

# Capítulo 5

## Importancia de la formación

### para la generación y apropiación de la cultura en Ética de la Investigación, Bioética e Integridad Científica

### Ciencias biomédicas e ingenierías

Sandra Viviana Cáceres Matta  
Rodrigo Hernán García Alarcón

#### Resumen

En el siguiente capítulo se presenta el marco teórico de la importancia de la formación para la generación y apropiación de la cultura en Ética de la Investigación, Bioética e Integridad Científica en las áreas biomédicas e ingenierías, desde la identificación de sesgos cognitivos, entendidos como patrón de conducta en el ejercicio y quehacer investigativo. Por lo anterior, el objetivo central de este capítulo fue el análisis de investigaciones, desde la literatura científica basada en la evidencia; primero, describiendo los sesgos cognitivos, actitudes y comportamientos relacionados con elementos éticos, bioéticos y de integridad científica en las dos áreas del conocimiento anteriormente mencionadas; y, luego, planteando la necesidad de la formación en el cambio de actitudes y comportamientos que contrarrestan todo lo que se opone a la Ética de la Investigación, Bioética e Integridad Científica —EIBIC—.

**Palabras clave:** Formación, Sesgos, Biomédicas, Ingenierías, Investigación, Educación.

#### Abstract

The following chapter presents the theoretical framework of the importance of training for the generation and appropriation of culture in research ethics, bioethics and the scientific

apparatus, as it is for the Biomedical and Engineering areas, from the identification of cognitive biases, understood as that pattern of conduct in the exercise and what to do investigative. Therefore, the central objective of this chapter was the analysis of research from the evidence-based scientific literature, describing the cognitive biases, attitudes and behaviors related to ethical, bioethical elements and scientific apparatus in the two previously mentioned areas of knowledge. and raising the need for training in the change of attitudes and behaviors that counteract everything that opposes the ethics of research, bioethics, and scientific apparatus —EIBIC—.

**Keywords:** Training, Bias, Biomedical, Engineering, Research, Education.

## Resumo

O capítulo seguinte apresenta o referencial teórico da importância da formação para a geração e apropriação de cultura em ética em pesquisa, bioética e integridade científica, como é para as áreas Biomédica e de Engenharia, a partir da identificação de vieses cognitivos. conduta no exercício e o que fazer investigativo. Portanto, o objetivo central deste capítulo foi a análise de autores da literatura científica baseada em evidências, descrevendo os vieses cognitivos, atitudes e comportamentos relacionados aos elementos éticos, bioéticos e de integridade científica nas duas áreas do conhecimento mencionadas anteriormente e levantando as questões necessidade de formação na mudança de atitudes e comportamentos que contrariem tudo o que se opõe à ética da pesquisa, à bioética e à integridade científica —EIBIC—.

**Palavras-chave:** Treinamento, Viés, Biomedicina, Engenharia, Pesquisa, Educação

## Introducción

La creciente globalización del comercio, la educación y la investigación ha dado como resultado una mayor colaboración entre instituciones y países, a nivel académico, con un aumento de proyectos y publicaciones científicas, tanto en el área biomédica como en el área de las ingenierías. De acuerdo con lo anterior, en las últimas décadas, el número de artículos científicos publicados en revistas monitoreadas por plataformas como SCOPUS aumentó alrededor de 1,1 millones a casi 2,2 millones de publicaciones. De igual manera, durante este mismo periodo, los investigadores de países de ingresos bajos y medianos aumentaron su porcentaje de conocimiento científico y técnico, con un incremento en sus publicaciones de alrededor de 9,5% a 13,7%. Esto llevó a realizar un análisis frente al proceso del método y la rigurosidad científica de la investigación, identificando los posibles sesgos que se derivan del mismo (National Science Foundation [NSF], 2016).

