los requisitos para ser parte de ellos, su procedimiento disciplinario, etc.



Figura 2. Logo del CIP

Fuente: Colegio de Ingenieros del Perú

### **Códigos de ética de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles**

Este conjunto de directrices consta de 4 principios fundamentales y 8 reglas o cánones fundamentales. Entre los principios destaca el uso de sus conocimientos para mejorar el bienestar humano y del medio ambiente, esforzarse por mejorar la competencia y el prestigio de la profesión, ser honesto e

imparcial y servir fielmente a la sociedad.

En una sección posterior se mencionan las directrices para la correcta práctica de los cánones, donde se detallan cada uno de los 8. Entre los principales cánones tenemos aquellos que exigen que los ingenieros solo prestarán servicios en su área de competencia, que emitirán declaraciones públicas y de manera veraz, que actuarán de manera tal que mejoren el honor, la integridad y la dignidad de la profesión, que continuarán su desarrollo profesional a lo largo de toda la carrera y que brindarán oportunidades de desarrollo a otros ingenieros que recién inicien su profesión.



**Figura 3. Logo del ASCE**

**Fuente: American Society of Civil Engineers**

### **Reflexión sobre los mismos**

En relación con el código de Ur-Nammu, se puede destacar que establece un precedente significativo en este ámbito, abordando normas y sanciones para orientar la conducta en la sociedad de esa época. Sin embargo, su más destacada limitación radica en su enfoque principalmente económico, lo que podría permitir a personas con mayores recursos eludir estas reglas sin mayores dificultades.

Sobre el código de ética del CIP, se puede afirmar que está muy completo y detallado, ya que incluye las bases lega-

les, a quienes está dirigido, principios, normas, sanciones, y hasta trata de los organismos deontológicos. Su único punto en contra es que es demasiado extenso, aunque esto es debido a que está muy detallado con el fin de que quede totalmente claro y sin posibilidad de ambigüedad. Está muy bien planteado porque, además, sugiere el apoyo a las nuevas generaciones, es decir, que busca la mejora continua.

Sobre el código de ética de la ASCE, se puede sostener que es un documento bastante breve y directo. Este texto, con los principios y cánones, no busca tanto restringir el comportamiento sino más bien guiar el mismo en busca de la mejora continua. Entre los principios se puede notar su intención, como establecer la honestidad como un valor principal y a su vez mantener el prestigio de la profesión. Sin embargo, este documento no incluye sanciones, pues como se mencionó antes, se busca más guiar el comportamiento que restringirlo, y tiene a su favor que, al ser tan breve, es más fácil su lectura y comprensión.

### ***Eficacia de los códigos de ética.***

En los últimos años, ha habido un aumento significativo en la creación de códigos de ética. Weaver y Treviño (1999) sugieren que el motivo principal de su establecimiento es la implementación de sistemas de control de comportamiento para los empleados, con el objetivo de organizarlos y mantener su conducta predecible para un mejor control. Sin embargo, es plausible que la razón principal detrás de la creación de estos códigos sea de índole legal, es decir, exigida por la legislación, como se evidencia en el artículo 406 de la Ley Sarbanes-Oxley de 2002. Valor y De la Cuesta (2007) identifican diversos factores que contribuyen al éxito en la aplicación de los códigos de ética, destacando la transparencia, la rendición de cuentas y la demo-

cracia como elementos decisivos para garantizar su efectividad.

Estos autores también detallan un conjunto de cuatro fases para asegurar la eficacia del código. La primera fase, la elaboración y contenido, según Chen y otros (1997), enfatiza la importancia de conciliar principios y normas específicas, incorporar la cultura empresarial y un clima ético. La claridad en los códigos se relaciona directamente con su eficacia, requiriendo un proceso participativo y formativo. La segunda fase, la publicación y difusión, subraya la necesidad de que el documento sea accesible y se difunda masivamente mediante una comunicación efectiva. Chonko y otros (2023) indican que la percepción de eficacia está directamente relacionada con la calidad de la comunicación del código. La tercera fase, el Sistema de Seguimiento, aborda el aspecto judicial y la capacidad para sancionar incumplimientos mediante la detección a través de reportes, comités de vigilancia, supervisores, entre otros.

La última fase trata sobre las penalizaciones en caso de incumplimiento. Al detectar una violación del código de ética, se debe aplicar una sanción cuyo grado puede variar desde algo leve hasta algo grave. Además de la sanción, Raiborn y Payne (1990) mencionan la posibilidad de establecer un sistema de compensación para aquellos que cumplen correctamente con los códigos éticos, fomentando así su cumplimiento.

Es crucial destacar que uno de los mayores desafíos de los códigos de ética es cambiar la percepción de que son instrumentos de control, buscando que se vean más como instrumentos para la convivencia. El objetivo es que estos documentos sirvan como apoyo para el desarrollo de la cultura tanto de una organización como de la sociedad en general. Ya que, a pesar de las grandes sanciones, actualmente persisten casos de

incumplimiento, lo que destaca la necesidad de que los códigos de ética se integren en la cultura para lograr un progreso sostenible en la sociedad.

### ***Caso de estudio***

Según Portafolio (2016), fue en el año 2015 cuando el Consejo Profesional Nacional de Ingeniería de Colombia (Copnia) penalizó a casi 600 profesionales. Entre ellos, los ingenieros civiles son los que más aparecen con casi un 80%, seguidos de los arquitectos e ingenieros industriales. Esto es debido mayormente a que los ingenieros civiles son los que están más en contacto con la comunidad. Por ello, son los que más denuncias reciben. Según el Copnia, los casos más recurrentes de sanción son «Falsedad en documento público», «Incumplimiento de Contrato» e «Inicio de obras sin licencia».

Cuenta RPP (2017) que en ese mismo año ocurrió un caso de falta al código de ética del CIP, esto fue en el Proyecto Alto Piura. En este proyecto dos ingenieros habrían falsificado firmas en expedientes técnicos. Esto fue calificado como una falta muy grave según el artículo 48 del código de ética del CIP, lo que implica la posibilidad de que fueran expulsados. El tribunal Deontológico del CIP realizó una investigación de dicho caso.

Más adelante, en el año 2020, se solucionó el caso mediante la resolución 009-2020-CIP/TNE en donde se les sancionó a ambos ingenieros con «SUSPENSIÓN TEMPORAL POR FALTA GRAVE», donde al primero lo suspendieron por trece meses de todas sus actividades por incumplimiento del inciso b) del artículo 47 y de los incisos s) y t), y al segundo, tras haber admitido su culpa, recibió una suspensión de 6 meses por haber infringido el inciso b) del artículo 47 y el inciso s) del artículo 48 del Código de Ética del CIP.

Otro caso lo tenemos mencionado en la resolución 013-2020-CIP/TNE donde el ingeniero es denunciado por infringir los incisos h), i), j), k), l), m), n), q), r), s), t), x), y cc) del artículo 48 del código de ética del CIP, por haber realizado actos de disposición, consistente en el acondicionamiento del CECAP, sin autorización del consejo y la asamblea departamental, generando un grave perjuicio económico al CIP-CDLL por el servicio de corte y nivelación del terreno sin autorización y por declaraciones públicas sobre asuntos internos del CIP-CDLL. Finalmente, en dicha resolución se le impone una sanción de «suspensión temporal por falta grave», siendo suspendido por 3 años.

Observamos que, en estos dos casos, se aplicaron sanciones a los ingenieros que infringieron las normas. No obstante, en el primer caso, resulta intrigante notar cómo una sanción definitiva de ambos ingenieros finalmente se transformó en una suspensión temporal. Esto sugiere que quizás las sanciones no sean tan inflexibles como inicialmente parecían. En contraste, en el segundo caso, debido a la cantidad de denuncias y la gravedad de las faltas cometidas, se anticipaba una separación definitiva del CIP. A pesar de que una suspensión de tres años también representa un castigo sustancial, se permite que el ingeniero sancionado continúe ejerciendo. Esto plantea la posibilidad de reincidencia.

La nulidad de una separación definitiva en el segundo caso podría deberse, tal vez, a que los daños fueron predominantemente de índole económica. Sin embargo, establecer sanciones más rigurosas podría motivar a los demás ingenieros a tomar más en serio las consecuencias. Este patrón también se replica en las legislaciones aplicadas a los ciudadanos. En este caso, las penalizaciones para delitos como asaltos o incluso homicidios

a menudo parecen desproporcionadamente leves en relación con el nivel de daño causado. Esta situación, a su vez, aumenta la probabilidad de que los individuos reincidan una vez salen de prisión, siempre y cuando lleguen a ser detenidos, ya que hay instancias en las que incluso eso no sucede.

Por ello, se concluye que la implementación de sanciones más estrictas podría conducir a una mayor responsabilidad individual y, en consecuencia, al respeto por los códigos de ética.

### ***Preguntas de reflexión***

1. Según el epígrafe de Giménez, ¿por qué la formación humanística es tan crucial para los ingenieros?
2. ¿Qué relevancia tiene el papel de los ingenieros en la sociedad?
3. Después de leer este capítulo, ¿cómo describiría usted los códigos de ética?
4. ¿Por qué cree usted que en la actualidad los ingenieros se ven más involucrados en casos de comportamiento inmoral?
5. ¿Cuál es la distinción entre ética y moral?
6. ¿Considera usted que los códigos de ética deberían ser llamados códigos morales según su definición? ¿Sí o no y por qué?
7. Según lo expuesto en este capítulo, ¿cuál es su perspectiva sobre los tres códigos de ética mencionados?
8. ¿Cuál de las cuatro fases mencionadas considera usted como la más crucial para lograr la eficacia de los códigos de ética?
9. En el capítulo se plantea que uno de los principales desafíos de los códigos de ética es cambiar la percepción que tiene la sociedad sobre estos. ¿Está de acuerdo con este punto de vista o considera que existe una problemática mayor en los códigos de ética?
10. En relación con los casos de estudio mencionados, ¿opina usted que la sanción impuesta a los ingenieros es justa?

# Capítulo 7

## *Ética e ingeniería*<sup>12</sup>

La importancia de aplicar la ética en la ingeniería se justificó ampliamente en el capítulo 5. En este apartado se describen las características más importantes de esta aplicación y su influencia en la práctica profesional con más detalle.

### *Docencia en ingeniería ética*

En primera instancia, no se puede aplicar lo que no se conoce. Ya se sabe que es relevante impartir ética en la formación ingenieril, pero ¿qué características deben presentar las personas que dicten materias de ingeniería ética? De acuerdo con Murphy y otros (2015), esta interrogante, junto al material que se utilice en el curso, constituyen limitaciones al desarrollar horas lectivas en ingeniería ética. Murphy también resalta y añade a la pregunta propuesta que, si bien para dictar fundamentos científicos de ingeniería se solicita un nivel académico mínimo de maestría o doctorado, para desempeñarse como maestro de ingeniería ética, ¿no se solicitaría un grado o requisito que soporte el aspecto «ético» del curso? Es válido pensar en una trayectoria impecable del ingeniero; sin embargo, se reconoce que, bajo cualquier circunstancia, el profesional en

---

12. Este libro en su totalidad ha sido revisado por Luis Farid Valentin Ponce. Sin embargo, este capítulo, particularmente, es de su entera creación.

cuestión debe contar con la experiencia suficiente en actividades donde se haya tenido o no la oportunidad de aplicar sus lineamientos morales.

Por otra parte, no es de extrañar que los ingenieros con experiencia y honorable trayectoria en su campo de ejercicio profesional nunca hayan llevado un curso de ingeniería ética en su casa de estudios, probablemente porque este se empezó a dictar en las generaciones más recientes. A ello se le suma que dicha materia estaría sujeta al enfoque universal que se le busque dar. Como se mencionó en el capítulo 5, la definición de conceptos está determinada por la sociedad en la que se acuñan. Esto complica la tarea del docente en relación con el entendimiento del estudiante sobre una perspectiva global de la ingeniería ética, lo cual se acentúa cuando se presentan dilemas morales en otras culturas que no son familiares para quienes deben decidir.

Los docentes de ética deben ser responsables, hasta cierto punto, del interés por parte del estudiante en su materia. Esto mediante la relación entre las reglas de nuestro comportamiento y cómo nos desenvolvemos ante problemáticas de carácter profesional. Se puede sugerir la división de este curso en dos, de tal forma que una parte se lleve al inicio de la carrera y la otra en los semestres finales para su mejor comprensión. La primera parte contendría temática teórica de la filosofía ética, además, presentaría una introducción a la práctica de la ingeniería; y la segunda parte estaría dirigida a estudiar o analizar las diferentes aplicaciones.

### ***Estudiantes de ética ingenieril***

De acuerdo con Schab (1991), desde la década de 1960 hasta los treinta próximos años la tendencia de hacer trampa

entre los estudiantes aumentó, así como la sensibilidad de los padres ante castigos sobre los menores por actividades en perjuicio social o que contraviniesen prescripciones de la escuela. Respecto a las casas de estudios superiores, esto se dio en mucha menor medida.

Se espera que las personas que son formadas en ingeniería o ciencia faciliten el desarrollo de la sociedad con innovadores proyectos o ideas que puedan ser implementadas en las diferentes industrias. Es necesario que estos estudiantes vayan más allá de sus docentes y replanteen conceptos éticos que rigen su conducta dando cabida a una generación consciente de sus errores pasados, lo cual suprima de forma significativa lo mencionado en el párrafo anterior.

La sociedad, por su parte, tiene la confianza en el buen obrar del futuro profesional y, con el fin de su óptimo desempeño, establece sistemas para educar, en otros aspectos, en base a la investigación. En adición a ello, establece una cultura de atracción del talento (estudiantil y docente) e incentivos para que sus estudiantes se puedan desenvolver con mayor facilidad en la investigación.

Es una buena práctica que, antes de empezar un proyecto o durante la toma de decisiones, se consulte con un experto. En ingeniería y otras disciplinas esto se conoce como una herramienta de muchos procesos en la Gestión de Proyectos. En este caso, iniciar una carrera universitaria es la apertura de un proyecto y siempre se recomendará el juicio de ingenieros o científicos (dependiendo de la licenciatura que se vaya a seguir) a los futuros estudiantes para que no se pierdan con los obstáculos que se puedan presentar y los ayuden a relacionar lo que aprenderán con su vida diaria y su comunidad. Esto se puede considerar como un buen inicio para que los estudiantes

adquieran plena conciencia acerca de su formación profesional. De este modo, su proyecto generará beneficios y, si él lo decide, inconvenientes.

Con lo mencionado, el estudiante reconocerá el valor de la materia de ética ya que los tópicos que aborda son todavía actuales debido a las graves consecuencias que pueden llegar a tener y, por ello, no se debe escatimar en fuerza de voluntad para cursarla correctamente.

### ***Tecnología y ética.***

*High-tech plagiarism* (en español «plagio de alta tecnología») es como el lingüista y filósofo estadounidense Noam Chomsky (Sprakel 2023: 4 y 22) definió lo que muchos consideran «un avance en la educación» o Chat GPT. Ciertamente, el problema que se trataba anteriormente se complica con el desarrollo de tecnologías de esta índole que aumenta la dificultad para detectar el plagio. Esto no solo tendrá graves consecuencias en la educación de muchos estudiantes que consideren dicha herramienta como la solución a sus ejercicios de desarrollo cognitivo, sino que, hasta cierto punto, incrementa el escepticismo entre los miembros de la sociedad sobre qué tan cierta es la información que recibe, si es que se preocupa por conocer quién la informa. Este punto se acentúa con nuevas inteligencias artificiales enfocadas en la generación de imágenes.

Con los mencionados avances es patente que los estudiantes tienen cada vez más libertad de escoger qué tipo de profesionales desean llegar a ser; asimismo, es cada vez más precisa la necesidad de que entiendan la confianza que la sociedad deposita sobre un miembro de ella en tanto reconocido profesional y que, si no demuestran el desarrollo de sus capacidades valiéndose por sí mismos, serán un potencial elemento

planificado que, paradójicamente, son incapaces de planificar. Si es que se puede rescatar un aspecto positivo de ello es que los discentes que optan por un camino honrado son más conscientes del valor que tienen sus conocimientos y se les hará más sencillo en un futuro aplicarlos. Precisamente, de esto se trata la ingeniería: de aplicar conocimientos. En ese sentido, el impacto de la tecnología en la ingeniería tendría una perspectiva adicional al de las últimas versiones de *softwares* o automatización de procesos. Entender la sociedad en que se vive permitirá vislumbrar dicha perspectiva con mayor claridad. Sartori (1997) ya lo había descrito en su obra *Homo Videns*; la sociedad se encuentra bajo una revolución multimedia que avanza holística y rápidamente. Muestras de este avance se constatan en el internet, las computadoras, la realidad virtual y hoy en la inteligencia artificial.

Cuando un estudiante se deja llevar por la facilidad de acceso a la información, como el que la IA brinda, entra en un círculo vicioso que, con el transcurso del tiempo, lo vuelve parte de un grupo que le resta autenticidad a su persona y, en consecuencia, adquiere un comportamiento gregario que un gran número pensadores considera peligroso. Esto es prácticamente la inhibición de la ética, es decir, no razonar sobre las normas que guían nuestra conducta ni ser crítico sobre estas debido a la rápida disposición de información que la IA ofrece. Si se hace uso de la única capacidad que nos diferencia de cualquier otro mamífero, a saber, la razón, se puede llegar a revertir el efecto adverso que genera el uso descontrolado de la IA en la educación.

El razonamiento crítico potenciará otras habilidades gracias a la ayuda del desarrollo tecnológico, manifestando así lo que hace a un buen ingeniero en el aspecto técnico: entender

el funcionamiento de sus herramientas de trabajo, así como sus limitaciones. Indirectamente, esta actitud adquiere a un carácter ético ya que uno interioriza las normas bajo las cuales se desempeña como ingeniero. Claramente, los ejercicios éticos del individuo se deben incentivar con otras prácticas, pero se puede concluir que la disciplina para ser un profesional reconocido en el mercado es un gran inicio de lo que le falta a un ingeniero para ser un buen ingeniero, como diría el filósofo español Ortega y Gasset (2013). En otras palabras, es un buen comienzo para complementar el aspecto técnico con el ético y que, solamente unidos, podrán darle más que un título profesional a un miembro de la sociedad.

### ***Relación Ética – Ingeniería***

Es usualmente complicado, no solo en ingeniería, reconocer los errores de uno, especialmente, cuando estos conllevan consecuencias de mayor relevancia. Un ejemplo de ello se evidencia en la relación del ingeniero civil y el geólogo en proyectos que requieren una descripción amplia de los rasgos cualitativos y cuantitativos de los macizos rocosos como se da en la mayoría de los casos. En situaciones donde es inevitable un desenlace catastrófico del proyecto, el ingeniero reclama el hecho de no recibir la información completa por parte del geólogo y este señala que el ingeniero no comprende de forma correcta los datos que reporta. Lo acontecido en la presa de bóveda de Vaiont en Italia y la presa de Malpasset en Francia, ambos aproximadamente hace 60 años, son clara muestra de lo mencionado. Como se sabe, estas presas no duraron lo prometido y al colapsar generaron pérdidas materiales y humanas. Muchas veces el reconocimiento de nuestros valores morales debe ser examinado con mayor detalle por un bien común. Así,

tanto el ingeniero como el geólogo deben preocuparse de que, por lo menos, la comunicación entre ellos sea clara dadas las vidas que se podrían perder. Probablemente, el trabajo privado de cada profesión esté realizado sin erratas, pero no bastará para garantizar la seguridad de los pobladores cuya integridad física depende de la estabilidad estructural de lo que se está construyendo.

Posteriormente a los fatales accidentes ya mencionados, se dio más importancia al estudio de otras ramas como la Mecánica de Rocas, amén de ajustar las normas y protocolos como acciones preventivas. Sin embargo, no es suficiente con que lo rescatado se quede en letra de molde, sino que, más bien, hace falta que se difunda para que los estudiantes tomen conciencia de que las horas lectivas en ética tienen mayor alcance que cualquier otra rama de dicha ingeniería, ya que abarca todas ellas e influye directamente en la práctica profesional. Ahora bien, es menester mencionar que estas horas no necesariamente son las impartidas en la universidad, sino que, más bien, los valores morales son aprendidos en casa cuando los padres se encargan de cerrar el circuito educativo correctamente.

De acuerdo con Speight y Foote (2011), las casas de estudios superiores deben incentivar el interés cultural y promover la práctica de valores morales mediante actividades que estén alineadas con los objetivos estratégicos de la organización:

*A main objective promoting morals and values education for scientists and engineers is to encourage universities to implement academic and other activities related to teaching, research and extension programs embracing values and culture such as: seminars, conferences, workshops, and orientation programs for both science and engineering lecturers and their students (Speight y Foote 2011: 109).<sup>13</sup>*

Los beneficios que se obtienen de incentivar sólidas bases en estudiantes de ciencias e ingeniería no son solo para ellos mismos sino también para las entidades que impulsan proyectos con esos objetivos. Las casas de estudio amplían sus horizontes y posibilidades de potenciar las capacidades de sus estudiantes. En las conferencias, los egresados tienen la oportunidad de compartir sus experiencias y motivar a los estudiantes a reflexionar sobre sus propias decisiones. Estos testimonios permiten que los alumnos evalúen si sus elecciones no solo cumplen con códigos establecidos, sino también contribuirán a formarse como personas admirables. En este contexto, el ejemplo de un expositor exitoso y honesto puede influir significativamente en la mentalidad de los oyentes, mayoritariamente estudiantes, convenciéndolos de que es posible alcanzar sus objetivos siguiendo el camino correcto.

No establecer con claridad los preceptos morales puede tener consecuencias más graves de las que se piensa, especialmente, en ingeniería donde el objetivo es hacer un bien a la sociedad, pues puede terminar por generar todo lo contrario. Es así como la aplicación de la ética tiene gran incidencia en la seguridad de las personas más allá de lo que puedan o no conocer sobre ingeniería. Es en ello que se basa lo que se conoce como condición de servicio. En otras palabras, si una persona cruza un puente y este comienza a temblar, seguramente se sentirá atemorizada; sin embargo, los calculistas (o ingenieros

---

13. Lo anterior se traduce así: «El principal objetivo de promover la educación moral y de valores para científicos e ingenieros es alentar a las universidades a implementar actividades académicas y de otro tipo relacionadas con la enseñanza, la investigación y programas de extensión que abarquen valores y cultura, tales como: seminarios, conferencias, talleres y programas de orientación tanto para profesores de ciencia como de ingeniería y sus estudiantes». Traducción de Farid Valentín.

estructurales) fácilmente entenderán que dicho evento se debe al viento u otro factor externo y no necesariamente porque la estructura vaya a colapsar. Ahora bien, el usuario del puente tiene el derecho a sentirse seguro al momento de usar la estructura. En ese sentido, el calculista debe garantizar una condición de servicio de tal modo que el uso de su construcción reporte bienestar y buena resistencia desde el punto de vista de los usuarios.

La vocación de servicio debe estar presente en cada día de la formación. Se debe tener claro que, finalmente, la profesión hará un bien a la sociedad. Cuando uno se llega a sensibilizar con las consecuencias del desempeño en su desarrollo profesional, la experiencia que adquiere en la práctica es mucho más enriquecedora, al punto en que facilita la propuesta de soluciones ante un mayor bagaje de problemas. Un ejemplo de ello son las brigadas voluntarias de ingenieros estructurales que se forman para evaluar el daño en sismos de gran magnitud sobre zonas de escasos recursos económicos. En estas, no solo se brinda el conocimiento a la población sobre la situación actual de su vivienda, sino que, en la mayoría de los casos, también se colabora con donativos. No se trata de una mezcla de funciones sino de complementar el aspecto técnico con el humano.

### ***Preguntas de reflexión***

1. ¿Cómo influye la ética en la seguridad de las personas en proyectos de ingeniería?
2. ¿Por qué es importante que los estudiantes de Ciencias e Ingeniería adquieran una conciencia ética sólida desde sus estudios?
3. ¿Qué ejemplos se mencionan en el texto sobre consecuencias graves de no establecer preceptos morales claros en la ingeniería?

4. ¿Cómo pueden los valores morales aprendidos en casa influir en la formación ética de los futuros ingenieros?
5. ¿Qué papel juegan las conferencias y los ejemplos de expositores exitosos en la formación ética de los estudiantes de Ciencias e Ingeniería?
6. ¿Qué medidas se tomaron después de los accidentes en las presas de Vaiont en Italia y Malpasset en Francia para prevenir futuros desastres?
7. ¿Por qué se destaca la importancia de la comunicación clara entre ingenieros y geólogos en proyectos de construcción?
8. ¿Cómo puede la tecnología afectar la ética en la educación?
9. ¿Qué recomendaciones se sugieren para la enseñanza de ética en ingeniería?
10. ¿Por qué es esencial que los estudiantes de ingeniería comprendan la confianza que la sociedad deposita en ellos?

# Capítulo 8

## *El ingeniero como antihéroe*<sup>13</sup>

*«Todo lo bueno tiende a corromperse» (Platón).*

**A**ctualmente, el cine de superhéroes está dominando la escena actual. Ya todos saben o, al menos, han oído de Superman, de Batman, de Spiderman o de la Mujer Maravilla. Se sabe que estos personajes son heroicos y filántropos pues se sacrifican buscando el bien de la humanidad. Desde el punto de vista de la Filosofía Pop, esto es, de aquella filosofía que, según Smaniotto (2021), se dedica a problematizar diversos temas o tópicos de estética, ética, metafísica o epistemología a través de la observación y análisis de los productos culturales de moda, que se viralizan, que vienen bajo el formato de series, películas, comics, animes, caricaturas, etc., se puede realizar al menos una pregunta interesante: ¿son los superhéroes modelos a seguir?

Resulta llamativo que, por ejemplo, la película de Spiderman del 2002, cuyo protagonista fue representado por Tobey Maguire, haya sido una de las más taquilleras de la historia, sin embargo, no ha dado el ejemplo en cuanto a moralidad refiere. Es decir, se ha consumido masivamente un producto

---

13. Este libro en su totalidad ha sido revisado por Richard Kent Miranda Chumbe. Sin embargo, este capítulo, particularmente, es de su entera creación.

cuyo tema gira en torno a un joven con pocos recursos que obtiene superpoderes y que entiende que no debe usarlos de forma egoísta, sino para el bien de la humanidad, a tal punto que ni consigue un trabajo estable ni puede consolidar una relación amorosa con su amada Mary Jane porque esto la perjudicaría y sería perseguida por los enemigos del superhéroe, sin embargo, no vemos a la sociedad mejorando o inundándose de *spidermans* o, al menos, con ciudadanos que entiendan lo valioso de dejar de ser egoístas. Es más, si los seres humanos promedio obtuviesen superpoderes bajo las actuales circunstancias, podríamos adelantar que inmediatamente o, con el paso del tiempo, terminarían convirtiéndose en villanos en vez de héroes.

Quizás la mirada que se ha brindado líneas arriba pueda ser señalada como muy exigente, pues nadie en la realidad ha obtenido superpoderes que le permitan volar, arrojar rayos de los ojos, colgarse de los edificios con telarañas, ejecutar actos que suponen una fuerza descomunal pero aparentemente con poco esfuerzo, etc. No obstante, la gente de a pie también enfrenta desafíos. Está desde el que busca trabajo, el que estudia, el que pone una empresa, el que vigila el orden social, el que construye casas, el que atiende en supermercados, los repartidores de productos, los transportistas, el que salva vidas, el almacenista, los bomberos, el que cosecha tierra hasta el que se arriesga reportando las noticias de una guerra actual.

Es obvio que muchas de las acciones señaladas anteriormente y que realizan los humanos cotidianos dependen mucho de poseer algún tipo de oficio o, mejor aún, de profesión. Los profesionales son las personas que han estudiado alguna carrera y que ejecutan sus conocimientos para el bien de la sociedad. De acuerdo con MacIntyre (2001), la actividad

profesional representa una práctica donde la comunidad se encuentra y colabora. Las prácticas reportan dos tipos de bienes: internos y externos. Los bienes externos son aquellos que no son propios de la actividad, sino que resultan de la interacción social y estos se obtienen cuando una persona realiza su labor profesional. Por ejemplo, el dinero, el prestigio y el estatus. Por otro lado, los bienes internos son aquellos que el profesional consigue al completar apropiadamente el trabajo para el cual se ha preparado. Por ejemplo, cuando un zapatero repara un calzado obtiene dinero (bien externo), pero también consigue la satisfacción por hacer un buen trabajo, el sentirse bien por ver como el prójimo sale de su apuro y la plenitud por saberse un zapatero que es útil a su comunidad (estos son los bienes internos). Bajo estas consideraciones, el profesional (sobre todo el que prioriza la obtención de bienes internos) representa, hasta cierto punto, el heroísmo de la actualidad.

Una de las tantas profesiones es la de ingeniero. En este trabajo nuestro objetivo es saber si el ingeniero podría ser considerado también alguna especie de héroe o no. Se debe considerar que, siendo el Perú un país que depende mucho de la venta de materia prima y que sobrevive por la explotación de sus recursos naturales, gran parte del PBI es, de alguna manera, producido por ingenieros, especialmente, los mineros, que trabajan en el Perú (*Gestión*, 1 de febrero del 2024). Por ende, el objetivo de este capítulo no es simplón ni irrelevante. No obstante, tampoco la respuesta es obvia. Pues afirmar que los ingenieros sí son héroes sin más, supone ignorar todos los problemas de contaminación, de corrupción y de negligencia que rodean peligrosamente a esa noble profesión. En lo que sigue, responderemos esta pregunta y aportaremos nuestro punto de vista.

Para centrarnos en la pregunta debemos empezar con claros conceptos, con los cuales iremos hilvanando argumentos para defender nuestra posición acerca de tal importante pregunta. Estos conceptos son: superhéroe, héroe, villano, antihéroe, razón instrumental, etc. Estaremos definiendo estos conceptos a lo largo del trabajo.

### ***El héroe: antigüedad y modernidad***

La palabra héroe según la RAE (Real Academia Española) significa «Persona que realiza una acción muy abnegada en beneficio de una causa noble». Esta es la base para entender este concepto. No obstante, el concepto de héroe como tal no fue siempre el mismo, por ejemplo, en la mitología antigua un héroe era aquel hombre nacido de un dios o una diosa y de un ser humano (esto es, un semidios) y que realiza hazañas, que se enfrenta a desafíos, que sufre desgracias y se distingue por sus cualidades propias relacionadas a la astucia, al coraje y la inteligencia, por lo cual era considerado más que hombre y menos que dios. Por ejemplo, en Grecia tenemos a Heracles y Aquiles.

Esta definición de héroe perduró a través de la historia hasta llegado el siglo XX. Aproximadamente en 1930 el término se modificó, sufriendo una pequeña adición. Ya no era solo héroe sino, sobre todo, superhéroe. Este término se hizo conocido por la creciente popularidad de los cómics, los cuales mostraban a personajes que, además, de realizar una acción en beneficio de una causa noble, también poseían cualidades superiores a las de un humano común y corriente, tales como poseer fuerza descomunal o poder volar por los cielos. Es por estas últimas características que se les consideran «super». No obstante, ninguna de sus cualidades propias depende específicamente de alguna especie de divinidad. Es la principal diferencia.

Por ende, se puede afirmar que un superhéroe es un héroe (de la mitología griega) pero aterrizado y debidamente acondicionado a las circunstancias actuales.

A pesar del cambio en la morfología de la palabra «héroe», el concepto sigue siendo el mismo, un individuo que ayuda a alguien en beneficio de una causa noble. Así pues, se podría señalar que Prometeo es una especie de héroe, aunque no sea un cruce entre un humano y un dios. En su mito, el titán Prometeo, amigo de la humanidad, al ver que su hermano Epimeteo había dotado de cualidades singulares a los seres vivos, agotándolas todas y dejando sin cualidades físicas destacables a los humanos, decide robar el fuego de Hefesto y las habilidades técnicas de Atenea para entregárselo a los humanos en compensación por su falta de cualidades físicas singulares. Interpretando este mito, las habilidades técnicas o artes significarían las diferentes profesiones y el fuego simboliza la razón científica o tecnológica, pues sin esta las artes no tendrían ningún fin y no resultarían útiles a nadie.

Similar a Prometeo, se encuentran los ingenieros, los cuales le dieron a la humanidad el conocimiento y las tecnologías necesarias para mejorar sus vidas a través de cálculos que tenían sus bases en la razón; logrando hasta lo que algunos de sus contemporáneos consideraron como imposible, por ejemplo, viajar a la Luna, crear una inteligencia artificial o clonar seres humanos.

### ***El ingeniero como héroe***

Un ingeniero es aquella persona que usa su creatividad y sapiencia para resolver problemas relacionados a la industria y que tiene repercusión social. Por ejemplo, vigilar los niveles de los químicos usados para producir lejía (ingeniero químico),

diseñar los cimientos sobre los cuales se construirá un puente (ingeniero civil), elaborar sofisticados programas para conocer el estado del tránsito in situ (ingeniero de sistemas), etc. Considerar que este oficio convierte al ingeniero en un héroe, sería lo más apropiado. En realidad, los ingenieros llevan estudios complejos y tienen que saber armonizar su vida conociendo matemáticas, estando en un laboratorio y memorizando una cantidad increíble de fórmulas detalladas y con símbolos a veces incomprensibles para el novato.

Un ingeniero que cumple éticamente con su labor puede y debe ser visto como un héroe. Incluso, el actual Colegio de Ingenieros del Perú (CIP) brinda constantemente charlas acerca de la ética y el buen cumplimiento de las normas que debe caracterizar la vida profesional del ingeniero. En suma, un ingeniero puede ser enfocado como un héroe cuando colabora con la sociedad para solucionar problemas que nos permitirán vivir de mejor modo. Pensemos en los ingenieros involucrados con la construcción de acueductos o también en aquellos que diseñan los postes eléctricos de los cuales depende la iluminación nocturna. Los ingenieros también son señal de progreso. Incluso podemos mencionar a Saint Simon (1950), quien una vez afirmó que, si se eliminaran todos los poetas, sacerdotes, filósofos, artistas y similares, su país, Francia, no entraría en una inminente crisis; en cambio, si desapareciesen de golpe los científicos, ingenieros, médicos, técnicos y similares, Francia estaría en una posición de clara desventaja en relación con otros países. Lo anterior sugiere el valor casi indispensable de los ingenieros.

Los ingenieros enfrentan desafíos y trabajan en condiciones difíciles para mejorar la calidad de vida de las personas. Por ejemplo, se comenta que, si alguien inventara un carro que

solo necesitase agua como combustible, toda la actual industria basada en el consumo de petróleo y sus derivados estaría interesada en eliminarlo. Lo mismo se diría si alguien inventase la cura contra el SIDA, pues la industria farmacéutica vería afectados sus intereses. Finalmente, los ingenieros se consideran ejemplos a seguir. En el Perú, según un artículo del diario El Comercio (11 de junio del 2023), muchos alumnos de secundaria y academias piensan seguir estudios de ingeniería, no solo por el tema del dinero, sino también porque están interesados en toda la tecnología que hay detrás de esta profesión.

### ***El villano como la antítesis del héroe moderno***

Después de argumentar que el ingeniero no es un héroe a tiempo completo, tenemos que ahondar en la siguiente opción, que surge a manera de antítesis del concepto de héroe moderno: el villano. Decimos antítesis del héroe moderno o superhéroe, ya que originalmente la palabra «villano» proviene del latín «villa», que significa «casa(s) de campo» y se usaba para referirse a los habitantes de estas.

No fue hasta que, en el 2003, el American Film Institute (AFI) publicó una lista con los 100 mejores héroes y villanos del cine estadounidense, en la cual un grupo de jurados acordó la siguiente definición de villano: «un personaje cuya maldad mental, carácter egoísta y fuerza de voluntad son a veces ocultados por la belleza y la nobleza, mientras que otras veces pueden rabiarse desenmascarados. Pueden ser horriblemente malvados o grandiosamente divertidos, pero son en última instancia trágicos» (citado en Jiménez 2010: 287). Gracias a esta definición, podemos entender este concepto; siendo el villano aquel individuo cuya maldad y egoísmo lo llevan a cometer actos malvados.

## ***El ingeniero como villano***

De acuerdo con Platón (1988), lo bueno lamentablemente no se mantiene, sino que tiende a su corrupción. Así pues, como una moneda, la actividad profesional del ingeniero tiene dos caras. Existen muchas pruebas de que la industria actual es la responsable por hechos tales como el calentamiento global, la contaminación del aire, del agua y de la tierra, la tala excesiva de árboles y la aniquilación de ciertas especies. Incluso, piénsese en la bomba atómica, proyecto que, si bien fue dirigido por científicos, también fue implementado por una gran cantidad de ingenieros. Otro ejemplo lo constituye Alfred Nobel y la invención de la dinamita, explosivo que, si bien fue concebido para ayudar a la industria de la construcción, más tarde fue utilizado con fines militares, buscando la derrota del enemigo. De hecho, la culpabilidad que sintió este químico e ingeniero sueco lo impulsó a crear los Premios Nobel para reconocer los logros en el campo del conocimiento y de la actividad humana.

El ingeniero que forma parte de un contrato y que, para llevarse más dinero al bolsillo, permite la compra de materiales de construcción de segunda mano o en un estado deplorable, también actúa de modo cuestionable, tal y como lo hacen los villanos. En términos de MacIntyre, estarían priorizando los bienes externos antes que los internos.

Un villano es aquella persona movida por motivaciones malvadas que busca oponerse a los héroes, causar terror en la ciudadanía o destruir la sociedad tanto material como espiritualmente. Parece exagerado afirmar que el ingeniero es un villano, porque los villanos se caracterizan por su frialdad. No obstante, filósofos como los miembros del Círculo de Frankfurt ya lo señalaron anticipadamente con su concepto de

«razón instrumental». La idea es que el científico o el ingeniero puede dejarse llevar simplemente por cálculos cuantitativos de pérdida-ganancia sin tomar en cuenta los intereses de la sociedad en su conjunto. Así, las fábricas deciden engañar a la gente vendiéndoles algo que es muy semejante a la leche, pero que en realidad no lo es. Y simplemente lo hacen para ganar más dinero sin considerar el bienestar y la salud de la población.

La razón instrumental es un concepto filosófico que se refiere a una forma de racionalidad que se concentra en utilizar los medios de manera eficiente para lograr un objetivo específico, sin cuestionar la validez o los valores asociados a dicho objetivo. Este enfoque instrumental de la razón es considerado como una herramienta o instrumento para alcanzar metas prácticas, sin tomar en cuenta, necesariamente, las implicaciones éticas, morales o humanas de dichas acciones.

Este concepto fue desarrollado, principalmente, por los pensadores de la Escuela de Frankfurt, especialmente, Max Horkheimer (1973), quien criticó la tendencia de la razón moderna a convertirse en un mecanismo de dominación y de control en la sociedad. Para él, la razón instrumental puede llevar a una enajenación del individuo, al convertirlo en un simple medio para alcanzar fines externos, en lugar de promover su emancipación y desarrollo integral como ser humano.

Más estrictamente, el concepto de razón instrumental se refiere a la tendencia de la razón, especialmente en las sociedades modernas, a centrarse únicamente en la eficiencia, la técnica y el logro de objetivos específicos, a menudo a expensas de consideraciones éticas o humanísticas más amplias. Suele mencionarse al utilitarismo de Bentham como precedente filosófico de este tipo de razón. Los utilitaristas piensan que lo bueno es aquello que más beneficia a la mayoría. Por ejemplo,

es más provechoso construir desagües y reparar el alambrado público que mandar a diseñar una estatua en honor a Taylor Swift. De la misma forma, si la economía de un país depende de permitir su industrialización a tal punto que incluso el aire tenga que estar permanentemente contaminado, entonces vale la pena dejar de respirar aire puro pues así la economía, el trabajo, el empleo, los salarios se mantendrán en un nivel aceptable. El ejemplo anterior parece inventado, pero ocurre en la India y en China (*Columba*, 14 de junio del 2023).

Sin embargo, el ingeniero no es objetivamente un villano, casos como el del ingeniero soviético Mihkail Kaláshnikov (*BBC Mundo*, 10 de junio del 2016) nos lo recuerda. Este personaje es responsable de la creación del arma de fuego más letal de la historia. Se estima que la tasa de mortalidad es de 250 000 muertes al año desde su creación en 1947, superando incluso a otras armas de guerra como los cohetes y los ataques aéreos con bombas. Con estas cifras se podría considerar a Kaláshnikov como el mayor villano y genocida del mundo.

No obstante, como expresó el mismo Kaláshnikov: «No es culpa mía si hoy estas armas son usadas donde no se deberían usar. La culpa es de los políticos, no de los constructores. Yo creé armas para la defensa de las fronteras de la patria» (*La Nación*, 24 de diciembre del 2013). Kaláshnikov deja clara su posición y nos da a entender que su intención no fue que su creación terminara en manos de terroristas, guerrilleros y rebeldes.

Tras explicar este caso, nos surgen las siguientes preguntas: ¿Mihkail Kaláshnikov tiene la culpa de todas las muertes causadas o no es culpa suya, sino más bien, del mal uso que se le dio a su creación? ¿Ser el creador de un arma de fuego lo vuelve a uno malo, y de ser así, todos los ingenieros militares son malos?

Viéndonos en un reñido debate entre la figura heroica y la villanía del ingeniero, proponemos el siguiente punto de vista para poder interpretar éticamente su labor. En realidad, el ingeniero podría ser enfocado como un antihéroe.

### ***El ingeniero como antihéroe***

Tras un balance, está claro que el ingeniero puede ser visto como un héroe o como un villano y es posible fundamentar ambos puntos de vista. Aunque algunos dirán que, más bien, el ingeniero no es ni héroe ni villano. En ese sentido, el concepto más apropiado para definir éticamente su quehacer sería el de «antihéroe». El asunto es que un antihéroe, según Toledo y Sánchez (2000), es aquel personaje que puede tener o no motivaciones morales correctas. Por ejemplo, vengar la muerte de la propia familia no es una buena motivación. Puede también querer o no el bienestar de la gente y la sociedad. Por ejemplo, actuar por puro egoísmo no significa buscar el bien social. Sin embargo, si se trata de derrotar a un malvado enemigo poderoso, no se mide ni se mesura a la hora de proceder para lograr su heroico objetivo. Es eficiente desde cierto punto de vista pues puede apelar a métodos violentos o cuestionables. Por ejemplo, en el mundo del cómic se puede mencionar a Punisher, quien es una especie de justiciero que mata a los villanos usando todo tipo de armas que estén a su disposición. Punisher derrota al malvado, pero lo hace mediante métodos malvados. ¿Él es bueno o malo? Precisamente, esa podría ser la imagen que caracteriza al ingeniero, pues, por un lado, él debe actuar buscando la satisfacción de la mayoría de la gente y, por otro lado, también debe cumplir sus propios objetivos y, al mismo tiempo, los objetivos de las personas para las que trabaja. Necesariamente, siempre existirán conflictos entre lo

que la gente espera del ingeniero, lo que él mismo quiere y lo que quieren quienes contratan ingenieros. Pongamos ejemplos para entender esto.