De igual manera, en los últimos 30 años, la coautoría de autores de más de un país aumentó del 8% al 19%, en relación con países como Estados Unidos y China; y los investigadores han incrementado su producción científica en ciencias de la salud alrededor de un 18,8% y en ingenierías 18,2% (Balz, 2022). Con este aumento de publicaciones, han llegado cada vez más informes de irregularidades en las conductas científicas, tanto a nivel de investigación formativa como estricta. Es por ello por lo que, actualmente, se ha centrado la atención en cómo las instituciones monitorean la conducta de los tutores o mentores, en relación con las conductas inapropiadas en el ejercicio de la investigación en todos los niveles de formación. Se han proporcionado modelos a seguir, por medio de capacitaciones en una investigación responsable, tanto a nivel de investigación formativa como de investigación estricta. Esto, con el objetivo de reducir los sesgos cognitivos, al igual que las malas conductas, tanto a nivel de los estudiantes en formación como de los investigadores tutores; especialmente, en las instituciones que tienen limitaciones en infraestructura y tecnologías de software para detectar, investigar o penalizar las malas conductas en investigación (Altman & Broad, 2005).

Por lo tanto, el objetivo del presente documento fue revisar la literatura basada en la evidencia científica publicada en la actualidad, para identificar los sesgos cognitivos, actitudes y comportamientos relacionados con elementos éticos, bioéticos y de integridad científica en el área de las ciencias biomédica e ingenierías, en relación con la generación y aporte al conocimiento desde la ciencia, tecnología e innovación. Al analizar los resultados de este proceso, se plantea la necesidad de formación en el cambio de actitudes y comportamientos que atenten contra la ética, bioética e integridad científica —EIBIC— en Colombia y en el ejercicio de la investigación.

Es por ello por lo que, desde la Mesa de Formación, el grupo de desarrollo conceptual ha trabajado en los últimos años en documentos que proporcionen a los actores del SNCTel, a nivel transversal, información sobre la formación de un marco de ética, bioética e integridad científica con estándares para la realización de prácticas y actividades en investigación. Esto, especialmente, en el ámbito multidisciplinario, donde es fundamental garantizar que los resultados de la investigación sean confiables, que la formación de los futuros investigadores se realice de manera ética y que las investigaciones mejoren nuestra comprensión del mundo y sus habitantes, de manera íntegra, respetando y protegiendo a los sujetos de estudio (tanto a nivel de humanos como de animales), en investigaciones en ciencias biomédicas, utilizados para aporte o generación de nuevo conocimiento.

Así mismo, la realización responsable de la investigación se basa en el comportamiento ético de los investigadores hacia los procesos y sujetos de la investigación, al igual que sus conductas con sus colaboradores o coinvestigadores. Por lo tanto, es primordial la generación de una cultura en relación con las actividades de supervisión de la integridad

científica a nivel de las instituciones o entidades que realizan investigación, para que estas incluyan dentro de su proceso de autoevaluación y calidad de las actividades de ciencia, tecnología e innovación el monitoreo de cada una de las etapas de desarrollo del proceso investigativo; al igual que capacitaciones en identificación e implementación de activación de rutas para controlar o minimizar los sesgos cognitivos, malas prácticas o actitudes de los investigadores con impacto en la veracidad de los procesos o resultados de investigaciones en las áreas biomédicas y de ingeniería. La Academia Nacional de Ciencias, Ingeniería y Medicina de Estados Unidos, en su informe *Fomento de la integridad de la investigación*, señala: «Practicar la integridad en la investigación significa planificar, proponer, realizar, informar y revisar la investigación de acuerdo con los siguientes valores: objetividad, honestidad, franqueza, responsabilidad, equidad, administración» (Committee on Responsible Science et al., 2017).

De igual manera, es importante para la práctica de la integridad en investigación proporcionar una ruta o estructura a través de la cual la mala conducta, praxis o sesgos en las actividades científicas se puedan identificar, informar y abordar, tanto a nivel formativo como a nivel estricto, en cualquier disciplina o área del conocimiento. Por lo anterior, el Consejo Internacional Académico, una organización multinacional de la ciencia académicas, afirma: «Las instituciones académicas son necesarias para denunciar eficazmente los procedimientos irresponsables en investigación y sus esfuerzos deben estar orientados a reducir el número de conductas y prácticas irresponsables por parte de los investigadores y su colectivo de colaboradores» (InterAcademy Council [IAC] & The Global Network of Science Academies [IAP], 2012).

De acuerdo con lo anterior, al hacer una investigación existen muchas formas de atentar contra la integridad del proceso investigativo o generar sesgos en las actividades de ciencia, tecnología e innovación. Algunas de estas prácticas involucran actividades a nivel de comportamientos que vulneran la calidad y confiabilidad de los datos o resultados de los estudios y llegan, incluso, a afectar la salud y la vida de poblaciones y otros seres vivos, así como la calidad del aire, entre muchas otras variables a nivel de ciencias biomédicas o ingenierías. Entre estas actividades o comportamientos se encuentran, por ejemplo, fabricar datos para los estudios (Kornfeld, 2012), al igual que realizar experimentos con protocolos no estandarizados o aprobados por las entidades correspondientes en humanos o animales, sin consentimientos informados (Dubois et al., 2013). Aunque este tipo de comportamientos puede resultar poco frecuente —pues podría llevar a acciones como el despido, retiro de los investigadores o, incluso, retiro de la financiación de la investigación—, hay otro subconjunto de comportamientos de mayor frecuencia que, aunque incluyen acciones menos graves relacionadas con los sesgos en el proceso de desarrollo de la investigación, pueden causar importantes problemas para los investigadores, instituciones y participantes humanos o sujetos de estudio animales, porque comprometen la integridad de los datos experimentales.

Este tipo de comportamientos incluyen, entre otros:

- no desarrollar adecuadamente el proceso de consentimiento informado para la realización de prácticas con fines investigativos;
- desviar u omitir los protocolos de investigación;
- descuidar la supervisión de los procesos dentro del proceso de formación (por lo tanto, puede aumentar el riesgo de falsificación de los datos).

Tales comportamientos pueden reflejar sesgos y falta de rigurosidad, en lugar de una intención de cometer irregularidades dentro del proceso o fases de la investigación; sin embargo, pueden llevar a acciones disciplinarias graves por parte de los entes reguladores de la integridad del proceso de investigación dentro de las instituciones que realizan o financian los proyectos. De acuerdo con esto, dentro de las penalidades que se pueden implementar en relación con la mala práctica o comportamiento por parte de los investigadores, la literatura científica reporta su suspensión; que puede ser temporal o definitiva, dependiendo de la gravedad de la acción. Por eso las instituciones buscan que ese tipo de comportamiento no se repita en la comunidad científica e investigativa.

En su primera parte, el siguiente texto presenta —desde una revisión bibliográfica— un desarrollo conceptual sobre la importancia de la formación para un cambio de la cultura de la EIBIC. Como segundo elemento, se abordan los sesgos cognitivos que pueden impactar en la exactitud o veracidad de un fenómeno en estudio, así como influir en las actitudes y comportamientos en la EIBIC. Por último, se propone la necesidad de la formación en las actitudes y comportamientos que contrarrestan todo lo que va en contra de la EIBIC, tanto en las áreas biomédicas como ambientales.

Desde las perspectivas históricas, la Asociación Médica Mundial desarrolló la Declaración de Helsinki, adoptada por su asamblea en Helsinki en 1964 (World Medical Association, 2013). Esta guía fue específica para los médicos, al respecto de la participación de sus pacientes en la investigación. Posteriormente (en 1982), el Consejo para las Organizaciones Internacionales de Medicina, utilizando la Declaración de Helsinki como referencia, proporcionó directrices para la realización de investigaciones biomédicas en seres humanos.

En la década de los ochenta, pocas instituciones habían adoptado las revisiones institucionales para evaluar y supervisar las conductas y prácticas en las investigaciones con humanos o animales, como respuesta a preocupaciones sobre la mala conducta científica; por lo contrario, se había optado por un monitoreo independiente y la regulación de las actividades científicas. En esa misma época, comenzaron a reportarse los casos de mala conducta científica, lo cual trajo como resultado estándares institucionales a nivel internacional para reducir esta mala praxis (Steneck, 1994). En

1989, para asegurar que la atención estuviera dirigida hacia la integridad científica en la realización de la investigación, a nivel internacional se comenzaron a ofertar becas de formación institucional, con el objetivo de exigir la implementación de un programa en principios de integridad científica que fuera parte integral de las propuestas aportadas para fortalecer la investigación en todas sus etapas (National Institutes of Health [NIH], 1989). Desde estos postulados, se han implementado actualizaciones de guías para las buenas prácticas en investigación; pero expertos sugieren que, a pesar de estos lineamientos, las transgresiones a la integridad científica continúan ocurriendo y aún existe una falta de consenso sobre cómo enseñar la importancia de la formación para la generación de cultura en Ética de la Investigación, Bioética e Integridad Científica.