Primer caso. Piénsese en un ingeniero que cumple su contrato con la industria en la que es explotado. Ahora bien, por odio a sus jefes, al mismo tiempo, alerta (anónimamente para no perder su trabajo) a la población sobre los riesgos que caracteriza el quehacer de tal o cual industria. Este ingeniero estuvo motivado por el rechazo a sus empleadores, pero también actuó de forma responsable (en el buen sentido) pues difundió el peligro que conllevaba esa industria.

Segundo caso. Considérese a un ingeniero que trabaje en el diseño de software para persuadir a los usuarios para comprar tal o cual producto, pues de no hacerlo en el instante, después de 5 minutos subirá de precio. Ahora bien, su madre, quien deseaba viajar, se desesperó y aceptó pagar una suma elevada porque se dejó llevar por lo engañoso del sistema. Ante la negativa de la empresa de devolverle el dinero a su madre, este ingeniero decide informar a la gente sobre este fraudulento sistema que solo busca impacientar al comprador.

Tercer caso. Imagínese a un ingeniero que conoce ciencia y tecnología, pero que también es culto y decide difundir contenidos culturales de filosofía o de historia porque está preocupado por los niveles de ignorancia de la sociedad actual. Uno podría rechazar la fama de aquellos “*influencers*” que representan todo lo peor del momento, sin embargo, esta persona se da cuenta de que no hay otro método que usar las plataformas de las redes sociales como: *Instagram*, *Facebook*, *YouTube* o *TikTok* (a pesar de que se concentran en mantener a la población ociosa y despreocupada) para intentar cambiar la mentalidad de la gente. Un ejemplo sería Hugox Chugox, cuyo

verdadero nombre es Hugo Pillco, quien es un ingeniero sanitario, pero que se dedica a grabar videos difundiendo cultura y opiniones sobre hechos mediáticos (Suárez 2018).

Los casos anteriores pueden ser usados para representar la idea de antihéroe que se quiere fundamentar en este escrito. No le podemos exigir al ingeniero que sea un desprendido y sacrificado héroe, tampoco lo podemos señalar como un villano malvado que quiere destruir el mundo. Pero, sí podemos afirmar que, si bien el ingeniero tiene buenas motivaciones, también tiene defectos como casi todos los seres humanos. Esto es, el ingeniero es un héroe imperfecto o, mejor aún, llamémosle «antihéroe» porque es un profesional que está consciente del gran poder económico y político que poseen los enemigos de la humanidad y aun así decide hacerles frente, aunque sus medios no sean éticos o los resultados no beneficien a todos y ni siquiera a la mayoría. Un ingeniero, en tanto antihéroe, tiene disposición para desafiar el orden establecido, actúa de modo poco convencional, aunque motivado por causas personales, pero buscando que haya consecuencias positivas para la sociedad, si bien ese no es su principal objetivo.

### ***Conclusión***

Debido a los argumentos anteriores, se puede concluir que el ingeniero no es un héroe «a tiempo completo». Sin embargo, tampoco se puede afirmar a la vez que sea un villano, totalmente opuesto a la idea de héroe; si no más bien se acerca a lo conocido como un antihéroe. Este debate, en realidad, es amplio y complejo. En primer lugar, los ingenieros pueden ser concebidos como héroes porque su labor contribuye al progreso de la sociedad y la humanidad. Ellos resuelven problemas

y mejoran la calidad de vida. Por ende, merecen tanto nuestra admiración como nuestro respeto.

En segundo lugar, se ha señalado a los ingenieros como posibles villanos sobre todo cuando se menciona la prioridad que algunos le dan al dinero por encima del bienestar social y ambiental. Precisamente, se indica que el ingeniero podría llegar a carecer de una buena moral y esto tendría consecuencias negativas para todos.

Finalmente, se propone observar al ingeniero como una especie de antihéroe que, si bien tiene motivaciones cuestionables o egoístas, aún así actúa para enfrentar injusticias o mejorar la situación de la sociedad, aunque sus métodos no sean éticamente adecuados.

### ***Preguntas de reflexión***

1. ¿En qué medida los superhéroes representan ideales éticos y morales en la sociedad contemporánea?
2. ¿Por qué resulta relevante la Filosofía Pop para examinar de manera crítica los patrones de conducta representados en la cultura popular?
3. ¿Qué consecuencias éticas pueden surgir cuando los ingenieros priorizan la eficiencia técnica sobre consideraciones humanísticas debido a la razón instrumental?
4. ¿Por qué se considera que la sociedad contemporánea aplica más frecuentemente la razón instrumental tanto en la vida personal como en la profesional?
5. ¿Es posible conciliar la búsqueda de objetivos profesionales de los ingenieros con la integridad moral en un contexto donde la razón instrumental predomina en la sociedad contemporánea?

6. ¿Ejecutar un proyecto de ingeniería que afecte positivamente a la mayoría de cierto grupo está justificado, aunque haya una minoría que se muestre insatisfecha? ¿Por qué?
7. ¿De qué manera ha impactado los medios audiovisuales, como el cine o la televisión, a través de sus productos culturales en la formación ética de los profesionales?
8. ¿Por qué desde hace un par de siglos se viene dando la instrumentalización de la ciencia y su tecnología? ¿Este es un problema que atañe a los ingenieros o, más bien, a la clase política? ¿Por qué?
9. ¿Qué modelo ético se debería seguir como profesional para abandonar la idea de razón instrumental?
10. ¿La razón instrumental podría ser un reflejo de la doble moralidad de los seres humanos?

# Capítulo 9

## Filosofía política e ingeniería<sup>14</sup>

*«El castigo que los hombres buenos pagan por no estar interesados en la política es ser gobernados por hombres peores que ellos» (Platón)*

¿Sabía que la frase «no engañes» o «no te apropiés de las cosas que no son tuyas» son preceptos (juicios u opiniones) morales dados por la razón? Dichas frases son producto de nuestro juicio moral, juicio singular de las personas dentro de una misma sociedad. Entonces, se podría decir que la moral es el conjunto de normas y valores que se manifiestan en las acciones humanas. Pero ¿por qué es malo engañar? ¿Por qué razones no sería adecuada la pena de muerte? ¿Realmente debemos respetar la propiedad de los demás? Estas preguntas que juzgan dichas acciones del hombre son preguntas éticas. La ética podríamos definirla como la «reflexión sobre la conducta humana» o «reflexión sobre la moral». La idea es determinar los fundamentos acerca de una conducta humana buena. La ética lo que busca al respecto es la medida, medirnos a la hora de actuar. Es decir, si un país A posee en su lenguaje una palabra que es un típico insulto, por otro lado, en el país B dicha palabra posee un significado totalmente diferente y opuesto, entonces, en este último

---

14. Este libro en su totalidad ha sido revisado por Daniel Fernando Vega Meza. Sin embargo, este capítulo, particularmente, es de su entera creación.

país dicha palabra no tendría por qué ofender a alguna persona. Con esto tratamos de explicar que las costumbres de las personas que pertenecen a tal o cual sociedad no son absolutas, por ende, cuando se trate de valorar alguna acción humana, tendrá que recurrirse a la ética, esto es, aquello que discute los criterios para calificar de correcto o incorrecto cierto acto.

Sin embargo, se reflexionó acerca de la atomicidad del hombre, por lo que no debe ser visto como individuo, sino como ciudadano (*polis*, política), que participa en la sociedad. La moral es cuestionada y valorada por la ética por su capacidad de contribuir a la mejora social, es decir, si haces algo malo que afecta a otros individuos, serás descalificado. Al respecto, Cruz afirmó que «las morales del hombre [...] solo son juzgables como buenas o malas, como excelencias o defectos, en cuanto que esas cualidades favorecen o dificultan la realización de un bien común» (2009: 77). De lo cual, se sobreentiende que la ética consiste precisamente en reflexionar sobre las acciones que buscan el bienestar colectivo.

### ***Filosofía y Política***

La filosofía consiste en buscar la verdad, no en poseerla. Se podría definir a un filósofo como una persona que está en búsqueda de la verdad. Esta persona parte del hecho que no sabe nada, de la propia ignorancia, que le obliga a esforzarse para alcanzar el conocimiento.

El ser humano es un ser social por naturaleza. Es decir, realiza su naturaleza cuando entra en sociedad. No debemos de ver esto como una imperfección, sino más bien como una virtud, que consiste en alcanzar la verdad en conjunto y no como uno solo. De esa manera, «cuanto más perfecto es un ser, tiene una aspiración más universal, que tiende a lo co-

mún» (Aquino<sup>15</sup> citado en Prados 2009). Por ende, un ser humano tiende a relacionarse y andar en conjunto. Antiguamente los seres humanos se reunían en clanes, tribus, aldeas y esto evolucionó hasta las modernas ciudades: «Que la sociabilidad humana alcance su plena realización en la *polis*, significa que la sociedad política es la sociedad perfecta [...] porque solo en esta clase de sociedad —no la familia, y mucho menos el individuo solo— es suficiente para el desarrollo de la vida buena, de la vida plenamente humana» (Cruz 2009: 18).

### ***Filosofía Política***

Se puede afirmar que la filosofía política sería la búsqueda de la verdad en la *polis*, esto es, de lo que es realmente bueno para la sociedad. La filosofía política reflexiona sobre las masas a diferencia de la ética que reflexiona sobre el acto individual del hombre. Ambos conceptos son difusos, sin embargo, se podría concebir que la ética hace preguntas sobre la moral y la filosofía política hace preguntas sobre la política. No es función de la filosofía política indicar soluciones, ni tener objetivos políticos establecidos, sino más bien es la reflexión sobre lo político, ¿es justo que las clases políticas velen únicamente por sus propios intereses? ¿Es injusto que las clases más oprimidas recurran a la violencia cuando no ven algún intento de diálogo por parte del gobierno?

La filosofía política nace, como su nombre lo indica, en la *polis*. En la filosofía política se discuten intereses de ciertos grupos sociales, se estudia a las masas en su intento de con-

---

15. Tomás de Aquino, *Suma contra gentiles*, Libro 3, Capítulo CXXXVIII. Desde una perspectiva teológica, afirma que, en estado de inocencia, antes del pecado original y del consecuente deterioro de la naturaleza humana, el hombre necesitaba sociedad y autoridad.

formar Estados. Entonces, una pregunta típica que se haría un filósofo político sería: ¿el socialismo o el liberalismo son modelos justos para gestionar un país?

Algunos pensadores, como Strauss (1968), consideran que el objeto de la filosofía política está en la reflexión sobre lo que es bueno para el hombre. Como sabemos, uno toma decisiones en base a su juicio moral, juicio que, generalmente, está guiado por nuestra opinión. Sin embargo, para ser realmente humanos debemos, además de opinar, reflexionar. Cuando reflexionamos sobre si lo que estamos decidiendo a nivel individual es lo correcto o no, estamos cayendo en el ámbito de la ética. Por ende, al reflexionar sobre lo bueno o lo malo de lo que nos acontece (es decir, al ser éticos), estamos pensando moralmente. Ahora bien, si esto lo hacemos como masa o conjunto de personas, estamos buscando un diálogo que integre a la sociedad como un todo. Esto podría generar un mejor orden político si es que reflexionamos sobre nuestra acción política:

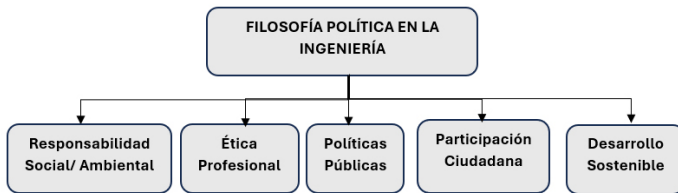
«En la expresión “filosofía política”, “filosofía” indica el método, un método que al mismo tiempo profundiza hasta las raíces y abarca en extensión toda la temática; “política” indica tanto el objeto como la función. La filosofía política trata del objeto político en cuanto es relevante para la vida política; de aquí que su tema se identifique con su meta, como fin último de la acción política. El tema de la filosofía política abarca los grandes objetivos de la humanidad: la libertad y el gobierno o la autoridad, objetivos que son capaces de elevar al hombre por encima de su pobre existencia» (Strauss 1968: 12).

En consecuencia, la filosofía política se encarga de temas políticos, de cómo vivir en paz y armonía con todos, en reflexionar acerca de lo que es bueno para la sociedad y procurando buscar el bienestar político y colectivo.

## ***Filosofía Política e Ingeniería***

La ingeniería, como lo habíamos definido previamente en el capítulo 1, es el arte, conjunto de técnicas que se apoyan en la ciencia y la tecnología y que las puede aplicar un ingeniero, es decir, una disciplina que se centra en la aplicación de principios científicos para resolver problemas prácticos. El hombre de la ingeniería es el ingeniero y su relación con la filosofía política está en realizar acciones que contribuyan al bienestar de la sociedad, y dejar de pensar en el bienestar personal. En ese sentido, el ingeniero debe considerar la política a nivel personal. Es así que podemos relacionar a la filosofía política y a la ingeniería con cuestiones como la responsabilidad social de los ingenieros con el ambiente, las políticas públicas, la participación pública en la toma de decisiones y la consideración de impactos a largo plazo en el diseño y desarrollo de proyectos tecnológicos.

Figura 1. Implicancias de la filosofía política en la ingeniería



Fuente: Elaboración Propia

## ***Responsabilidad Social***

Un ingeniero puede contribuir de modo beneficioso a la sociedad, como por ejemplo con reconstrucciones ante tsunamis, huaicos, terremotos, etc. Sin embargo, también puede

destruirla, desarrollando armas letales que ocasionan guerras, enfermedades y caos. Es necesario entender que la ingeniería posee dicha dualidad natural, que se debería enseñar desde la universidad para explotarla al máximo en favor del bienestar colectivo: «Como ingeniero, es crucial comprender esta doble naturaleza de la profesión y estar atento a su propio papel y la de sus empleadores para que maximice las posibilidades de una contribución positiva a la sociedad. En esencia, esto es lo que significa ser un ingeniero socialmente responsable» (Parkinson 2010: 44).

El desafío de los ingenieros es ofrecer infraestructura de calidad y, a la par, preservar el medio ambiente. Esto muestra la responsabilidad social de un ingeniero en favor del bienestar colectivo. Según el reporte de la Woodcock (2010), se prevé que para el 2050 el 70% de la población viva en zonas urbanas. La infraestructura hará que las personas vivan mejor, se sientan seguras y cómodas. La brecha de infraestructura actual en el Perú asciende a aproximadamente 363 mil millones de soles según el Plan Nacional de Infraestructura para la Competitividad del 2019, esto quiere decir que se necesita gastar dicho monto en 20 años como responsabilidad social para alcanzar los niveles de acceso básico de infraestructura de los países más desarrollados de la OCDE (Estados Unidos, Canadá, Alemania, Francia, Reino Unido, Japón, Australia y Corea del Sur). Sin embargo, si dicho plan cambia «Infraestructura» a «Infraestructura de Calidad», dicho monto se dispararía.

En ese sentido, si un ingeniero no tuviera responsabilidad social, construiría, por ejemplo, una planta de procesamientos químicos deficientes (con una baja calidad de infraestructura) sin medir los impactos de contaminación del aire, agua o suelo, cumpliendo únicamente los objetivos personales o los de

su empresa, con lo cual podría contaminar el agua que llega a una comunidad cercana, infectando y ocasionando la muerte de personas y extinguiendo hábitats cercanos a la industria.

### ***Ética profesional***

Los filósofos consideraban a la Ética como una ciencia práctica, es decir, requiere de ser practicada. En ese sentido, no bastaría con aprobar un curso de Ética en la universidad para considerarse netamente ético. Al pensar en un bienestar colectivo, más no personal, los ingenieros debemos de ser personas éticas. Específicamente, el ingeniero debe tener en cuenta cierta ética profesional, entendida esta como los lineamientos y las normas que determinan el buen accionar de los profesionales y su relación con la sociedad a la que sirven: «[...] Los malos nacen malos y lo seguirán siendo durante toda su vida. Admite también que no nacen enteramente malos, sino que aprenden su mala conducta por su asociación con gente mala. Y niega que pueda enseñárseles la virtud: “la gente mala no deviene buena por medio de la educación”» (Knoll 2017: 2).

La ingeniería ha tenido varios momentos en donde ha pasado por alto la ética profesional en la sociedad. Remontémonos al *Proyecto Manhattan*, en el que participó Robert Oppenheimer junto con un grupo de científicos e ingenieros para crear la bomba atómica. Esta conducta cuestionable éticamente postguerra ocasionó una catástrofe mundial, que tiene consecuencias hasta la actualidad. Actuar moralmente es relativo, lo que puede ser bueno para mí, puede ser malo para ti. Es por ello por lo que entra la cuestión ética para debatir qué es lo mejor para la sociedad, ¿la construcción de la bomba atómica contribuyó con la mejora de la sociedad?

«[...] en su libro *Más ética, más desarrollo*, Bernardo Kliksberg cita al Premio Nobel en Economía Amartya Sen: “Los valores éticos de los empresarios y los profesionales de un país (y otros actores sociales clave) son parte de sus recursos productivos”. Y agrega: Si son a favor de la inversión, la honestidad, el progreso tecnológico, la inclusión social, serán verdaderos activos; si, en cambio, predominan la ganancia rápida y fácil, la corrupción, la falta de escrúpulos, bloquearán el avance» (Mohamad 2006: 2).

### ***Políticas Públicas***

Las políticas públicas implican tener preocupación o interés público. Los ingenieros tienen mucha influencia en crear políticas públicas en alianza con el gobierno para favorecer el bienestar colectivo. En ese sentido se podría proponer la implementación de políticas de energía renovable para reducir la dependencia de los combustibles fósiles y mitigar el cambio climático. Otra política pública puede ser la implementación de programas de educación gratuita para garantizar el acceso a la educación de calidad para todos los ciudadanos. De ambos ejemplos se observa que el ingeniero tiene una filosofía política que busca favorecer el bienestar social.

### ***Participación ciudadana***

Los ciudadanos pueden participar en la vida política y opinar acerca de los proyectos que afectan tanto a ellos como a la sociedad. Esto se vincula con la ingeniería debido a que los ingenieros son quienes desarrollan estos proyectos y ellos necesitan conocer la opinión popular para su correcto desarrollo. En el Perú se promueve una participación ciudadana en los proyectos presentados a las comunidades o ciudades, los ingenieros no solo desarrollan infraestructura, sino buscan vías de acceso para que dichos proyectos se desarrollen de una manera correcta. En ese sentido, existe un Plan de Participación Ciudadana

en donde dichas personas están invitadas a la presentación del proyecto.

Sin embargo, es cuestionable el plan de participación ciudadana que promueve una participación en la política, debido a que la participación de las comunidades debería estar presente desde la formulación del proyecto y no solo desde la planificación. Esto quiere decir que el «Plan de Participación ciudadana» no se cumple como tal.

### ***Desarrollo Sostenible***

El desarrollo sostenible significa crecer como sociedad, pero de una manera planificada hacia el futuro, en tal sentido que nuestras acciones ahora no afecten nuestras posteriores generaciones. La relación es estrecha con la ingeniería, ya que es la ingeniería es la que crea objetos que pueden afectar la sociedad y el ambiente a futuro. Los ingenieros, al aplicar principios científicos y tecnológicos, tienen la capacidad de diseñar e implementar infraestructuras, sistemas de energía renovable, procesos industriales y tecnologías limpias que promuevan la sostenibilidad.

En el Perú, existe una preocupación activa del impacto ambiental y responsabilidad social. En el 2022 se creó el Plan Nacional de Infraestructura Sostenible para la Competitividad, que se diferencia del anterior plan del 2019, porque este, como dice en el título, es sostenible. En dicho plan se promueven una serie de proyectos desarrollados por ingenieros bajo el enfoque de sostenibilidad y su relación de crear un Perú mejor.

### ***Últimas reflexiones sobre la ingeniería y la filosofía política.***

Podemos decir que la interacción entre la ingeniería y la filosofía política está estrechamente ligada para garantizar

que el desarrollo sostenible no solo sea una aspiración teórica, sino una realidad concreta. La colaboración entre estos campos de manera adecuada permitirá la creación de políticas públicas que respalden la innovación tecnológica sostenible, la equidad social y la protección del medio ambiente como responsabilidad social, sentando las bases para un futuro más próspero y equitativo para las generaciones presentes y futuras.

La filosofía política puede ayudar a los ingenieros a entender y navegar por las regulaciones y normas que rigen su trabajo. Estas regulaciones y normas a menudo están influenciadas por consideraciones políticas y filosóficas sobre lo que es justo y correcto. Es así como la filosofía política y su relación con la ingeniería está compuesta por todos estos aspectos (responsabilidad social, ética profesional, políticas públicas, participación ciudadana y desarrollo sostenible) que permiten una contribución al bienestar colectivo.

¿Quién sería el mejor individuo para gobernar el Perú?  
¿Un ingeniero o un político? La respuesta es simple. No existe una persona o una carrera específica para gobernar un país. Para ejercer el gobierno, se necesita entender los deseos de los demás, tratando de ser inclusivos y así no caer en una tiranía. Para ejemplificar dicho concepto, pongamos un ejemplo. Si estuvieras en un barco a la deriva en medio del océano, ¿qué harías? Opción A, ¿convocarías una elección para ver como pilotear el barco? Opción B, ¿tratarías de averiguar si hay alguien a bordo experto en navegación?

Platón elegiría definitivamente la opción B. Uso esta metáfora para convertir un barco en un Estado y un experto en un político. Para Platón, una persona conocedora es una persona real, un filósofo que tiene conocimientos que los humanos comunes sin una formación filosófica no tienen. Además, votar

por los líderes de la república se considera muy peligroso, ya que la gente se deja llevar fácilmente por la necesidad o por emociones que pueden ser manipuladas (Parga 2022).

Platón, en su obra *La República*, creía que la idoneidad de un líder debía basarse en la preparación y la virtud del gobernante, no en la elección del pueblo. Por tanto, abogó por un gobierno dirigido por filósofos especialmente capacitados, elegidos por su integridad y profundo conocimiento de la realidad. En este caso, la carrera específica del líder en política o ingeniería sería secundaria a las cualidades morales y educativas del individuo. Para Platón, la clave es la capacidad de tomar decisiones justas y sabias guiadas por la virtud y no por la pasión o intereses estrechos. A pesar de que la propuesta de Platón pueda parecer idealista y alejada de la realidad actual, resalta la importancia de un liderazgo basado en la educación, la ética y la sabiduría en beneficio de la sociedad. En ese sentido, es insignificante si el líder es un ingeniero, un abogado, un político, un médico, etc.

Otra forma de ver a la filosofía política consiste en enfocarla como cuerpos doctrinales, lo que se refiere a la creación y promulgación de principios, ideas y valores específicos con el objetivo de orientar y guiar la conducta y las interacciones humanas. Es así como el feminismo es considerado una cierta filosofía política, que lo que busca es la igualdad de género entre el hombre y la mujer. También el anarcosindicalismo es otra filosofía política que aboga por los trabajadores que buscan su defensa y su correcto trato hacia ellos. Finalmente, podemos mencionar también al neoliberalismo que, en tanto filosofía política, considera que lo prioritario es el desarrollo económico y la libertad de empresa y, en ese sentido, enfoca al Estado de Bienestar como un obstáculo. El ingeniero como cualquier

persona no es ajeno a emitir opiniones sobre estos movimientos y, por consiguiente, es libre de militar en la tienda política que considere correcta.

Se ha visto que la ingeniería es un pilar fundamental para el avance de las sociedades modernas, pues tiene un impacto en la población y, por lo tanto, en la política. Como se ha mencionado, uno de los pilares de la filosofía política es la medida y la ética profesional. Actualmente, vivimos en la era del conocimiento donde lo que hace avanzar a las sociedades es su capacidad de producir innovación y tecnología. Los avances tecnológicos e ingenieriles han permitido el desarrollo de nuevas formas de acortar procesos. Es así como nació la inteligencia artificial. Hoy en día, ha sido un *boom* su implementación. Pero ¿cuál es la relación entre la inteligencia artificial y la ética? ¿Podría la inteligencia artificial representar un problema para nuestra sociedad? ¿Es factible que la inteligencia artificial priorice valores éticos antes que valores económicos tales como la eficacia, la eficiencia ante tal o cual proyecto tecnológico?

Ahora bien, si todo en el futuro va a depender de la inteligencia artificial, su creación, desarrollo e implementación también puede provocar catástrofes mundiales. Por ejemplo, pensemos en posibles tormentas solares que provoquen el apagón masivo de internet, o también que la inteligencia artificial se pueda corromper y llegar a pensar que lo mejor para el mundo es que desaparezca la humanidad. Estas consideraciones rebasan los límites del presente escrito. Sin embargo, lo que debe quedar claro es que los ingenieros trabajan en proyectos que son financiados por entidades políticas y la realización de estos puede verse afectada por dichos intereses, no velando por el bienestar colectivo. En ese sentido, un ingeniero debería ser una persona virtuosa y debería aplicar la ingeniería para

el progreso y éxito de las sociedades modernas. No dejemos en manos de los programas informáticos, ni de la inteligencia artificial eso que aún nos hace humanos: pensar ética y políticamente nuestra realidad tanto para nuestro beneficio como para el de los demás.

La intersección entre la filosofía política y la ingeniería revela una relación profunda y vital para el desarrollo sostenible de las sociedades modernas. La ética profesional y la responsabilidad social del ingeniero se entrelazan con los principios filosóficos que buscan el bienestar colectivo. La filosofía política, al reflexionar sobre la política en su conjunto, plantea preguntas cruciales sobre la participación ciudadana, las políticas públicas y el desarrollo sostenible, desafiando a los ingenieros a considerar no solo la eficacia técnica, sino también los impactos sociales y ambientales de sus proyectos. La relación entre la ética y la filosofía política se manifiesta en la necesidad de decisiones justas y sabias, guiadas por la virtud y no por intereses estrechos. Sin embargo, al avanzar hacia un futuro donde la inteligencia artificial desempeña un papel creciente, surge la inquietud sobre cómo la ética puede guiar el desarrollo tecnológico de manera equitativa. En última instancia, la colaboración entre la filosofía política y la ingeniería es crucial para construir un camino hacia el progreso que no solo abrace la innovación, sino que también priorice la justicia, la equidad y el bienestar duradero de la sociedad. En manos de ingenieros éticos y filósofos políticos reflexivos, el futuro tecnológico puede ser moldeado de manera que beneficie a toda la humanidad.

### ***Preguntas de reflexión***

1. ¿Qué implica la dualidad de la ingeniería y cómo puede afectar a la sociedad?

2. ¿Cuál es la importancia de la participación ciudadana en proyectos de ingeniería y su relación con la filosofía política?
3. ¿Cómo la ética y la filosofía política influyen en la responsabilidad de los ingenieros en la sociedad?
4. ¿Cuáles son los desafíos éticos relacionados con la inteligencia artificial y la ingeniería?
5. ¿Qué significa ser un ingeniero socialmente responsable?
6. ¿Cómo se vincula la filosofía política con la formación de políticas públicas en ingeniería?
7. Considerando la conexión entre la filosofía política y la responsabilidad social del ingeniero, ¿de qué manera se entrelazan las ideas sobre el bienestar común y la ética en la ingeniería?
8. ¿Por qué se plantea que no existe una persona o carrera específica para gobernar un país y se destaca la importancia de entender los deseos de los demás para evitar caer en la tiranía?
9. ¿Cómo se relaciona la ética profesional con la capacidad de los ingenieros para comprender y cumplir con las regulaciones y normas en su trabajo?
10. ¿Cómo se puede aplicar la filosofía política en la ingeniería para promover un desarrollo sostenible y equitativo?

# Capítulo 10

## *La política científica y tecnológica en Latinoamérica*<sup>16</sup>

**H**istóricamente, Latinoamérica tuvo grandes oportunidades para convertirse en una región tan exitosa como las potencias a nivel de producción científica y tecnológica. Sin embargo, se ha estancado y no parece estar a la altura de los grandes desarrollos logrados por Europa y Estados Unidos. América Latina es un lugar pobre y esta pobreza puede explicarse por la teoría desarrollista o por la teoría de la dependencia. Una política científica y tecnológica adecuada podrá establecer los cimientos para el futuro desarrollo del Perú y de la región. Es importante utilizar estas herramientas de la ciencia y la tecnología para salir de nuestra situación de sometimiento a nivel económico y social.

En el Perú, desde la derrota en la Guerra del Pacífico contra Chile, el discurso acerca de que la ciencia y la tecnología nos sacarán de la pobreza y la oscuridad cobró mucha fuerza y fue muy difundido por los intelectuales de la época. Estamos

---

16. Este texto de Rafael Félix Mora Ramirez fue expuesto en el XVIII Congreso Internacional de Filosofía Latinoamericana en la Universidad Santo Tomas en Bogotá, Colombia, el año 2021. En esta oportunidad se le hacen algunos cambios y añadidos.

ante el surgimiento del positivismo decimonónico (de los años 1860) en Latinoamérica. Uno de sus exponentes patrios fue Manuel González Prada (1985: 212), quien incluso le compuso un poema a la ciencia:

Eres el Dios del Porvenir, oh Ciencia:  
Cuando vuelen rasgadas en jirones  
Las Biblias de las falsas religiones,  
Tú brillarás intacta en la eminencia.

Tú el hambre ahuyentarás y la indigencia,  
Tú enlazarás naciones a naciones,  
Y a siglo de placer y de ilusiones  
Dilatarás acaso la existencia.

Tú penetrando en el sepulcro yerto,  
Del fondo de la negra podredumbre  
Harás, acaso, renacer al muerto;

Y al ser la Tierra habitación colmada,  
Transportarás la densa muchedumbre  
A la infinita bóveda estrellada.

Sin embargo, el entusiasmo duró poco, aunque tuvo héroes inmortales como el sacrificado Daniel Alcides Carrión, quien se inoculó una muestra de la enfermedad de la verruga para comprobar que era lo mismo que la enfermedad de la fiebre de la Oroya. El problema fue que el cultivo de la ciencia y la tecnología no logró darnos el progreso esperado a nivel económico y la pregunta que se hizo fue ¿por qué en los países avanzados la ciencia cosecha progreso y en nuestras tierras de América Latina no ocurre lo mismo? Esa fue una de las causas del declive del positivismo y el consiguiente auge del espiritua-lismo en esta región del mundo (Beorlegui 2010).

A finales del siglo XIX (en 1894), ya se dejaban oír las voces que clamaban desarrollar las capacidades científicas y

tecnológicas de América Latina independientemente de los proyectos extranjeros. A principios del siglo XX (en 1909), se celebró la cuarta edición de un congreso científico latinoamericano y el primero del panamericano en el que se vertieron ideas muy relevantes. Se comentó que era necesario pensar en una ciencia sin barreras ni intereses políticos. Además, se discutió sobre la importancia de la influencia europea (la «Madre Europa») en América y la necesidad de usar sus teorías y superarlas con el fin de aplicar sus conocimientos a nuestra propia realidad. Incluso, se hizo hincapié en el papel de la ciencia y la tecnología en relación con combatir los desmanes caóticos de aquella naturaleza que causa pestes, abismos, terremotos y demás. En pocas palabras, la ciencia sería capaz de elaborar los materiales para conseguir la felicidad y la grandeza de América (Sagasti y Pavez 1989).

En dicho evento científico se presentaron trabajos sobre diversos temas de ciencia y tecnología, pero destacaron más los rubros de ciencias médicas e higiene, ciencias sociales, ciencias pedagógicas y filosofía. Esto es llamativo pues esta realidad se opone a la ciencia europea, caracterizada más por el énfasis dado a las matemáticas, la física, la química y la biología, entre otras. Es interesante notar que los países en los que se producía mayor ciencia fueron Chile y Perú a inicios del siglo XX, pero al pasar los años estos serían superados por Brasil, México e, inclusive, Venezuela. Otro detalle para comentar es que hubo más trabajos de carácter descriptivo y ninguno de tipo innovativo por parte de los científicos americanos. Sin embargo, no existía tanto desfase entre los países de la región como existe hoy en día. Es decir, antes había más competencia en cuanto al desarrollo entre los diversos países latinoamericanos a comparación

de hoy en el que hay países totalmente desvinculados del progreso científico y tecnológico (Sagasti y Pavez 1989).

### ***El problema de la pobreza de América Latina***

Entre los años 1950 y 1960 aparecieron dos teorías para explicar la situación de pobreza de los países subdesarrollados: la teoría desarrollista y la teoría de la dependencia. Por un lado, la teoría desarrollista, desde una perspectiva conservadora, sostenía que los países potencia podrían ayudar a los países pobres mediante préstamos a través del Fondo Monetario Internacional (FMI) y el Banco Mundial (BM) y realizando continuas compras de sus recursos básicos.

«Los economistas estadounidenses y del primer mundo habían generado un modo comprensivo de la situación económica internacional denominada teoría desarrollista, según la cual los países del planeta se agrupaban en tres grupos diferentes según su nivel de desarrollo económico. Así, había un primer grupo más avanzado, los países desarrollados; un segundo grupo intermedio, los países en vías de desarrollo; y un tercer grupo, los situados a la cola del progreso, los países subdesarrollados. Se presentaban estos análisis como si entre los diferentes países hubiera una disputa sana por el desarrollo de sus propios países, siendo cuestión de tiempo que los más rezagados pudieran llegar a la situación de los países avanzados, con tal de poner en práctica las políticas económicas y sociales que habían llevado al triunfo a los países punteros, y adquieran las tecnologías que los primeros habían desarrollado» (Beorlegui 2011: 678).

Para esta posición, se trata de buscar ser un emprendedor y de incrementar la riqueza a base del trabajo y la constante profesionalización y especialización. Además, según esta teoría, los entes internacionales como el FMI y el BM deben realizar préstamos económicos y orientar a los países pobres a través de programas de natalidad y la transferencia de tecnología necesaria para aumentar los niveles de productividad y

eficiencia en la región de América Latina (Macionis y Plummer 2011). Esto sonaba muy bien. De hecho, según Dagnino, Thomas y Davyt (1996) esa fue la política que se asumió durante la época del neoliberalismo entre 1980 y 1990. Debido a que los países pobres no pudieron llegar a ser potencia, en consecuencia, tuvieron que optar por obtener la tecnología de los países ricos mediante tratados de libre comercio en pleno auge de la globalización y la informática. Y el modo más razonable de lograrlo era permitiendo la privatización de varios rubros de las economías empobrecidas. En ese contexto, aparecen los Estudios en Ciencia, Tecnología y Sociedad aplicados a Latinoamérica (ECTSAL) que buscaban analizar el asunto de la transferencia tecnológica de modo neutral, es decir, sin que existan compromisos políticos asumidos en torno a los saberes relativos a la Ciencia, Tecnología y Sociedad.

Por otro lado, la teoría de la dependencia afirmaba que los países potencia son ricos porque sistemáticamente estos perjudican a los países pobres. Según Wallerstein, la economía mundial beneficia a los países ricos (mediante la creación de beneficios) y perjudica al resto del mundo (mediante la perpetuación de la pobreza). En resumidas cuentas, la economía mundial impone un estado de dependencia de los países pobres, quienes permanecen bajo el control de los países ricos. Esta dependencia es consecuencia de los siguientes tres factores que caracterizan a los países pobres: economías limitadas orientadas a la exportación, carencia de capacidad industrial y la deuda externa (Macionis y Plummer 2011: 262).

Desde la época de la conquista, los países con una mejor situación económica han basado su superioridad en un constante saqueo de los recursos y la mano de obra de otros países. De esta manera, han condenado a los países pobres a

ser meros productores de materias primas, que los países ricos compran para después envasar o reelaborar y, posteriormente, vendérselos a un precio mucho más alto. Asimismo, la idea de deuda externa debida a los préstamos ha obligado a los países pobres a priorizar el pago de esa deuda antes que lograr el ansiado progreso logrado por los países potencia. Un punto a favor de la teoría de la dependencia viene de la mano de Herman Daly y su teorema de la imposibilidad que afirmó que «no toda población mundial podría disfrutar de los niveles de consumo de los países más ricos sin violar los límites biofísicos de la naturaleza» (Sagasti 2011: 214). A partir de la teoría de la dependencia se construye el enfoque del progreso científico conocido como Pensamiento Latinoamericano en Ciencia, Tecnología y Sociedad (PLACTS), que enfatiza en cuestiones de política científica para guiar el progreso y desarrollo de los países pobres de esta región. De acuerdo con Dagnino, Thomas y Davyt: «Conformaron esta corriente de pensamiento autores como Amílcar Herrera, Jorge Sábato y Oscar Varsavsky, en la Argentina; José Leite Lopes en Brasil; Miguel Wionczek en México; Francisco Sagasti en Perú; Máximo Halty Carrere en Uruguay; Marcel Roche en Venezuela, entre otros» (1996: 20).

### ***La política científica (y tecnológica)***

Debemos distinguir entre la política de la ciencia y la política científica. La política de la ciencia vincula a la ciencia con el poder, es decir, hace uso de la ciencia como parte de la diplomacia en las relaciones internacionales, se interesa por la ciencia en tanto ciertos grupos la puedan usar para incrementar su poder e influencia en la sociedad y para controlar el conocimiento disponible. Podría decirse que el enfoque de los gobiernos neoliberales se ha basado en políticas de la ciencia,

pues tan solo enfatizan en la privatización de sus economías a fin de conseguir la transferencia tecnológica. En cambio, la política científica está constituida por todas aquellas medidas que un gobierno dispone para, por un lado, estimular el desenvolvimiento de la investigación tanto técnico como científica y, por el otro, explotar los resultados de esta investigación tomando en cuenta objetivos políticos generales (Vessuri y Sánchez-Rose 2012). Esta última perspectiva se relaciona con enfoques que buscan el cambio social y el mejoramiento de las condiciones de vida de los países.

Ahora bien, ambos conceptos comparten la idea de que es importante tanto la producción de conocimiento como el uso del conocimiento producido en la sociedad. Pero, en realidad, la política científica debería ser el concepto central que se tendría que estudiar para comprender las dinámicas entre los planes políticos y los recursos destinados a la investigación científica. La política científica se hace cargo del empleo óptimo de la ciencia y la tecnología como agentes del crecimiento económico y el desarrollo humano. La expresión «política científica» alude a la ciencia, la técnica, la tecnología y la ingeniería. La política científica es:

«La suma de medidas legislativas y ejecutivas tomadas para aumentar, organizar y utilizar el potencial nacional científico y tecnológico, con el objeto de alcanzar los objetivos del desarrollo global del país y de mejorar su posición en el mundo. Se entiende que el potencial científico y tecnológico comprende todos los recursos que tiene a su disposición soberana un país para el descubrimiento, la invención y la innovación, y para el estudio de los problemas nacionales e internacionales que implica la ciencia y sus aplicaciones» (Morales-Bermúdez 2011: 324).

Según este concepto, la política científica considera dos aspectos. El primero busca el desarrollo a largo plazo del potencial científico y tecnológico de la nación. El segundo busca

el más efectivo uso de este potencial para así satisfacer las necesidades de la población. En principio, una política científica nacional debería ser consecuencia de los objetivos y las metas nacionales planteados a largo plazo dentro de cierto plan; y el plan global de desarrollo económico-social debería ser diseñado para alcanzar tales objetivos. Solo en el contexto de ese plan global se puede establecer una política científica adecuada. Estas ideas son muy importantes. De acuerdo con Morales-Bermúdez (2011: 321), una política científica-técnica y un plan de desarrollo científico-técnico podrán contribuir eficazmente a los siguientes objetivos en un país poco desarrollado:

- nutrición apropiada,
- salud apropiada,
- educación y cultura apropiadas,
- empleo máximo,
- participación en el manejo de la cosa pública,
- defensa del medio ambiente,
- paz interna e internacional y
- justicia para todos.

Lo cierto es que el conocimiento de la ciencia y la tecnología cada vez está cobrando más protagonismo y sus consecuencias sociales serán cada vez más visibles ahora que estamos viviendo una pandemia desde el 2020 y, además, porque somos testigos del modo en que los científicos han agilizado su labor para encontrar una vacuna para el COVID-19. Lo cierto es que, con mayor inversión, los científicos pueden avanzar más rápido. Es innegable que la ciencia y la tecnología dependen del capital y, como toda inversión, deben arrojar unos resultados que sean rentables para que siga siendo una buena idea apostar por estas.

Sin embargo, a pesar de las intenciones de los gobiernos, es difícil generar escenarios apropiados para una política del conocimiento en general. No obstante, esta política ya está tomando forma como un área de intensa actividad. Así, puede preverse que la política del conocimiento, esto es, las políticas científicas y tecnológicas, tendrán un impacto importante en el futuro inmediato. Recordemos que estamos viviendo en la época de la sociedad del conocimiento y la información. Además, estamos en pleno auge de lo virtual y del uso de computadores y otros aparatos dotados de inteligencia artificial. En un sentido moralista, todo Estado debería diseñar una política científica y tecnológica que esté de acuerdo con sus necesidades históricas concretas. De este modo, se logrará desarrollar una buena base de datos conformada por conocimientos e informaciones fundamentales con el fin de conseguir cumplir metas relacionadas con el desarrollo económico, social y cultural. Esto significa que Latinoamérica no tiene por qué estar obligada a desarrollar proyectos ajenos a las necesidades de la población, a pesar de que estos puedan generar más ganancias a corto plazo. En este punto, revelamos que, en este trabajo, estamos más cercanos a una propuesta semejante a PLACTS que a ECTSAL. En ese sentido:

«Las Políticas de Investigación científica y tecnológica deben priorizar las necesidades sociales de la población. ¿Qué problemas científicos-tecnológicos afectan a las grandes mayorías? Debería ser la pregunta orientadora para priorizar la investigación, ya que el fin de la ciencia y la investigación científica es el bien del hombre (...) el mejoramiento de la calidad de vida de la humanidad, la felicidad del género humano y esto implica la realización de los valores supremos, por toda la humanidad» (Ñaupas 2009: 234).

Particularmente en el sector socioeconómico las empresas son las que demandan especialistas en distintas áreas.

Además, en un mundo de constante evolución, las empresas también deben evolucionar. Por ende, necesitan de la investigación científica para mejorar sus productos y procesos con el fin de maximizar sus ganancias. Esto significa que la misma industria nacional, si quiere sobresalir, debe invertir en ciencia, pero siempre en coordinación con los intereses de la nación.

Ahora bien, el gobierno puede optar por la teoría de la agencia para tener resultados acordes con su gestión (Jensen y Meckling 1976). De acuerdo con esta perspectiva, el gobierno tiene que dejar de ser un mero ente pasivo que solo «deja hacer, deja pasar» y lo encarga todo a la mano invisible del mercado. El gobierno, más bien, puede delegar la tarea de innovar en el ámbito de la investigación a la comunidad científica, pero bajo ciertos límites también puede ponerle condiciones. De este modo, se respetaría la independencia de la comunidad de científicos, tecnólogos e ingenieros y, al mismo tiempo, se podría desarrollar la ciencia y la tecnología necesarias para el progreso de la patria. Bajo la teoría de la agencia, el gobierno mediante sus respectivos órganos puede organizar concursos de financiamiento de tales o cuales propuestas de investigación. El modo de selección de la propuesta más idónea estaría a cargo de un jurado de pares ciegos (también conocido como *peer review*). Así, se podría combinar la autonomía de la investigación con el control social externo de la misma. La idea es que el gobierno pueda tener cierto grado de control sobre la cuestión de la ciencia, la tecnología y la innovación.