De acuerdo con lo anteriormente planteado, y teniendo en cuenta los deberes del cuidado de una buena práctica en investigación, ante la necesidad de promocionar y observar la integridad científica como un patrón de conducta, se hacen necesarios los principios éticos y deontológicos que inspiran y garantizan una praxis rigurosa y responsable. Para ello, el código de Conducta para la Integridad de la Investigación de los países bajos especifica 61 estándares para una buena investigación. Una característica única del código es que también contiene un capítulo sobre deberes de las instituciones que realizan investigación, con el fin de potenciar y reforzar las buenas prácticas en torno al ejercicio de la investigación, y que los investigadores se alejen de las malas praxis. Esto se articula con las siguientes palabras: «Las instituciones de investigación deberían crear y mantener condiciones que promuevan la integridad a través de la educación, políticas claras y estándares razonables para el avance de la investigación, mientras fomentan un ambiente laboral que incluya la integridad» (Declaración de Singapur, 2010).

En ese sentido, implementar estrategias de promoción de integridad en la investigación a nivel de las instituciones, contribuirá a las buenas prácticas investigativas. El plan debe cubrir un conjunto de temas obligatorios y, normalmente, describir una combinación de programas educativos, códigos, manuales, medidas de política, regulaciones, instalaciones, esquemas de auditoría y sistemas de apoyo, para tener las herramientas necesarias para los procedimientos de calidad, articuladas con directrices que puedan ayudar a las instituciones que realizan investigación a formular su promoción de la integridad en la investigación. Por lo tanto, la iniciativa de instituciones que realizan investigación a nivel mundial y otras partes interesadas —desde el componente académico o sistemas interesados en mejorar la calidad de las investigaciones, como el proceso continuo de aseguramiento de la calidad y la integridad de la investigación— es una responsabilidad de todos los entes involucrados.

Uno de los aspectos que puede generar sesgos en investigación es la variable relacionada con los incentivos económicos. Podría decirse que una de las cosas más importantes que deben hacer las instituciones de investigación es evitar implementar incentivos

perversos en la evaluación de los investigadores para el avance profesional. Actualmente, el enfoque dominante en los indicadores bibliométricos derivados de la publicación y el recuento de las citas envían un mensaje contundente de que solo estas cosas realmente importan al momento de hacer investigación (Núñez, 2022). En los últimos años la investigación en las ciencias biomédicas ha aumentado significativamente tanto en la práctica como en la publicación, por lo tanto, se han realizado llamados recurrentes para mejorar el rigor y calidad en la investigación tanto a nivel formativo como estricto, cada uno de los miembros de la comunidad académica compartiendo la responsabilidad de garantizar el rigor de los procesos de investigación, ya sea como investigadores en el diseño e implementación de los procesos de investigación, como los revisores de manuscritos que evalúan los resultados de la actividad científica. Para que el conocimiento beneficie a la investigación y a la sociedad, el proceso de generación o aporte al conocimiento debe ser sólido, riguroso y transparente en todas las etapas del diseño, ejecución e informes. De acuerdo con ello, las evaluaciones de los investigadores rara vez incluye consideraciones relacionadas con la confiabilidad, el rigor y la transparencia del proceso. Por lo anterior se desarrollaron los principios de Hong Kong (HKP) como parte de la 6ª Conferencia Mundial sobre Integridad de la Investigación con un enfoque específico en la necesidad de impulsar la mejora de la investigación al garantizar que los investigadores sean reconocidos y recompensados explícitamente por comportamientos que fortalecen la integridad de la investigación. Se presentan los cinco principios: prácticas de investigación responsables; informes transparentes; ciencia abierta (investigación abierta); valorar una diversidad de tipos de investigación; y reconocer todas las contribuciones a la investigación y la actividad académica (Moher, 2020).

Los principios de Hong Kong se eligen con miras a reconocer explícitamente y recompensar a los investigadores por el comportamiento que conduce a una investigación confiable, para así evitar las malas prácticas en investigación. Los principios se han desarrollado con la idea de que su implementación podría ayudar a definir cómo se evalúa a los investigadores y el avance profesional, con un enfoque en los comportamientos que fortalecen la integridad de la investigación. Cinco principios se identificaron:

1. Evaluar las prácticas de la investigación y los responsables.
2. Valorar la presentación de informes de investigación completos.
3. Recompensar la práctica de ciencia abierta.
4. Reconocer una amplia gama de actividades de investigación.
5. Reconocer otras tareas esenciales, como la revisión por pares y la tutoría.