***La utilidad (y la importancia) de la ciencia y la tecnología.***

Es importante recalcar que la investigación científica es necesaria para la innovación tecnológica y el desarrollo social, pues solo con innovación progresan los países. El problema de

la política científica (y tecnológica) es el siguiente: ¿cómo se logra fomentar la investigación científica? Además, ¿cómo se consigue que el trabajo de los científicos, tecnólogos e ingenieros se dirija hacia la innovación tecnológica y otros urgentes objetivos sociales? Escribe Ñaupas al respecto:

«(...) las investigaciones sobre las nanotecnologías, investigaciones en altura, aplicación de las TIC y otras que promueve el CONCYTEC, como si fueran prioritarias, deberían postergarse para mejores futuros, ya que lo fundamental ahora es cómo mejorar el sistema educativo, la educación, la alimentación, la salud, la vivienda, la vestimenta, el transporte, la comunicación del pueblo. Más importante que investigar sobre la ciencia de los materiales es como regionalizar el país, a fin de promover el desarrollo equilibrado y proporcional entre las regiones del país, es importante auspiciar investigaciones para formular por ejemplo un Proyecto de Desarrollo Nacional, o un diagnóstico con fines de planificación nacional y regional» (Ñaupas 2009: 234).

La postura de Ñaupas es comprensible. Lo importante del conocimiento científico y tecnológico es que sea útil. Sin embargo, debemos aclarar que no existe lo útil por sí mismo, sino que, aquello que es útil, lo es dependiendo de las circunstancias y el contexto. En este sentido, se dice que el significado de la utilidad es construido. Las personas tienen necesidades y de acuerdo con estas necesidades puede ser útil desarrollar tal o cual tecnología. Por ejemplo, en el contexto de la educación virtual, es fundamental desarrollar tecnología de *smartphones*, *tablets* y *laptops* que facilite el intercambio de datos a través de internet y permita una educación más inclusiva. Obviamente, también hace falta gestionar un centro nacional de estudios sobre vacunas contra epidemias. Asimismo, la masificación del uso de nuestros propios recursos, como el gas de Camisea, es algo prioritario. Ahora bien, el propio conocimiento científico y tecnológico no solo es utilizable por la sociedad en sí, sino

que también puede ser útil para los mismos investigadores en el sentido de que resuelve y también plantea nuevos enigmas que alimentan la curiosidad del estudioso. Por ende, no se debe pensar que *a priori* se deben investigar tales o cuales teorías o que se deben desarrollar tales o cuales tecnologías solo porque en los países potencia eso se está llevando a cabo y es lo que está de moda. Debemos recordar que la utilidad del conocimiento científico y tecnológico es construida socialmente (Alonso y Naidorf 2019).

La idea es que los investigadores deberían estar preocupados sobre los asuntos que inquietan al ciudadano de a pie. En este ámbito, se debería buscar la tan ansiada innovación. Y esto tendría que formar parte de las políticas públicas que enfoquen al país como un ente productor (y no solo receptor) de conocimiento científico y tecnológico. El problema es que los políticos actualmente no sienten que nuestro país, el Perú, deba dejar de ser un mero exportador de materias primas. Muchos creen que el país se arriesga demasiado si se atreve a innovar en investigación. Incluso, los mismos ciudadanos dudan cuando se trata de comprar ropa hecha en el país, como si nuestros productos fueran malos de por sí. En nuestro caso, ni siquiera tenemos un Ministerio de Ciencia y Tecnología que pueda tener capacidad de decisión y gasto adecuados. De hecho, en la campaña política del 2021 solo un intelectual, Modesto Montoya, pudo levantar su voz a favor de un ministerio de esa naturaleza (*RPP*, 19 de mayo del 2021). Actualmente, no se destinan suficientes recursos al sector de la ciencia y la tecnología, porque estamos bajo un régimen neoliberal que considera que la ciencia y la tecnología llegan por sí solas mediante el intercambio comercial que realizamos con los países potencia. Esto tiene que acabar.

El país en algún momento de nuestra historia llegó a tener bonanza a causa de la venta de ciertos recursos clave que después fueron reemplazados en el extranjero por sintéticos químicos, como ocurrió con el guano y el salitre. Específicamente, fue Fritz Haber, premio Nobel de Química, quien estudió un modo para fabricar fertilizantes artificiales (como el amoníaco) a través de la obtención del nitrógeno para enriquecer las tierras de cultivo. De este modo, se comprueba que los extranjeros lograron su autonomía en términos de recursos cuando aplicaron la ciencia y la tecnología para dejar de depender de nosotros. Precisamente, eso es lo que nos toca hacer.

No obstante, para conseguir esto, se debe enfatizar más en las ciencias «duras» y las tecnológicas que en las ciencias sociales y las humanidades, pues hasta el 2010 era mayor el número de títulos de doctor entre las ciencias sociales y humanidades que en el primer rubro y esto es profundamente problemático. Además, mientras que los países con mayor desarrollo científico y tecnológico son Argentina, Brasil, Chile y México, los demás casi ni aparecen entre las mediciones sobre producción intelectual y de patentes a nivel mundial. Según Albornoz:

«Una tipología de países en función del grado y estilo de su desarrollo tecnológico, adoptada por algunos organismos internacionales, discrimina cuatro categorías (...). La primera categoría es la de los países científicamente avanzados, los que se caracterizan por disponer de capacidad científica propia en la mayor parte de las áreas de la ciencia y de la tecnología. Son los responsables de la gran mayoría de los artículos científicos que representan la corriente principal de la ciencia y realizan más del ochenta por ciento de la inversión mundial en I+D.

»La segunda categoría es la de los países científicamente en progreso. Estos países tienen una capacidad para la ciencia, la tecnología y la innovación que está dentro de los promedios internacionales, aunque en ciertos campos disciplinarios puedan mostrar una singular fortaleza.

Estos países generalmente han hecho grandes inversiones en la infraestructura requerida para construir una base científica, y algunos de ellos han experimentado importantes avances en el papel que desempeñan en la ciencia y la tecnología a nivel internacional.

»La tercera categoría corresponde a los países científicamente en desarrollo. Ellos tienen una capacidad en ciencia, tecnología e innovación por debajo del promedio internacional, aunque algunos de ellos están capacitados en algunas actividades. Algunos de estos países tienen buenas capacidades que atraen la cooperación internacional. Algunos podrían avanzar a la categoría en progreso si incrementaran su inversión en I+D. Finalmente, se encuentra el conjunto de los países carentes de ciencia, tecnología e innovación. Éstos han fracasado en transformar el conocimiento, la educación y el aprendizaje en instituciones o actividades que promuevan la ciencia y la tecnología.

»Ningún país iberoamericano, hasta el presente, forma parte de la primera categoría. Brasil es el único que con toda propiedad integra la segunda. México, Argentina y Chile y algunos otros países se ajustan a la descripción de la tercera y el restante grupo puede ser bien encuadrado en la cuarta» (Albornoz 2012: 215).

Todo parece indicar que América Latina aun no explota todo su potencial en cuanto a la investigación. Básicamente, la región todavía depende del exterior mientras que en el extranjero tienen tanto desarrollo propio que pueden darse el lujo de ser endógenos en lo que respecta a ciencia, tecnología e innovación. Lo único bueno de América Latina es que es una buena fuente de materias primas baratas para las superpotencias y esto puede generar suspicacias de todo tipo (Sagasti 2011). Escribe Won-Ho Kim, economista y profesor de la Escuela de Estudios Internacionales de la Universidad Hankuk de Estudios Extranjeros:

«(...) América Latina podría haber crecido a una tasa dos o tres veces más alta si hubiera construido una economía de escala por medio de la liberalización y la integración. Y aunque hubo muchas excusas, sociales, políticas, históricas, económicas e internacionales, la explicación radica en una actitud negligente que derivó en un fracaso evidente. (...).

»Esta puede ser la última oportunidad para los países de América Latina, por lo que es necesario que la aprovechen para las próximas décadas. La globalización exige una “acción política creativa” y, en ese sentido, ninguna nación puede desconocer el sistema de mercado, ni ignorar las corrientes globales de cambio, el nacimiento de nuevas culturas y sistemas de valores. La estrategia política de cada país debería tener en cuenta las dinámicas de la globalización, pues el costo de no hacerlo es enorme. La ventaja es que el actual crecimiento genera más posibilidades que nunca para implementar programas, por más costosos que sean, para garantizar el desarrollo sostenible. Pero para ello los líderes políticos deberían invertir mirando al futuro y ser capaces de movilizar a la nación sobre la base de una visión común de desarrollo, destinar más recursos a la educación básica y la investigación, implementar políticas de competitividad, tanto en el ámbito estatal como en el privado, realizar inversiones en infraestructura y en infraestructura social y desarrollar la sociedad civil como un segundo agente de la gobernabilidad» (Kim 2008: 43-45).

Por ende, es importante auspiciar investigaciones para formular, por ejemplo, un Proyecto de Desarrollo Nacional y Latinoamericano o un diagnóstico con fines de planificación nacional y latinoamericano. La política científica y tecnológica debe hacer posible que podamos contar con nuestros propios científicos, tecnólogos e ingenieros y eso implica garantizarles condiciones mínimas vitales y económicas, así como reconocimiento a nivel social. Es evidente que Latinoamérica tiene ingenio, pero sus mejores científicos, tecnólogos e ingenieros terminan formando parte de las filas de los centros de investigación extranjeros y, al no ver mejores condiciones que las ofrecidas afuera, deciden no volver a la patria. Estamos ante la llamada «fuga de talentos». Y hasta cierto punto esto es comprensible.

La ciencia, la tecnología y la ingeniería es lo que ha impulsado a las grandes naciones desde el siglo XIX. Tanto Inglaterra como Alemania y Estados Unidos han prosperado porque sus científicos han sido exitosos a la hora de resolver problemas

tanto regionales como globales. Sin embargo, bajo un discurso neoliberal nos quieren vender la idea de que es mejor que nosotros reduzcamos el ámbito de influencia del Estado para que las grandes empresas puedan negociar con tranquilidad y así incrementar la inversión en la región. Sin embargo, el Estado mínimo, que con tanta pompa los neoliberales difunden, no se aplica ciertamente en esas mismas regiones del llamado *Primer Mundo* (Figueroa, Sánchez y Vidales 2009).

No podemos seguir pensando que en el Perú y en Latinoamérica solo nos queda esperar a que buenamente las grandes potencias mundiales nos salven como hacen creer las películas de Hollywood. Nuestros políticos deben ver este territorio como lo que es, un lugar donde hubo y hay todavía gran potencial. Incluso, históricamente, las civilizaciones que antecedieron a los incas realizaron grandes proezas a nivel científico y tecnológico como la domesticación de la papa, las trepanaciones craneanas o la construcción de los andenes, puentes, acueductos y hasta embarcaciones para navegar. Todo esto hoy en día parece no motivar a ningún líder político peruano.

### ***Propuestas para conseguir el desarrollo***

Las sugerencias más evidentes para mejorar nuestro nivel en materia de ciencia, tecnología e ingeniería pasan por muchas actividades. Es necesario incentivar movilizaciones de estudiantes de universidades latinoamericanas hacia universidades más desarrolladas (como las europeas y las de Estados Unidos). Se debe incrementar el número de doctores en el país y en la región. Hay que enfatizar en la transferencia de saberes entre los diversos centros de especialización, tanto nacionales como internacionales, aunque, según Modesto Montoya (2000), el problema polémico es que, en tanto estemos en competencia

dentro de un contexto económico del libre mercado capitalista, llevar esto a cabo de modo auténtico y desinteresado resulta altamente controversial. Además, es imperativo buscar la repatriación de los talentos que han migrado hacia el exterior, porque en la región no encuentran los estímulos económicos suficientes como para desarrollar investigaciones relativas a sus intereses. Hace falta que las universidades públicas de cada país interactúen con las universidades privadas a fin de que aumente el número de estudiantes formados en el extranjero en las universidades públicas. Se deben reformar los programas de formación a nivel de doctorado y posdoctorado de la propia región, tomando como referente lo que se hace en el extranjero, pero sin quedar solamente en una simple copia (Didou 2013).

Ahora bien, no todo depende de la voluntad política. También, hace falta inculcar una cultura del conocimiento en el país. Podría haber todo lo favorable a la difusión de la ciencia, la tecnología y la ingeniería, incluso los libros más relevantes al respecto podrían estar muy baratos, pero si las personas del país no valoran la ciencia ni la tecnología ni la ingeniería, no saben por qué es importante y no le ven sentido dedicarse a estas, de nada servirán todos esos esfuerzos. En este sentido, la educación y la gestión de la cultura serán de vital importancia para formar consciencia en el ciudadano acerca de la relevancia del desarrollo científico, tecnológico e ingenieril en la patria. De acuerdo con Morales-Bermudez (2011), las condiciones mínimas para realizar la investigación básica son:

- poseer talento científico,
- estar libres de preocupaciones de todo tipo,
- tener acceso a publicaciones científicas,
- gozar de libertad académica,

- estar en contacto con otras fuentes de investigación del país y del extranjero y
- no requerir equipos muy costosos.

Esto quiere decir: «El deber del Estado y de la sociedad es crear y mantener estas condiciones mínimas para evitar que gente capacitada y con condiciones para la investigación científica emigre, pudiendo, si no lo hace, contribuir al desarrollo del país» (Morales-Bermudez 2011: 316).

Vamos a proponer que se relacione empresa, centros de investigación y Estado. Para ello, ordenemos algunas ideas. La infraestructura científico-tecnológica es el conjunto de los centros de investigación como, por ejemplo, academias, laboratorios, plantas industriales, institutos y universidades presentes tanto en el ámbito privado como en el ámbito público. Pues bien, es ahí donde se produce el conocimiento y la innovación. Lo importante es ver la forma en la que lo investigado pueda ser gestionado de la mejor manera posible. Además, sabemos que existe un grupo empresarial (la CONFIEP, la Asociación de Exportadores, la Cámara Nacional de Turismo, la Sociedad Nacional de Industrias) que cuenta con un fuerte capital y que podrían estar dispuestos a invertir en proyectos que les reporten ganancias. Asimismo, el Estado podría funcionar como intermediario y como orientador entre estos dos bloques. Esto no es nuevo y este tipo de gestión ya está expresada en el triángulo de Sábato:

«De acuerdo a este triángulo, el gobierno (primer vértice) debe gestionar la estructura científico-tecnológica instalada en los centros de investigación (segundo vértice) en comunicación constante con la estructura productiva representada por el colectivo de los empresarios (tercer vértice).<sup>17</sup> Al organizarse debidamente las relaciones entre estos vértices del triángulo de Sábato podrá seguirse una de las tantas pautas a tomar en cuenta para que se pueda hablar de progreso en nuestro país»<sup>18</sup> (Mora 2023: 249).

Esto facilitaría la labor de las autoridades políticas en lo que respecta al acercamiento de la infraestructura científico-tecnológica a instituciones de índole empresarial.

## **Conclusiones**

El positivismo como corriente que asociaba el progreso científico con el progreso social tuvo su momento de apogeo en el siglo XIX. Sin embargo, al no dar resultados inmediatos, esta perspectiva fue abandonada. Pero, los científicos latinoamericanos se mostraron entusiastas en sus diversas reuniones congresales. Ellos fueron conscientes del atraso de la ciencia regional y se plantearon maneras de resolver la situación, aunque el resultado no fue el esperado.

A mediados del siglo XX aparecieron dos teorías para explicar la pobreza de las sociedades de Latinoamérica. La primera fue la teoría desarrollista, según la cual el progreso debe lograrse esperando que los países más desarrollados guíen a los países en situación de pobreza aplicando sus recomendaciones políticas. La segunda fue la teoría de la dependencia, según la cual la falta de progreso en esta región del mundo se debe a que hay un plan para empobrecer a Latinoamérica sistemáticamente.

La política científica (y tecnológica) es un modo de gestionar los recursos y talentos del territorio nacional. A diferencia de la política de la ciencia que, en realidad, no elabora un plan sistemático para usar la ciencia y ponerla al servicio de las grandes mayorías nacionales, la política científica se perfila como

---

17. Sábato, recordemos, formaba parte del enfoque del PLACTS. Es evidente que debería formar parte de los planes del Estado y de la universidad el buscar relacionarse con el sector de las empresas para cumplir las relaciones necesarias del triángulo de Sábato (Sábato y Botana 1993).

18. Y en Latinoamérica.

una tarea urgente en los países latinoamericanos. El gobierno debe buscar una forma de controlar las capacidades investigativas de los hombres y mujeres del territorio y la mejor forma de hacerlo es mediante la teoría de la agencia.

El conocimiento científico, tecnológico e ingenieril es útil. Y esa utilidad debería ser dirigida hacia la resolución de nuestros problemas como sociedad, porque el significado de la utilidad es socialmente construido. Pareciera que estamos condenados a ser meros exportadores de materias primas mientras no se aúnen los esfuerzos para lograr un Ministerio de la Ciencia y la Tecnología en el Perú. En el extranjero se busca a través de la innovación tecnológica el modo de dejar de depender cada vez más de los recursos de América Latina. Eso deberíamos pensar en esta parte del mundo también. Pero el problema es que tenemos más estudiosos de la realidad social que de la realidad física y biológica. Por ello, la mayor parte de nuestros países no aparecen en los rankings de producción de conocimiento y patentes a nivel mundial. Y no carecemos de ingenio, pues sí tenemos talento, pero, paradójicamente, nuestros mejores investigadores terminan en las filas de los países potencia porque aquí no encuentran las oportunidades que en otros lados tienen. El cambio debe venir de la mano de la voluntad política y, en ese sentido, es urgente deshacernos del neoliberalismo si queremos ser dueños de nuestro propio destino.

Hay varias medidas que se deben tomar para solucionar nuestra situación de atraso científico y tecnológico. Algunas de ellas son la repatriación de los talentos fugados mediante la oferta de buenos puestos laborales y la propuesta de grandes fondos de financiamiento y reconocimiento social de la mano de los mejores centros de investigación. También se debe reformar los programas de doctorado y posdoctorado considerando

lo que se hace en el extranjero. Sin embargo, de nada servirá que los ciudadanos tengan más acceso a la cultura científica, tecnológica e ingenieril si es que no saben para qué sirve esta y si, además, más les importa que su país llegue al mundial de fútbol o el escándalo farandulero de la semana. Por ende, es necesaria una activa gestión cultural. Un modo de entender lo que se debe hacer en la región depende de la comprensión del triángulo de Sábato. Este esquema triangular relaciona universidades, empresas y Estado. El entendimiento de la necesidad de estas relaciones podrá generar mecanismos para que podamos superar nuestros problemas de atraso a todo nivel.

### ***Preguntas de reflexión***

1. ¿Cómo se relaciona el ascenso del positivismo en América Latina del siglo XIX con la visión de la ciencia y la tecnología como medios para superar la pobreza?
2. ¿En qué se diferencian la teoría del desarrollo y la teoría de la dependencia a la hora de explicar la situación de pobreza en los países en desarrollo?
3. ¿Cómo se relaciona la privatización económica con la transferencia de tecnología en América Latina en la era neoliberal?
4. ¿Cuál es la diferencia entre política de la ciencia y política científica? ¿Cuál es más relevante para el desarrollo de un país?
5. ¿Cómo pueden las empresas contribuir al desarrollo de la ciencia y la tecnología en América Latina sin distanciarse de los intereses nacionales y sociales?
6. ¿Qué papel desempeña el Estado en la promoción de la investigación científica, tecnológica e ingenieril?
7. ¿Qué afirma Ñaupas sobre las prioridades de la investigación científica?

8. ¿Qué propone Won-Ho Kim para impulsar el desarrollo científico, tecnológico e ingenieril en América Latina?
9. ¿Qué medidas se proponen en esta lectura para superar el problema del atraso científico, tecnológico e ingenieril en la región?
10. ¿Qué papel juegan las empresas y corporaciones en el Triángulo de Sábato mencionado en la lectura?

# *Anexos*

## *Reflexiones sobre la ética en la ingeniería*

Los ingenieros de nuestro país con su trabajo logran dar un servicio importante a la comunidad peruana. La ingeniería lo cubre todo, desde la ropa que usamos hasta los productos que comemos. Por ello, es deber del ingeniero vigilar el cumplimiento del Código de Ética del Colegio de Ingenieros del Perú (CIP 2018). No solo se trata de conservar los valores tradicionales como la honestidad, la lealtad y la verdad, sino sobre todo procurar que el cliente final (el usuario, el consumidor) tenga un buen producto, es decir, uno que le ayude, que le sirva, que cumpla con sus expectativas. No obstante, los escándalos que hemos presenciado han sido, por ejemplo, puentes que se han desplomado y latas que se venden como si contuvieran leche cuando, en realidad, no es así. Otro problema es que, lamentablemente, la ingeniería no se ha preocupado lo suficiente por cuidar el medio ambiente. Las sustancias con las que trata suelen ser tóxicas y, a veces, no ven otra solución que no sea la de arrojarlas al río. Eso debe enfocarse de mejor manera para hacer frente al urgente tema de la contaminación usando los recursos y la tecnología de nuestro tiempo.

Una reflexión final al respecto tiene que ver con pensar si, dadas las circunstancias neoliberales de nuestra política, el ingeniero es tan solo un rehén de las empresas privadas, ya que

como sabemos la Constitución defiende la inversión privada antes que a la población. El dilema está entre denunciar las malas prácticas que fomenta una empresa determinada y esperar a ser despedido o acomodarse a este sistema podrido (y carente de ética) y buscar cada uno acumular la mayor cantidad de riqueza posible a expensas de la población, que luego sufrirá las consecuencias de nuestra mala decisión. La situación pinta mal. Pero, una cosa debe quedar clara. Si nosotros no empezamos por cambiar, todo seguirá siendo lo mismo. Tenemos que pensar las cosas con detenimiento y reflexionar acerca del país que queremos forjar para las próximas generaciones. Eso es lo crucial.

---

19. Este texto se publicó originalmente en Mora (2020a).

# *En ingeniería, saber matemáticas no es suficiente para razonar con lógica<sup>20</sup>*

Romero, Mora y Valentín (2023) revelaron que los estudiantes de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) de Lima-Perú manejan estrategias argumentativas y habilidades de pensamiento crítico, pero no son muy dados a investigar las causas a nivel argumentativo, asimismo, son poco refutadores y, finalmente, tampoco tienen muy desarrollada la habilidad de la interpretación. En relación con esto, la propuesta del actual trabajo plantea que también podrían presentar dificultades a un nivel tan elemental como el de la lógica proposicional, específicamente, en relación a si son capaces de detectar la validez deductiva en las inferencias.

Farfán (2010) confirma el hecho de que en colegios existe desinterés por desarrollar el pensamiento lógico y crítico en los alumnos, incluso en un curso tan crucial como lo es el de matemáticas. Cerda y otros (2011) relacionaron el alto

---

20. Este artículo fue producto del Proyecto de Investigación Formativa VRI-UNI «Promedio académico y conocimiento acerca de la validez deductiva de los alumnos de la FIQT que cursan segundo año en la UNI, 2023», cuyo investigador principal fue Rafael Mora. El autor agradece a la FIQT de la UNI y también al alumno Alexander Guillén Olivera.

nivel de inteligencia lógica con el elevado rendimiento académico de algunos estudiantes de secundaria de Chile. Suarez y otros (2017) han concluido que los estudiantes de un instituto han reconocido que carecen del desarrollo del pensamiento lógico, pero, al mismo tiempo, aceptan que sería muy bueno manejar dicho pensamiento y que también sus docentes no enseñan adecuadamente cómo desarrollar este pensamiento lógico. Previamente, hace mucho tiempo hubo un trabajo paradigmático que intentaba relacionar el sexo y la edad, entre otras variables, con el promedio académico en la lógica matemática. Nos referimos al trabajo de Palacios y García (1998). El asunto se agrava cuando nos percatamos que en los exámenes de admisión de la mayoría de las universidades nacionales del país no se exige el valioso tema de la lógica cuantificacional de primer grado (Mora 2020b).

Huamaní y otros (2011) ya establecen estudios sobre el promedio académico en relación con el promedio en el examen nacional de Medicina. Este estudio lo realizan para saber qué recomendaciones hacer a los planes de estudio de las Escuelas de Medicina del país. Asimismo, Pozo y otros (2014) plantean una escala al respecto del promedio académico que usaremos y modificaremos en esta investigación. Palacio y otros (2012) han estudiado también el tema de la relación entre el promedio académico y el *burnout*. Precisamente, de ese texto extraemos la definición conceptual de la variable «promedio académico».

Asimismo, en Zenteno (2017) existe también el interés por saber cómo se relacionan el método de resolución de problemas con el promedio académico en lógica matemática. Esto último está muy conectado a nuestra investigación, aunque nuestro trabajo es más limitado porque solo busca analizar el concepto de «validez deductiva». También, en Inga, Basilio

y Peña (2017) existe el afán por saber qué aporta la inteligencia lógico matemática al promedio en general de los estudiantes de la Facultad Ingeniería Civil de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

Fiscal (2012) afirma que es necesario que el ingeniero tenga formación en lógica y así sea capaz de desarrollar su pensamiento crítico. Hernández y Ospina (2005) consideran que existe una «lógica de la ingeniería» y que los planes curriculares deberían incluir aquello sobre todo en lo que respecta a la capacidad de análisis, argumentación y creatividad. Evidentemente, se está aludiendo a la «lógica no formal». Al respecto, Perelman (2007) observa que muchos lógicos matemáticos han esparcido la idea de que la lógica y la lógica formal son prácticamente lo mismo. Esto ha entorpecido la concepción de la lógica como algo no formal y, como consecuencia, se ha alejado al público interesado en la lógica por hacerle creer que se trata de algo tan abstracto y alejado de la vida cotidiana como los logaritmos, las integrales y la teoría de números complejos. No obstante, la lógica es mucho más que simplemente eso. En realidad, hay una lógica que se ocupa de asuntos involucrados con la elaboración de argumentos, así como del pensamiento crítico. Este último es el caso de la lógica no formal.

Mariño y otros (2020) defienden la necesidad de incluir la enseñanza del pensamiento lógico dentro de la formación profesional del ingeniero. Iriarte y otros (2010) plantean algo semejante a este trabajo, pues consideran que es muy importante que se pueda conocer el modo en que los estudiantes universitarios razonan a fin de saber si su nivel y manejo del razonamiento es adecuado. Con esta información, se pueden crear cursos de lógica que atiendan esas necesidades. Además, Ruiz y otros (2016) dan cuenta del problema de eliminar el curso

de lógica en los cursos universitarios y, al mismo tiempo, exigirle al alumnado que pueda usar el pensamiento crítico o que tenga la capacidad de expresar ese pensamiento mediante su lenguaje. Por este motivo, recomiendan habilitar talleres libres donde los alumnos puedan acudir para mejorar o incrementar su pensamiento crítico en lo que respecta a la lógica.

Adicionalmente, Castorina (2004) enfatiza en el aspecto de la construcción y manutención de las creencias tanto por parte de los alumnos como por parte de los profesores. La idea es que los seres humanos vamos aceptando una serie de creencias que modificamos a conveniencia y en base a razones aceptables. Ahora bien, en este trabajo de investigación, precisamente, lo que buscamos es evaluar las creencias lógicas de los alumnos al respecto de la validez deductiva de algunas formas inferenciales que deberían conocer pues ya están recorriendo un camino universitario.

Al conocer los saberes lógicos que los alumnos de la UNI traen consigo, el docente podrá concentrarse en explicar la razón por la cual se fundamenta tal o cual inferencia. Por ejemplo, al cuestionar la «falacia de afirmación del consecuente» el estudiante podría conocer la razón por la cual Popper (1962) criticó al neopositivismo y así, entenderá, el rol de la ciencia en la sociedad actual. La relación con Popper es importante, pues el estudiante universitario, que conozca el planteamiento popperiano y su metodología de la investigación científica, estará más preparado y dispuesto a realizar una tesis, ya que la estructura de los proyectos de investigación en la actualidad no parte de la observación sino más bien del planteamiento de un problema tal y como Popper sugería.

Lo mismo sucede cuando los alumnos no saben diferenciar entre los conceptos de causalidad y correlación

(Roy-García y otros 2019). Precisamente, ese error se relaciona con la «falacia de cadena falsa». Igualmente, el buen uso del razonamiento lo puede conducir a entender lo que significa una refutación, específicamente, las aplicaciones del *Modus Tollens* en la ciencia en general y con respecto al método científico en específico (Alvarado 2005). Incluso, la propiedad que en matemática se conoce como transitividad, se presenta en la lógica bajo el nombre de «silogismo hipotético» y, para realizar este reconocimiento, supone de parte del alumno una mayor ventaja en cuanto al razonamiento válido consciente.

Además, la relación entre lógica e ingenierías no es nueva, pues existen muchos trabajos de grado que, específicamente, aplican lógica difusa. Esto sobre todo es más notable en las escuelas de ingeniería de sistemas (Guzmán y Castaño 2006). Asimismo, la Oficina Central de Calidad Universitaria de la UNI (2022) en su página web expone un documento titulado «Competencias que debe demostrar el estudiante al momento de egreso y que se logran a lo largo del Plan de Estudios». En dicho documento, en relación con la Facultad de Ingeniería Química y Textil (FIQT), si se buscan las competencias de comunicación y experimentación y pruebas, se pueden notar al menos tres capacidades transversales relacionadas con la lógica directamente: «Expresa con claridad y de manera concisa el mensaje a transmitir. (...) Adecúa su discurso según el tipo de audiencia para lograr un buen entendimiento e interpretación (...) Formula conclusiones lógicas y coherentes a partir de los resultados obtenidos y con criterio ingenieril» (2022: 2-4).

La lógica se encarga de expresar claramente el contenido de las proposiciones a través de la formalización o simbolización. Además, mediante la lógica, se puede traducir el significado de una expresión en lenguaje natural a una expresión

formal, de tal modo que pueda entenderse e interpretarse de mejor modo y, finalmente, la lógica ayuda a extraer conclusiones a partir de ciertas premisas.

Es interesante notar que en el plan de estudios (currícula) de la FIQT no se propone el curso de lógica matemática y, tampoco, su contenido está incluido en los cursos que le son más afines como el de matemáticas básicas. Sin embargo, sí se exige que el egresado posea capacidades transversales que están en plena relación con la lógica *per se*. A continuación, siendo el objetivo de este trabajo determinar el nivel de promedio académico del curso de matemáticas básicas y el nivel de conocimiento acerca de la validez deductiva de los alumnos de la FIQT de la UNI del 2023, se plantean los problemas y las hipótesis (generales y específicos) de esta investigación.

Problema General. ¿El nivel de conocimientos acerca de la validez deductiva de los alumnos de la UNI 2023 y el promedio académico del curso de matemáticas básicas de los alumnos de la UNI 2023 en qué relación se encuentran?

Problema Específico 1. ¿Cuál es el nivel de promedio académico del curso de matemáticas básicas de los alumnos de la UNI 2023?

Problema Específico 2. ¿Cuál es el nivel de conocimientos acerca de la validez deductiva de los alumnos de la UNI?

Hipótesis General. El nivel de conocimientos acerca de la validez deductiva de los alumnos de la UNI 2023 está por debajo del promedio académico del curso de matemáticas básicas de los alumnos de la UNI 2023.

Hipótesis Específica 1. El nivel de promedio académico del curso de matemáticas básicas de los alumnos de la UNI 2023 es notable.

Hipótesis Específica 2. El nivel de conocimientos acerca de la validez deductiva de los alumnos de la UNI 2023 es deficiente.

Para realizar esta investigación, nos basaremos en la metodología de la investigación propuesta por Hernández, Fernández y Baptista (2014). La investigación aquí desarrollada es teórica descriptiva relacional no causal, con un método cuantitativo. Asimismo, esta investigación es un estudio no experimental que cuenta con un diseño transversal de tipo correlacional. La población de este trabajo está conformada por 133 estudiantes del curso de matemáticas a partir del tercer al décimo ciclo de los estudiantes de la UNI en el 2023. Considerando que el margen de error es de 5% y la población es de 133, se obtiene un resultado de muestra de 100 estudiantes. De esta muestra, se realizarán las investigaciones sobre las dos variables de estudio, pudiéndose visualizar el nivel de correlación que existe entre las mismas. El instrumento ha sido realizado con la finalidad de medir el conocimiento de la validez deductiva de la muestra y la nota promedio del curso de matemática ayudará como medida del promedio académico.

Luego de realizar tanto el diseño de investigación correlacional como la tabulación de los resultados, usando las herramientas de la estadística descriptiva, las hipótesis formuladas para responder los problemas generales y específicos han sido evaluadas mediante una prueba estadística de chi cuadrado tomando en cuenta un nivel de significancia de 0.05. La meta de la prueba chi cuadrado es determinar si las dos variables consideradas en la investigación guardan relación o no.

Los aspectos únicos de los indicadores de cada variable han servido en la formación de los ítems para la realización del instrumento de recolección de los datos investigativos. Se ha

realizado un instrumento de recolección de información válida de la segunda variable y el promedio de la asignatura de matemática permitirá obtener la información adecuada para la primera variable.

La primera variable «promedio académico» ha sido evaluada con el promedio obtenido de los estudiantes en la asignatura de matemáticas. La segunda variable «conocimiento acerca de la validez deductiva» se ha medido a través de la aplicación de una encuesta con 20 ítems relacionados con esta variable. El proceso de validación de contenido del instrumento se ha dado por juicio de expertos. Los investigadores consultados fueron Nilton Ángel Garay Zubia, Miluska Karen Chamochumbi Cerrate, Felicitas Rondan Zamata y Pedro Jesús Casillas Llerena.

La confiabilidad del instrumento para la medición del conocimiento acerca de la validez deductiva se ha realizado mediante la prueba de coeficiente KR-20. Esto se presenta debido a que el instrumento contiene ítems dicotómicos, en otras palabras, cada ítem del instrumento contiene dos valores, uno respuesta válida y la otra inválida. De tal forma podemos decir que los valores se encuentran entre 0 y 1, cuando el valor que se tenga es menor a 0.8 en el instrumento indica una variabilidad heterogénea en los ítems y, por ende, puede generar conclusiones erróneas, lo que se presentaría como inconsistente. Por otro lado, si los valores son comprendidos entre 0.8 y 1, se puede afirmar que el instrumento analizado tiene confiabilidad. Usando el programa estadístico SPSS en su versión 25 se calculó el valor del índice KR-20, en la que el resultado confirma la confiabilidad del instrumento, por lo que el valor de 0.814 para la prueba nos asegura una alta confiabilidad. Este trabajo estadístico ha sido vigilado por Laleshka Marina Ramirez Pozo.

## **Resultados**

Como se mencionó antes, la primera variable «promedio académico», ha sido medido por las notas promedio de los alumnos en el curso de matemática. Mientras que la segunda variable «conocimiento acerca de la validez deductiva» fue medida por una prueba de conocimiento acerca de la validez deductiva.

El proceso para recolectar datos correspondientes a la primera variable de estudio se presenta de la siguiente manera: el investigador seleccionó de forma aleatoria estudiantes del tercer, cuarto ciclo en adelante de la FIQT – UNI, y se consideró las pruebas de 100 estudiantes, los cuales pertenecen a la muestra de estudio. Previamente a la realización del instrumento de conocimiento acerca de la validez deductiva, se detalló la manera en la que tenía que responder las preguntas de cada ítem, así como el tiempo y una explicación breve sobre el instrumento a aplicarse.

La recolección de datos de la otra variable, sobre la nota de los alumnos en la asignatura de matemática, fue dada a través de uno de los ítems presentado en el instrumento a desarrollar, en la que se le pide al estudiante indicar cual fue el promedio obtenido de la asignatura de estudio.

El procesamiento de la información y análisis de los resultados del examen de conocimientos acerca de la validez deductiva y de las notas en la asignatura de matemática se ha realizado de manera manual y tecnológica. Los resultados se han detallado en cuadros y tablas estadísticas. Se continúa describiendo de manera precisa el tratamiento estadístico y de análisis realizado en la investigación.

La primera variable «promedio académico» se midió en los 100 alumnos que formaron parte de la muestra, considerando

las calificaciones obtenidas en el curso de matemática que los estudiantes brindaron como respuesta en uno de los ítems del instrumento. La información fue recogida de los alumnos del 3er ciclo hasta el 10mo ciclo de la UNI 2023. Las notas de los alumnos presentan una escala vigesimal, es decir, el puntaje se encuentra entre 0 (puntaje mínimo) y 20 (puntaje máximo).

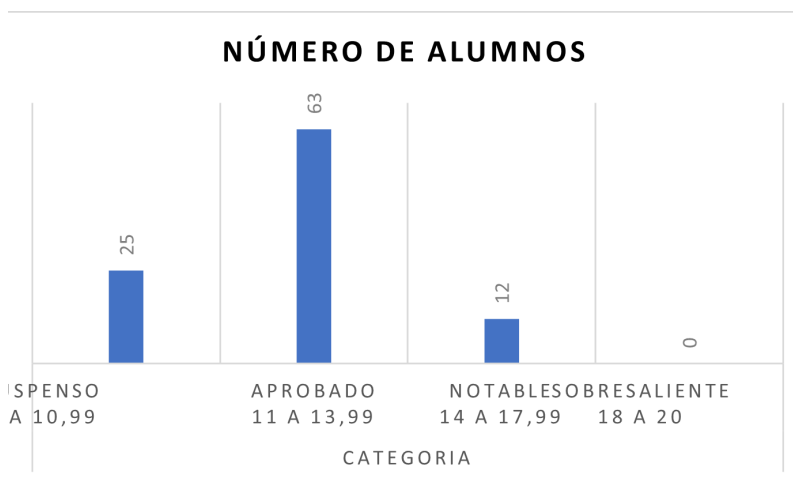
Para el trato de la variable se estableció una escala que toma en cuenta 4 categorías. Estas son: «Suspenso» de 0 a 10,99, «Aprobado» de 11 a 13,99, «Notable» de 14 a 17,99 y por último «Sobresaliente» de 18 a 20 puntos. La información se ha procesado considerando los lineamientos estadísticos que permiten organizar la información pues así es más fácil de poder ser interpretada.

Tabla 1. ¿En qué rango de encuentra su promedio obtenido en el curso de Matemáticas básicas?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Entre 0 a 10,99 Suspenso	25	25,0	25,0	25,0
Entre 11 a 13,99 Aprobado	63	63,0	63,0	88,0
Entre 14 a 17,99 Notable	12	12,0	12,0	100,0
Entre 18 a 20 Sobresaliente	0	0	0	0
Total	100	100,0	100,0	

Se puede notar en la tabla las calificaciones de los alumnos en relación a la primera variable, promedio académico. Se observa que los puntajes se encuentran comprendidos entre 0 y 17,99, es decir, de 20 puntos que el promedio académico puede tener. Se visualiza que el puntaje mayor obtenido es de 17,99 puntos con un 12% de alumnos ubicados en la categoría «Notable», mientras que en el caso de menor puntaje se sitúa en el intervalo de 0 a 10,99 puntos con un 25% ubicados en la categoría «Suspenso». Por otra parte, se observa a un 63% de los estudiantes obteniendo puntajes entre 11 a 13,99 dentro de la categoría «Aprobado», siendo este el mayor porcentaje de notas obtenidas en la asignatura de matemática.

Figura 1. Dispersión de frecuencia absolutas



En las tablas se observa la distribución de frecuencia, basada en la información obtenida del reporte de notas dado por los propios estudiantes cuando se les aplicó el instrumento, donde se presenta los puntajes donde 25% de los encuestados están ubicados en la categoría de «Suspenso», un 63%

se sitúa dentro de la categoría «Aprobado», mientras un 12% de los alumnos en la categoría «Notable». Asimismo, ninguno alcanzó un puntaje «Sobresaliente». En la figura de dispersión de frecuencias absolutas se confirma que los alumnos se sitúan en 3 de las categorías: Suspenso, Aprobado y Notable.

La segunda variable «Conocimiento acerca de la validez deductiva» fue realizada en los 100 alumnos que constituyeron la muestra de estudio a través de una prueba de 20 ítems, con un puntaje máximo de 20 puntos. Dicha prueba puede verse aquí: <https://forms.gle/PDZj6m7JdJZGBY8TA>. El puntaje que se puede obtener de cada ítem es igual a una calificación con números enteros positivos que oscilan entre 0 o 1. Se estableció una escala que toma en cuenta 4 categorías y una puntuación que oscila entre 0 como mínimo puntaje y 20 como máximo puntaje. Para el procesamiento de esta variable, se estableció una escala que toma en cuenta 4 categorías, siendo estas las mismas que en el caso anterior.

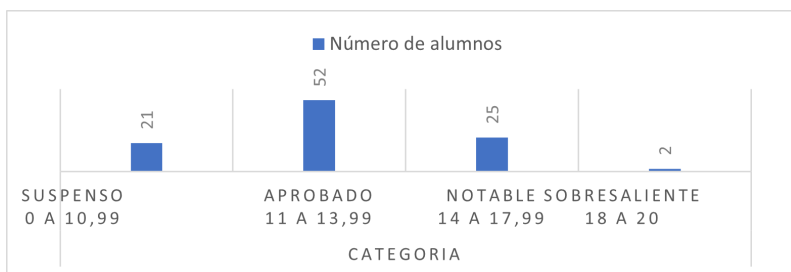
Tabla 2. ¿En qué rango de encuentra su promedio obtenido en el conocimiento de la validez deductiva?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Entre 0 a 10,99 Suspenso	21	21,0	21,0	21,0
Entre 11 a 13,99 Aprobado	52	52,0	52,0	73,0
Entre 14 a 17,99 Notable	25	25,0	25,0	98,0

Entre 18 a 20 Sobresaliente	2	2,0	2,0	100,0
Total	100	100,0	100,0	

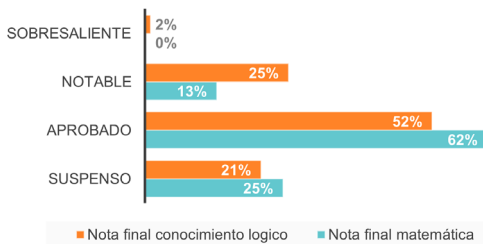
Se puede observar en la tabla la frecuencia de los resultados totales que se obtuvieron en el instrumento de conocimiento sobre la validez deductiva de cada estudiante. Del análisis se puede observar que el 21% de los estudiantes obtuvieron notas entre 0 a 10,99 ubicados en la categoría «Suspenso», lo que indica que, de los 100 estudiantes encuestados, 21% no tiene un conocimiento deductivo siendo necesario enfocarse en el desarrollo del mismo. Por otra parte, se muestra a un 52% y 25% de los estudiantes que obtuvieron notas «Aprobatorias» y «Notorias», que oscilan entre el rango de 11 a 17,99, lo que expresa que un 77% de los encuestados tienen un conocimiento deductivo medio, siendo el de menor puntaje la categoría «Sobresaliente» con el 2%, lo que nos indica que el porcentaje de estudiantes con un alto conocimiento deductivo lógico es bajo.

Figura 2. Dispersión de frecuencia absolutas



En la tabla de frecuencia absoluta se puede apreciar la dispersión, confirmando que los alumnos se encuentran entre las categorías «Suspenso», «Aprobado» y «Notable», siendo muy bajo la categoría «Sobresaliente».

Figura 3. Comparación de notas



En el gráfico de comparación de notas, se observa el análisis entre las variables de estudio donde se presentan las 4 categorías. La primera categoría «Suspenso» muestra a un 4% menos de estudiantes suspensos en la prueba de conocimiento lógico a comparación de los estudiantes de la asignatura de matemática. Del mismo modo, sucede en la categoría de «Aprobado» con una diferencia del 10% entre la prueba de conocimiento y de matemática. Por otro lado, se tiene la categoría «Notable», en la que se observa a un mayor número de estudiantes que alcanzaron esta categoría, visualizándose a un 25% de estudiantes que alcanzaron esta categoría en la prueba de análisis de conocimiento lógico, dejando un 13% de estudiantes en la asignatura de matemática. Dejando un 2% y 0% de estudiantes que llegaron a la categoría «Sobresaliente».

**Tabla 3. Estadísticos descriptivos y correlaciones entre variables de estudio**

	N	Media	Desv. Desviación
Promedio académico matemática	100	1,87	,597
Promedio conocimiento de la validez deductiva	100	2,08	,734
N válido (por lista)	100		

Se observa la tabla de estadísticos descriptivos, la media y la desviación estándar. Se puede constatar que, a pesar de que el promedio de la segunda variable es un poco más alto que el primero, es notable que hay más variación o dispersión en dicha variable.

**Tabla 4. Correlaciones entre variables de estudio**

		Promedio académico	Conocimiento de validez deductiva
Promedio académico	Correlación de Pearson	1	,745
	Sig. (bilateral)		,000
	N	100	100
Conocimiento de validez deductiva	Correlación de Pearson	,745	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	100	100

Por otra parte, se visualiza también los valores de la correlación entre las variables en donde el coeficiente de correlación

ción de Pearson es de 0.745. Ello muestra que hay un alto nivel de relación entre las variables.

El nivel de significación es la probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando es verdadera, por lo que en la presente investigación el nivel de significancia ha sido de 0.05. Dicho de otra manera, habrá un 95% de confianza en que se ha optado por la decisión correcta. Por ser la investigación de diseño correlacional, se ha elegido la prueba de hipótesis chi-cuadrado con apoyo de los softwares SPSS versión 25 y el programa Microsoft Excel 2019. A continuación, se presenta el proceso de contraste de hipótesis, donde  $H_0$  es la hipótesis nula y  $H_1$  es la hipótesis alterna respectiva:

#### Hipótesis General

$H_0$ : El nivel de conocimientos acerca de la validez deductiva de los alumnos de la UNI 2023 no está por debajo del promedio académico del curso de matemáticas básicas de los alumnos de la UNI 2023.

$H_1$ : El nivel de conocimientos acerca de la validez deductiva de los alumnos de la UNI 2023 está por debajo del promedio académico del curso de matemáticas básicas de los alumnos de la UNI 2023.

#### Hipótesis Específica 1

$H_0$ : El nivel de promedio académico del curso de matemáticas básicas de los alumnos de la UNI 2023 no es notable.

$H_1$ : El nivel de promedio académico del curso de matemáticas básicas de los alumnos de la UNI 2023 es notable.

#### Hipótesis Específica 2

$H_0$ : El nivel de conocimientos acerca de la validez deductiva de los alumnos de la UNI 2023 no es deficiente.

$H_1$ : El nivel de conocimientos acerca de la validez deductiva de los alumnos de la UNI 2023 es deficiente.

La prueba estadística chi cuadrado es una prueba de comparación de hipótesis que sirve para saber si las variables tienen alguna relación. Por lo tanto:

$p > \alpha$ , se acepta la hipótesis nula y la hipótesis alterna se rechaza.

$p < \alpha$ , se acepta la hipótesis alterna y la hipótesis nula se rechaza.

Tabla 5. Prueba estadística chi-cuadrado para la hipótesis general

Pruebas de chi-cuadrado									
	Valor	df	Signi- fica- ción asini- tótica (bila- teral)	Sig. Monte Carlo (bila- teral)			Sig. Monte Carlo (unila- teral)		
				Signi- fica- ción	Intervalo de confianza al 95%		Signi- fica- ción	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite supe- rior		Límite inferior	Límite supe- rior
Chi-cuadrado de Pearson	2,716a	6	,000	,000b	,000	,018			
Razón de verosimilitud	3,302	6	,000	,000b	,000	,018			
Prueba exacta de Fisher	2,380			,000b	,000	,018			
Asociación lineal por lineal	,202c	1	,000	,000b	,000	,018	,000b	,000	,018
N de casos válidos	100								

a. 5 casillas (41,7%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,24.

b. Se basa en 100 tablas de muestras con una semilla de inicio 2000000.

c. El estadístico estandarizado es 0,449.

La tabla representa la descripción de la prueba chi-cuadrado en la cual se ha conseguido el valor de  $p$  igual a 0.00, y, tomando en cuenta que  $\alpha$  tiene un valor de 0.05, entonces se observa que  $p < \alpha$ . En base a esto, se rechaza la hipótesis general nula y se acepta la hipótesis general alterna. Por tanto, se puede afirmar con un 95% de confianza que el nivel de conocimientos acerca de la validez deductiva de los alumnos de la UNI 2023 está por debajo del promedio académico del curso de matemáticas básicas de los alumnos de la UNI 2023. Del mismo modo, se rechazan las hipótesis específicas nulas 1 y 2 y se aceptan la hipótesis específicas alternas 1 y 2, afirmando con un 95% de confianza que se acepta que el nivel de promedio académico del curso de matemáticas básicas de los alumnos de la UNI 2023 es notable y que, a su vez, el nivel de conocimientos acerca de la validez deductiva de los alumnos de la UNI 2023 es deficiente.

### ***Discusión de resultados***

El objetivo general de la investigación fue saber si existe alguna relación entre el nivel de promedio académico del curso de matemáticas básicas y el nivel de conocimiento acerca de la validez deductiva de los alumnos de la FIQT de la UNI de segundo año en adelante en el 2023. El puntaje obtenido en el instrumento aplicado para medir el nivel de conocimiento acerca de la validez deductiva presenta un esencial diagnóstico para el presente estudio. Estos resultados mostraron que los estudiantes se sitúan entre 4 categorías: «Suspenseo», «Aprobado», «Notable» y, por último, «Sobresaliente». Estas categorías

también se muestran en el análisis de los promedios académicos de la asignatura de matemáticas básicas. De tal forma, la aplicación del Kr-20, cálculo de coeficiente de Pearson, la prueba estadística de chi-cuadrado y los cálculos estadísticos son evidencia de que se presenta una alta relación significativa entre las dos variables de estudio.

Esto se puede interpretar asumiendo que los cursos de matemática que se imparten en la FIQT enseñan algunas habilidades lógicas, pero no todas las habilidades suficientes como para poder enfrentar exitosamente un test simple de contenidos lógicos básicos. Por ende, la lógica con un enfoque argumentativo y formal-operativo debería enseñarse en la facultad para que el estudiante pueda tener cubierto ese aspecto de su conocimiento del cual aun carece.

Todo indica que el alumno es un experto cuando se trata de seguir reglas o de actuar como un autómatas cuando se trata de realizar alguna tarea técnica. Sin embargo, cuando se busca que el alumno razone, piense y ejecute pensamiento crítico los resultados no son satisfactorios porque en su carrera no han conocido algo semejante. Por ende, no les queda otra que improvisar o intentar «sonar» lógico en sus respuestas.

La lógica es relevante y su papel en la formación profesional es necesaria. Considérese el hecho de que con la lógica deontica los abogados pueden comprender cómo se demuestran los razonamientos jurídicos más elementales (Llanos 2003 y Mora y otros 2023). Sin embargo, no solo es valiosa para el abogado, sino también para el ingeniero. El problema es que la lógica no ha tenido un lugar adecuado dentro de la formación de los ingenieros, a pesar de que existe la idea de «razonamiento ético» en la carrera ingenieril (Chávez y Carbajal 2014). En ese sentido, la constatación de que, para los actuales alumnos de la carrera

de ingeniería, saber matemáticas no significa necesariamente saber lógica debería provocar reflexiones y discusiones acerca de lo que se entiende por matemática así como del objetivo de la formación universitaria de los futuros ingenieros.

Ahora bien, Serna y Polo (2014) sostienen que la lógica es necesaria para la formación de los ingenieros ya que esta capacidad les permite comprender los problemas a los cuales tienen que dar una solución rápida y práctica. Algo similar consideran Serna y Serna (2021) al afirmar que el razonamiento lógico es un requisito que deben cumplir los ingenieros para desarrollar adecuadamente sus funciones, tales como la elaboración de proyectos y la resolución de problemas. Especialmente, en este último trabajo se destaca el papel del lenguaje, el cual tiene un fuerte vínculo con la capacidad de razonamiento lógico formal de los ingenieros. Pero no se piense que la lógica solo se reduce a lógica clásica. En realidad, existe todo un abanico de lógicas no clásicas con reglas modificadas según lo amerite la circunstancia, que tiene aplicaciones en varios y disímiles aspectos del pensamiento.

La lógica permite tener mayor criterio y capacidad de análisis, y este es un asunto que están descuidando los actuales planes de estudio. Por lo anterior, lo que busca en esta investigación es motivar la implementación de cursos de lógica a nivel universitario en la UNI, pero direccionados hacia la reflexión y no solo hacia la resolución de problemas típicos. La lógica es un curso vital, pero, a veces, se le enseña solo con el afán de resolver problemas, es decir, se le reduce a su aspecto operatorio. En ese sentido, hace falta una dirección «filosófica» de dicho curso que lleve al estudiante a mejorar su reflexión y pensamiento crítico. Además, como ya se indicó antes, la Oficina Central de Calidad Universitaria espera que sus egresados posean capacidades que están en plena concordancia con la

implementación de un curso de lógica. Sin embargo, ningún curso del actual plan de estudio incluye contenidos mínimos de lógica.

### ***Conclusiones***

La prueba de conocimientos lógicos elaborada ha evidenciado que los alumnos de la UNI sí conocen de matemáticas, pero no, en la misma medida, conocen lógica. Esto significa que es urgente elaborar planes curriculares donde el contenido lógico se revele plenamente para ser aprendido y así se pueda subsanar esta deficiencia. Una cuestión importante para considerar es la siguiente: «¿acaso la lógica formal es la que se debe enseñar al ingeniero?». Evidentemente, para que un ingeniero pueda pensar lógicamente no basta que solo sepa matemáticas.

Para Miró Quesada (1968), la lógica (observada con los ojos del mundo de la vida) no solo debe considerar la validez formal, sino que también existen otros aspectos contextuales claves para el análisis integral de cada circunstancia. Dado que el pensamiento se dirige hacia algo de modo concreto, se necesita el conocimiento del contexto social (lo cual se relaciona con la situación vital del ingeniero) para saber de forma más cercana de qué se está tratando específicamente.

Un pensamiento correcto no solo es tal porque se acomoda a las leyes universales de la lógica, sino porque también depende de aspectos intencionales, sociales, históricos, personales que han funcionado como condiciones de posibilidad del mismo. En ese sentido, para entender la importancia de la lógica hace falta conocer también ese contexto social dentro del cual interactúa el futuro ingeniero. Solo así podremos entender lo valioso que es cultivar la lógica en el alumnado.

## *Sobre los autores*

### *Rafael Félix Mora Ramírez*

Es filósofo peruano, nacido en Lima el 10 de junio de 1986. Es doctor en Filosofía por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, donde también obtuvo los grados de bachiller, licenciado y magíster, con investigaciones centradas en la lógica y el análisis de las paradojas. Realizó además un posdoctorado en Ciencias en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Su trabajo académico se ha orientado principalmente a la lógica, la epistemología, la ética y la filosofía política. Es autor de numerosos libros, entre ellos *El valor de la lógica*, *Para comprender a las falacias*, *Investigando a la lógica desde un punto de vista filosófico*, *Temas actuales de ética y Lógica y paradojas* (en dos volúmenes), así como de una amplia producción de artículos publicados en revistas indexadas nacionales e internacionales. Parte de su investigación ha sido reconocida en bases como SCOPUS y ha publicado trabajos en el ámbito de la lógica formal, las paradojas semánticas y la enseñanza del pensamiento crítico. Ha participado como ponente y organizador en congresos internacionales y nacionales de filosofía, lógica y educación, y ha desarrollado proyectos de investigación financiados por universidades peruanas. Ha sido calificado como investigador RENACYT del CONCYTEC en distintos niveles y ha recibido el Premio de Lógica Francisco Miró Quesada Cantuarias, entre otras distinciones académicas. Además de su

labor investigadora, ha ejercido una intensa actividad docente y de asesoría de tesis, promoviendo la enseñanza de la lógica en distintos niveles educativos. Actualmente, es presidente del Instituto Peruano de Investigación de Lógica y Filosofía (IPI-LOF) y mantiene una activa presencia en espacios académicos y de divulgación filosófica.

ORCID: 0000-0002-6420-493X

### ***Luis Farid Valentín Ponce***

Es un estudiante del décimo superior de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería. Es coautor del artículo “*Argumentative strategies in the development of critical thinking skills in engineering students*” (2023). Cuenta con la certificación Certified Associated in Project Management (CAPM) por el PMI y BIM Modeler por ITCAD. Es ganador del concurso de redacción técnica comunicativa en el Congreso Nacional de Estudiantes de Ingeniería Civil 2020 y ganador del concurso de movilidad internacional a la Universidad Nacional Autónoma de México 2023-1. Se especializa en la rama de geotecnia minera y gestión de relaves. Actualmente desarrolla su tesis de licenciatura en análisis probabilístico de sensibilidad en el litoral peruano.

ORCID: 0000-0002-5194-3725

### ***Daniel Fernando Vega Meza***

Es un estudiante segundo puesto en su código de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería. Se desenvuelve como practicante del área de Dirección de Portafolio de Proyectos en Proinversion. Tiene principal interés en temas relacionados a Gestión de Proyectos públicos y privados, Metodologías ágiles para la gestión de proyectos y

BIM con énfasis en las habilidades blandas, inteligencia emocional, temas de ética relacionados a la ingeniería. Actualmente desarrollando una investigación que se enfoca en el análisis de islas de calor urbanas en Lima y una propuesta de estación meteorológica móvil. Es miembro del Grupo de Investigación Juan Bautista Ferro (GI JUBAFE) de la Universidad Nacional de Ingeniería, maestro de salsa en la agrupación de Salsa Universitaria del Perú - SALSUNI UNI, director del área de Gestión Pública en la agrupación GIT-UNI. Ha sido director financiero del Centro de Estudiantes de la Facultad de Ingeniería Civil FIC -UNI (CEIC), así como también sido director del área de conferencias en el Grupo de Análisis y Diseño Estructural (GADEST - UNI) fomentando una cultura de conocimiento. Ha sido miembro del proyecto PIMP en la agrupación Projecta-UNI cultivando los buenos valores en los futuros potenciales miembros. Ex becario del Curso de Extensión Universitaria (2024) de PROINVERSIÓN, así como también becario del Servicio Alemán Académico DAAD (2023) para una pasantía en tres universidades alemanas.

ORCID: 0009-0003-8360-313X

### ***Josep Jesús Abregu. Gonzales***

Estudiante de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería con una gran pasión por la gestión de proyectos, las metodologías ágiles y la reducción de desperdicios, además cuenta con sólidos conocimientos en Gestión de Proyectos, Lean Construction, S10, Ms Project, Power BI, Excel y Contratos NEC. Es miembro del Grupo de Investigación Juan Bautista Ferro de la Universidad Nacional de Ingeniería. Ha desarrollado artículos sobre la metodología LEAN los cua-

les han sido enviados al IGLC. Es practicante preprofesional en el Área de Control de Costos de Los Portales S.A.

ORCID: 0009-0003-5663-0474

***Richard Kent Miranda Chumbe***

Es actualmente estudiante de la Universidad Nacional Federico Villareal en donde cursa el tercer año de la carrera de Filosofía perteneciente a la facultad de humanidades. Ha participado como organizador en la presentación del libro llamado “Temas actuales de ética” del autor Dr. Rafael Félix Mora Ramirez. También participó como organizador del Taller de Didáctica Lógica; organizador del Campeonato Escolar de Lógica 2023 “Oscar Augusto García Zarate”; además de participar como Docente del Curso de Lógica en el Campeonato Escolar de Lógica antes mencionado que fue organizado por el Instituto Peruano de Investigación de Lógica y Filosofía (IPILOF) y el Departamento Académico de Filosofía de la Universidad Nacional Federico Villareal. Sus áreas de interés se centran específicamente en temas de ética, metafísica, filosofía política y lógica.

ORCID: 0009-0002-7973-7840



# Bibliografía

ALBORNOZ, Mario.

2012 «Los sistemas de ciencia, tecnología e innovación en Iberoamérica y en el mundo». En: AIBAR, Eduard y QUINTANILLA, Miguel. (eds.) *Ciencia, tecnología y sociedad*. Madrid: Trotta, 199-220

ALONSO, Mauro y NAIDORE, Judith.

2019 «La utilidad social del conocimiento como dimensión del análisis de los procesos de producción y uso del conocimiento científico». En: CASAS, Rosalva y PÉREZ-BUSTOS, Tania (Comps). *Ciencia, tecnología y sociedad en América Latina. La mirada de las nuevas generaciones*. Clacso, pp. 21-40  
[http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/gt/20190905052402/Ciencia\\_tecnologia\\_sociedad.pdf](http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/gt/20190905052402/Ciencia_tecnologia_sociedad.pdf)

ALTUBE, Ricardo.

2004 *La organización de ingeniería su dinámica, su génesis, su futuro*. Lima: Academia Nacional de Ingeniería  
<https://catalog.libraries.psu.edu/catalog/41919720>

ALVARADO, Carlos.

2005 *Epistemología*. Lima: Mantaro

ARANCIBIA, Marcelo y VERDUGO, Carlos

2012 «De la técnica a la tecnología». En: AIBAR, Eduard y QUINTANILLA, Miguel (Eds.) *Ciencia, técnica y tecnología*. Madrid: Trotta.

ARISTÓTELES

1998 *Ética Nicomáquea, Ética Eudemia*. Madrid: Gredos.

- BACON, Francis  
1979 *Novum Organum*. Barcelona: Fontanella.
- BASADRE, Jorge  
2005 *Historia de la República del Perú (1822-1933)* 10 (9.<sup>a</sup> edición). Lima: Empresa Editora El Comercio S. A
- BBC Mundo  
10 de junio del 2016 «La sorprendente reinención de la firma detrás del Kaláshnikov, el fusil más famoso del mundo». BBC News Mundo. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-36496813>
- BEORLEGUI, Carlos  
2010 *Historia del pensamiento filosófico latinoamericano*. Bilbao: Universidad del Deusto.
- BOLÍVAR, Antonio  
2005 «El lugar de la ética profesional en la formación universitaria». *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 10(24), 93-123.
- BOFF, Leonard.  
2004 *Ética y moral: La búsqueda de los fundamentos*. Santander: Sal Terrae.
- BRAVO, Ernesto  
2012 «Globalización, innovación tecnológica y pobreza. Aproximación a las nuevas conceptualizaciones en Latinoamérica». *Espacio Abierto. Cuaderno Venezolano de Sociología*. Vol. 21, N° 3, pp. 543-556.
- BORROMEIO, C.  
2023 «¿Qué es la tecnología?». *AZCATL Revista De Divulgación En Ciencias, Ingeniería E Innovación*, 1(1), 5–8. Recuperado a partir de DOI:10.24275/AZC2023B001
- BUNGE, Mario  
1980 *Epistemología. Curso de actualización*. Barcelona: Ariel.

- CARBAJAL, Cuauhtémoc y CHÁVEZ, Ezequiel  
 2014 *Ética para ingenieros*. México: Grupo Editorial Patria.
- CASTORINA, J.  
 2004 «Las creencias del sentido común de alumnos y profesores. Sus implicaciones para la enseñanza de la filosofía». *Revista de Teoría y Didáctica de las Ciencias Sociales*. N° 9, 169-188. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=65200910>
- CERDA, Gamal y otros  
 2011 «Inteligencia lógica y rendimiento académico en matemáticas: un estudio con estudiantes de Educación Básica y Secundaria de Chile». *Anales de Psicología*, vol. 27, núm. 2, 389-398. <https://www.redalyc.org/pdf/167/16720051015.pdf>
- CHEN, Al; SAWYERS, Roby y WILLIAMS, Paul  
 1997 «Reinforcing Ethical Decision Making Through Corporate Culture». *Journal of Business Ethics*, 16(8), 855–865. <https://doi.org/10.1023/A:1017953517947>
- CHONKO, Lawrence; WOTRUBA, Thomas y LOE, Terry  
 2003 «Ethics Code Familiarity and Usefulness: Views on Idealist and Relativist Managers Under Varying Conditions of Turbulence». *Journal of Business Ethics*, 42(3), 237–252. <https://doi.org/10.1023/A:1022261006692>
- Colegio de Ingenieros del Perú  
 2023 *Código de Ética*. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú  
[https://www.cip.org.pe/publicaciones/reglamentosC-NCD2018/codigo\\_de\\_etica\\_del\\_cip.pdf](https://www.cip.org.pe/publicaciones/reglamentosC-NCD2018/codigo_de_etica_del_cip.pdf)
- COPI, Irving y COHEN, Carl  
 2001 *Introducción a la lógica*. México: LIMUSA.
- CÓRDOBA, Mónica, y OSPINA, Javier.  
 2018 «Historia de la ingeniería». SERNA, Edgar (Comp.). *Ingeniería: Realidad de una disciplina*. Medellín: Instituto Antioqueño de Investigación, pp. 80-105.

- CROSS, Hardy  
1998 *Ingenieros y torres de marfil*. México: McGraw-Hill.
- CRUZ, Alfredo  
2009 *Filosofía Política*. Pamplona: Editorial Eunsa.
- CUEVAS, Alicia y otros  
2019 «Había una vez: historia de la ingeniería». *Extensionismo, Innovación y Transferencia Tecnológica: claves para el desarrollo*. Vol. 5, 15-33. <http://dx.doi.org/10.30972/eitt.503724>
- DA COSTA, R.  
2006 «Las definiciones de las siete artes liberales y mecánicas en la obra de Ramón Llull». *Anales del Seminario de Historia de la Filosofía*, 23,131-164. Universidad Complutense de Madrid: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=361133107008>
- DAGNINO, Renato, THOMAS, Hernán y DAVYT, Amílcar  
1996 «El pensamiento en ciencia, tecnología y sociedad en Latinoamérica: una interpretación política de su trayectoria». *Redes*. Vol. III, N° 7, pp. 13-51
- DETTMER, Jorge  
2003 «Ciencia, tecnología e ingeniería». *Revista de la Educación Superior*. Vol. XXXII (4), N° 128, pp. 81-93.
- DIDOU, Sylvie.  
2013 *La formación internacional de los científicos en América Latina*. *Debates recientes*. México: ANUIES
- DOMÍNGUEZ, Aristίδes  
2011 *Los ingenieros de la antigüedad*. Buenos Aires: Academia Nacional de Ingeniería.
- DRAPKIN, Israel  
1982 «Los “Códigos” pre-hamurábicos». *Anuario de Derecho Penal y Ciencias Penales*, T. 35, 2, 325–346.
- FARFÁN, Wilson  
2010 *El desarrollo del pensamiento lógico y su incidencia en el*

*proceso de enseñanza-aprendizaje en el área de matemática, de los niños del tercer año de básica la escuela "Agustín Iglesias", de la provincia del Azuay, cantón Sigsig, parroquia Ludo.* [Trabajo de graduación, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio institucional de la Universidad Técnica de Ambato  
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/7937/1/FCHE-EBS-1283.pdf>

FÉRNANDEZ-GONZÁLEZ, Manuel y TORRES-GIL, Antonio

2014 «Los dispositivos tecnológicos cotidianos en libros de texto. Presencia y análisis de las exposiciones». *Revista eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, Vol. 11, N° 3, 290-302.

FIGUEROA, Silvana; SÁNCHEZ, Germán y VIDALES, Alejandra (Coords.)

2009 *La ciencia y la tecnología en el desarrollo. Una visión desde América Latina*. Zacatecas: UAZ.

FISCAL, Claudia

2012 «Lógica, pensamiento crítico, argumentación y ética en la formación de ingenieros». *Innovación Educativa*, Vol. 12, N° 60, 137-146. <https://www.redalyc.org/pdf/1794/179426856010.pdf>

GALLEGOS, Héctor

1999 *La ingeniería*. Lima: UPC.

GARCÍA GUAL, Carlos

2006 «Los sofistas y Sócrates». En: CAMPS, Victoria (comp.). *Historia de la ética. 1. De los griegos al Renacimiento*. Crítica, 35-79.

GARCÍA, Nelson

2010 «Breve cronología del conocimiento científico-técnico desde la antigüedad hasta la ingeniería industrial». *Contribuciones a las Ciencias Sociales*. Octubre.

<https://www.eumed.net/rev/ccss/10/nhgb.pdf>

- GARCÍA, Óscar.  
2014 *Introducción a la Filosofía*. Gráfica Bracamonte
- GAY, Aquiles  
2014 «Introducción a la Ingeniería: La tecnología, el ingeniero y la cultura». *Argentina*: Brujas, 63–63.
- GIMÉNEZ, Ester  
2016 *Ética de la ingeniería civil. Reflexiones sobre el estado actual*. [Trabajo de fin de máster, Universitat de València] Repositorio UPV.  
<https://riunet.upv.es:443/handle/10251/72885>
- GONZÁLEZ PRADA, Manuel  
1985 *Obras*. 7 Vols., Lima: Copé.
- GRECH, Pablo  
2001 *Introducción a la Ingeniería, un enfoque a través del diseño*. México: Editorial Pearson.  
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000212249.locale=es>
- GUZMÁN, Daniel y CASTAÑO, Víctor  
2006 «La Lógica difusa en ingeniería: Principios, aplicaciones y futuro». *Ciencia y Tecnología*, 24(2): 87-107.  
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cienciaytecnologia/article/view/2640/2591>
- HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María  
2014 *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill/Interamericana Editores.
- HERNÁNDEZ, R. y OSPINA, L.  
2005 «Currículos estructurados en la lógica y el método de la ingeniería». *Revista Escuela de Ingeniería de Antioquía*, N° 4, 55-65.  
<https://www.redalyc.org/pdf/1492/149216912005.pdf>
- HUAMANÍ, Charles, GUTIÉRREZ, César y MEZONES-HOLGUÍN, Edward

- 2011 «Correlación y concordancia entre el examen nacional de medicina y el promedio ponderado universitario: análisis de la experiencia peruana en el periodo 2007-2009». *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 28(1): 62-71. <https://www.scielo.org/pdf/rpmesp/2011.v28n1/62-71/es>  
 INGA, Raúl, BASILIO, Héctor y PEÑA, Percy
- 2017 «Inteligencia lógico matemático y rendimiento académico en estudiantes de la Facultad Ingeniería Civil-UNCP». *Horizonte de la Ciencia*, 7 (13), 139-148. <https://www.redalyc.org/journal/5709/570960867010/570960867010.pdf>  
 IRIARTE, Fernando y otros
- 2010 «El razonamiento lógico en estudiantes universitarios». *Zona próxima*. N° 12, 40-61. <https://www.redalyc.org/pdf/853/85316155003.pdf>  
 JENSEN, Michael y MECKLING, William
- 1976 «Theory of the Firm: Managerial Behavior, Agency Costs and Ownership Structure». *Journal of Financial Economics*, 3 (4), 305-360.  
 JIMÉNEZ, Armando
- 2013 «Desarrollo tecnológico y su impacto en el proceso de globalización económica: Retos y oportunidades para los países en desarrollo en el marco de la era del acceso». *Visión Gerencial*, N° 1, pp. 123-150.  
 JIMÉNEZ, Zoraida
- 2010 «La construcción del villano como personaje cinematográfico». *Frame: Revista de cine de la Biblioteca de la Facultad de Comunicación*, N°6, pp. 285 - 311  
<https://idus.us.es/handle/11441/101627>  
 KANT, Inmanuel
- 1990 *Fundamentación para una Metafísica de las Costumbres*. Madrid: Espasa Calpe.

- 2003 *Critica de la razón práctica*. Buenos Aires: Losada.  
KIM, Won-Ho
- 2008 «América Latina en el siglo XXI: reflexiones críticas desde Asia». *Nueva Sociedad*. 214, marzo-abril, pp. 36-53  
<https://es.scribd.com/document/221442299/America-Latina-Desde-Otro-Lado-Globo>  
KNOLL, Manuel
- 2017 «Aristóteles y el pensamiento político aristocrático». *Revista de Filosofía*. Volumen 73, 2017, 87-106.  
L'ETANG, Jacquie
- 1995 «Ethical corporate social responsibility: A framework for managers». *Journal of Business Ethics*, 14(2), 125-132  
LIZARME, Nashely
- 2022 «La profesionalización de la ingeniería y la construcción del Perú moderno (1899-1930)». *Apuntes. Revista De Ciencias Sociales*, 49(91). 97-131  
LLANOS, Marino
- 2003 *Lógica jurídica. Lógica del proceso judicial*. Lima: Logos.  
LOZANO, Josep
- 1999 *Ética y empresa*. Trotta: Madrid.  
LALANNE, Ludóvic
- 1845 *Recherches sur le feu gregoirs, et sur l'introduction de la poudre a canon en Europe*. Paris: J. Corréard.  
MACINTYRE, Alasdair
- 1976 *Historia de la ética*. Paidós: Buenos Aires.
- 2001 *Tras la virtud*. Madrid: Crítica.  
MACIONIS, John y PLUMMER, Ken
- 2011 *Sociología*. Madrid: Pearson.  
MARIÑO, Armín y otros
- 2020 *Necesidad de valorizar el desarrollo del pensamiento lógico en la enseñanza de la ingeniería. Referencia pedagógica*. 9

(1), 3-14

MIRÓ QUESADA, Francisco

1968 *Lógica*. Lima: Universo.

MOHAMAD, Jorge

2017 «¿Qué entendemos por responsabilidad social y ética en la profesión de ingeniero?». Preprint del artículo publicado en *Revista La Ingeniería*, 1096.

<http://www.cai.org.ar/actualidad/revistas/1096.pdf>

MONTOYA, Modesto

2000 *Apuntes sobre ciencia y tecnología: Conceptos, relaciones institucionales y avances mundiales*. Lima: CEPRECYT.

MORA, Rafael

2019 «Mirando atenta y filosóficamente a la ciencia». *Ágora*, 2, 12 de diciembre. <http://agora.cdis.mx/mirando-atenta-y-filosoficamente-a-la-ciencia/>

2020a «Reflexiones sobre la ética de la ingeniería». *Humanidades Hoy*, 2, Año 1, Disponible en: <https://bit.ly/3hL2QoN>

2020b «Razones por las cuales la lógica cuantificacional de primer grado debe ser exigida por universidades públicas de Lima-Perú en sus temarios de exámenes de admisión». *Revista Educación*, 2020, 44(1), pp.173-191

<https://www.scielo.sa.cr/pdf/edu/v44n1/2215-2644-edu-44-01-00173.pdf>

2021 «Protágoras, las leyes y el castigo». *Anuario Colombiano de Ética*. 2 (2). pp. 119-131

[https://www.researchgate.net/publication/364356138\\_Protogoras\\_las\\_leyes\\_y\\_el\\_castigo](https://www.researchgate.net/publication/364356138_Protogoras_las_leyes_y_el_castigo)

2023 *Temas actuales de ética*. Lima: ACUEDI. <https://beta.acuedi.org/book/11441>

MORA, Rafael y otros

2023 *El problema de la esencia de la lógica jurídica*. Recomen-

*daciones didácticas*. Red Holos XXI.

<https://fondoeditorial.redholosxxi.com/index.php/libros/catalog/view/12/10/8>

MORALES-BERMÚDEZ, Francisco

2011 *El problema científico. Lógica, filosofía, planeamiento y desarrollo*. Lima: Universidad de Lima.

MORRESI, Sergio y VOMMARO, Gabriel. (comp.)

2011 *Saber lo que se hace: expertos y política en Argentina*. Buenos Aires: Prometeo.

MURPHY, Colleen y otros

2015 *Engineering Ethics for a Globalized World*. Suiza: Springer.

ÑAUPAS, Humberto

2009 *Metodología de la investigación científica y asesoramiento de tesis*. Lima: Grafica Retai.

OLIVÉ, León

2000 *El bien, el mal y la razón: facetas de la ciencia y de la tecnología*. Paidós.

ORTEGA Y GASSET, José

2013 *Meditación de la técnica*. Valencia: Universitat de València.

ORTIZ, Gustavo

2016 «Sobre la distinción entre ética y moral». *Isonomía*, 45, 113–139 [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_art-text&pid=S1405-02182016000200113&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_art-text&pid=S1405-02182016000200113&lng=es&tlng=es)

PALACIO, Jorge y otros

2012 «Relación del burnout y las estrategias de afrontamiento con el promedio académico en estudiantes universitarios». *Universitas Psychologica*, 11 (2), 535-544. <http://www.scielo.org.co/pdf/rups/v11n2/v11n2a15.pdf>

PALACIOS, Raúl y GARCÍA, Óscar

1998 *Lógica matemática como disciplina curricular. Una experiencia de investigación*. Lima: Taller de artes impresos.

- PARGA, Ernesto  
 2022 *Desnudando la democracia* [Entrada de blog].  
<https://ernestoparga.com/2022/12/30/desnudando-la-democracia/>
- PARKINSON, Stuart  
 2010 «The big issues». En: WFEO, CAETS y FIDIC (Comps.). *Engineering: issues, challenges, and opportunities for development*. Paris: UNESCO. 44-47  
<https://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/onu/484-eng.pdf>
- PERELMAN, Chaïm  
 2007 «Lógica formal y no formal». *Praxis Filosófica*, (25),139-144. <http://www.scielo.org.co/pdf/pafi/n25/n25a09.pdf>
- PLATÓN  
 2016 *Diálogos II: Gorgias, Menexeno, Eutidemo, Menón & Cratilo*. Madrid: Gredos.  
 1988 *Diálogos IV*. República. Madrid: Gredos.
- PLOTKIN, Mariano y ZIMMERMANN, Eduardo  
 2012 *Los saberes de Estado en la Argentina*. Buenos Aires: Edhasa.
- POLO, Miguel  
 2003 «Ética profesional». *Revista de investigación de la Facultad de Ciencias Administrativas*, 6(12), 69-78
- POPPER, Karl  
 1962 *La lógica de la investigación científica*. Madrid: Tecnos.
- POZO, Fermín, TRUJILLO, Pío y TARAZONA, Joel  
 2014 «Geometrización de la lógica proposicional y el aprendizaje de la lógica matemática en los alumnos del primer año de la facultad de Ciencias de la educación de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán Huánuco 2014». *Investigación Valdizana*, 8 (1), 36-40

<https://revistas.unheval.edu.pe/index.php/riv/article/view/282/269>

PRADOS, Alfredo

2009 *Filosofía Política*. Navarra: Ediciones Universidad de Navarra, S.A.

QUINTANILLA, Miguel

2005a *Filosofía de la tecnología*. México: FCE.

2005b *Tecnología: un enfoque filosófico y otros ensayos de filosofía de la tecnología*. Lima: UIGV.

RAIBORN, Cecily y PAYNE, Dinah

1990 «Corporate codes of conduct: A collective conscience and continuum». *Journal of Business Ethics*, 9(11), 879–889. <https://doi.org/10.1007/BF00382911>

RAPP, Friedrich

1981 *Filosofía analítica de la técnica*. Buenos Aires: Alfa.

RESÉNDIZ, Daniel

2011 *El rompecabezas de la ingeniería*. México: FCE.

RESOLUCIÓN 009-2020-CIP/TNE. Tribunal Nacional de Ética (20 de agosto del 2020). Recuperado el día 03 de febrero del 2024 en

<https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/mayo/portal/RESOLUCION-009-2020-CIP-TNE-Ing-Larky-Yanez-e-Ing-Raul-Sanchez.pdf>

RESOLUCIÓN 013-2020-CIP/TNE. Tribunal Nacional de Ética (6 de octubre del 2020). Recuperado el día 03 de febrero del 2024 en

[https://www.cip.org.pe/publicaciones/2020/octubre/portal/Resolucion-0013-\(Denuncia-contra-Ing.-Fidel-Sagastegui\).pdf](https://www.cip.org.pe/publicaciones/2020/octubre/portal/Resolucion-0013-(Denuncia-contra-Ing.-Fidel-Sagastegui).pdf)

RODRÍGUEZ, Alberto y VÉLEZ, Mauricio

2007 *Etimología de la palabra ingeniero*.

<https://juliangiraldofiles.wordpress.com/2007/05/etimologia-del-termino-ingeniero.pdf>

ROJAS, Miguel y RUÍZ, Carolina

2011 *Introducción a la Ingeniería. Guía profesional*. Bogotá: Ediciones de la U.

ROMERO, Rómulo, MORA, Rafael y VALENTÍN, Farid

2023 «Estrategias argumentativas en el desarrollo de las habilidades de pensamiento crítico en estudiantes de ingeniería». *Journal of Namibian Studies*. 33 SI2, 3389-3403

<https://doi.org/10.59670/jns.v33i.981>

ROY-GARCÍA, Ivonne, y otros

2019 «Correlación: no toda correlación implica causalidad». *Revista Alergia México*. 2;66(3): 354-360.

<https://www.scielo.org.mx/pdf/ram/v66n3/2448-9190-ram-66-03-354.pdf>

RUIZ, Diana y otros

2016 «La enseñanza de la lógica en un programa emergente: El caso de la Licenciatura en Filosofía de la Universidad Autónoma de Chiapas, un espacio de retos y posibilidades». MIJANGOS, T. (coord.), *Lógica, argumentación y pensamiento crítico*. 211-222. <https://tinyurl.com/yq8fqo4q>

SÁBATO, Jorge y BOTANA, Natalio

1993 «La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina». *Arbor CXLVI*, 575, 21-43.

SAGASTI, Francisco y PAVEZ, Alejandra

1989 «Ciencia y tecnología en América Latina a principios del siglo XX: Primer congreso científico panamericano». *Qui-pu*. Vol. 6, núm. 2, mayo-agosto, pp. 189-216

SAGASTI, Francisco

2011 *Ciencia, tecnología, innovación. Políticas para América Latina*. México: FCE.

- SARTORI, Giovanni  
2015 *Homo Videns*. Madrid: Taurus.  
SCHAB, Fred.  
1991 «Escolaridad sin aprendizaje: Treinta años de trampa en la preparatoria». *Adolescencia*. 26 (104), 839-847.  
SCHWARTZ, Mark  
2001 «The Nature of the Relationship between Corporate Codes of Ethics and Behaviour». *Journal of Business Ethics*, 32(3), 247–262 <https://doi.org/10.1023/A:1010787607771>  
SERNA, Edgar  
2009 «La Ingeniería». *Lámpsakos*, (1), 13–21. <https://doi.org/10.21501/21454086.749>  
SERNA, Edgar. (ed.)  
2018 *Ingeniería: realidad de una disciplina*. Antioquía: Editorial Instituto Antioqueño de Investigación.  
SERNA, Edgar y POLO, José  
2014 «Lógica y abstracción en la formación de ingenieros: una relación necesaria». *Ingeniería Investigación y Tecnología*, XV(2), 299-310.  
<https://www.scielo.org.mx/pdf/iit/v15n2/v15n2a12.pdf>  
SERNA, Edgar y SERNA, Alexei  
2021 «El razonamiento lógico como requisito funcional en ingeniería». En Edgar SERNA (ed.). *Métodos formales, ingeniería de requisitos y pruebas del software*. Instituto Antioqueño de Investigación, 98-109  
<https://www.cervantesvirtual.com/obra/metodos-formales-ingenieria-de-requisitos-y-pruebas-del-software-1197198/>  
SPEIGHT, James y FOOTE, Russell  
2011 *Ethics in Science and Engineering*. New York: Wiley-Scrivener.

- STEININGER, Judith  
2013 «Engineering». Salem Press Encyclopedia of Science. New York: Salem Press.
- STRAUSS, Leo  
1968 ¿Qué es la filosofía política? Estados Unidos: Nueva York.
- SUAREZ, Daniel y otros  
2017 «Desarrollo del pensamiento lógico y rendimiento académico de los estudiantes». *Dominio de las ciencias*. 3 (4), 870-901 <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6325528>
- VALENCIA, Asdrúbal  
1999 «El futuro de la Ingeniería». *Revista Facultad De Ingeniería Universidad De Antioquia*, (19), 85–92. <https://doi.org/10.17533/udea.redin.325836>
- 1997 «La magia y el arte de la Ingeniería». *Revista Facultad De Ingeniería Universidad De Antioquia*, (14), 95–107. <https://doi.org/10.17533/udea.redin.325680>
- 2000 «Breve historia de la Ingeniería». *Revista Facultad De Ingeniería Universidad De Antioquia*, (20), 119–136. <https://doi.org/10.17533/udea.redin.325852>
- 2004 «La relación entre la ingeniería y la ciencia». *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (31), 156-174. Universidad de Antioquia. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43003113>
- VALOR, Carmen, y DE LA CUESTA, Marta  
2007 «Códigos éticos: análisis de la eficacia de su implantación entre las empresas españolas cotizadas». *Innovar*, 17 (30), 19–30  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-50512007000200002&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-50512007000200002&nrm=iso)

- VESSURI, Hebe y SÁNCHEZ-ROSE, Isabelle  
2012 «Las políticas de ciencia y tecnología». AIBAR, Eduard y QUINTANILLA, Miguel. (eds.). *Ciencia, tecnología y sociedad*. Madrid: Trotta, pp. 251-276
- WEAVER, Gary y TREVIÑO, Linda  
1999 «Compliance and Values Oriented Ethics Programs: Influences on Employees' Attitudes and Behavior». *Business Ethics Quarterly*, 9(2), 315–335. <https://doi.org/DOI:10.2307/3857477>
- WOODCOCK, John  
2010 «Medical engineering». En: WFEO, CAETS y FIDIC (Comps.). *Engineering: issues, challenges, and opportunities for development*. París: UNESCO, pp. 133-135  
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000212249.locale=es>
- ZENTENO, Flaviano  
2017 «Método de resolución de problemas y rendimiento académico en lógica matemática». *Opción*, 33 (84), 440-470  
<https://www.redalyc.org/pdf/310/31054991016.pdf>

Publicado por ACUEDI Ediciones  
Diciembre 2025

*ACUEDI es lectura para todos*

***Si quieres apoyar nuestra línea editorial:***  
**<https://patreon.com/ACUEDI>**