Las instituciones de investigación deben hacer que sus políticas de integridad de la investigación se basen en la evidencia científica, en la medida de lo posible, para evitar sesgos. La evaluación de los procesos de investigación es un punto central de

las decisiones en relación con la contratación, promoción y permanencia de los líderes del proceso de investigación, para construir, redactar, presentar, evaluar, priorizar y seleccionar el *curriculum vitae*. Las instituciones deben tomar decisiones en un entorno restringido (por ejemplo, tiempo y presupuestos limitados) (Moher, 2018). Sin embargo, incluso para aspectos fácilmente medibles, los criterios utilizados para la evaluación y las decisiones varían según los entornos y las instituciones y no se aplican necesariamente de forma coherente, incluso dentro de la misma institución (Meursing Reynders, 2022). Por ejemplo, existe gran literatura relacionadas con el factor de impacto de la revista para evaluar el alcance de las citas bibliográficas, en ese sentido algunas instituciones utilizan para evaluar la literatura que publican sus docentes al igual que las recompensas monetarias del proceso de publicación (Tijdkink, 2016).

De acuerdo con lo anterior, pocas son las evaluaciones de los científicos que se enfocan en el análisis de las buenas o malas prácticas de investigación, ni las medidas que se implementan actualmente nos dicen mucho acerca de la contribución que tienen los investigadores a la sociedad, como es el resultado final de cada proceso con impacto en la población, que es el objetivo de la mayor parte de la investigación aplicada. En las ciencias aplicadas y de la vida, la reproducibilidad de los hallazgos por otros o la productividad de un hallazgo de investigación rara vez se evalúa sistemáticamente, a pesar de los problemas documentados con el registro científico publicado y su reproducibilidad en los dominios publicados (Kleinert, 2014).

Dicho esto, todavía hay mucho que no sabemos sobre la integridad de la investigación en instituciones de investigación. Por lo cual las instituciones han adoptado por validar las investigaciones y sus resultados, por ejemplo, para examinar rigurosamente los efectos de una intervención de salud, normalmente se requiere que los participantes del ensayo (humano o animales) se aleatoricen entre la intervención que se está estudiando, por lo cual algunos investigadores abogan por el registro de protocolos como una forma de garantizar la transparencia y reducir los sesgos. Esto en algún porcentaje ha proporcionado conocimientos a las instituciones de investigación para mejorar sus políticas y cumplir con sus deberes de cuidado en el fomento de la integridad de la investigación (Al-Shahi Salman, 2014).

De igual manera, es importante tener en cuenta que hay muchas partes interesadas en fomentar una responsabilidad en la integridad de la investigación. En primer lugar, los propios investigadores son responsables de su comportamiento en cada parte del proceso de investigación. Los investigadores son un modelo para los estudiantes, en términos de comportamiento y forma de actuar; por tanto, lo ideal es que sean un buen modelo. En segundo lugar, las instituciones de investigación deben generar las condiciones para una conducta responsable, entre otras, capacitando a los investigadores para que actúen de acuerdo con los más altos estándares de calidad y responsabilidad social.

También, las agencias de financiación y las revistas científicas tienen un rol dentro del sistema y una responsabilidad. Pero, no hay una píldora mágica o una solución rápida: los dilemas y distracciones que enfrentan los investigadores son reales y universales. Por lo tanto, debemos como sociedad colaborar y hacer todo lo posible para prevenir las malas prácticas y fomentar la integridad de la investigación (Kretser, 2019).

## Importancia de la formación para la cultura en Ética de la Investigación, Bioética e Integridad Científica

Los resultados de la búsqueda sistemática de la literatura disponible relacionada con la importancia de la formación para la apropiación de una cultura en Ética de la Investigación, Bioética e Integridad Científica en ciencias biomédicas e ingenierías permitieron la identificación de estudios en texto completo. Estos fueron seleccionados, de forma independiente, por dos revisores, utilizando las bases de datos de ciencias de la salud, biomédicas y multidisciplinarias (incluyendo ingeniería), mediante la combinación de las siguientes palabras clave: ética de la investigación, bioética de la investigación, integridad científica, biomédica e ingeniería. En la segunda etapa de evaluación, los artículos fueron obtenidos en texto completo y evaluados por los dos autores, quienes acordaron por consenso la inclusión final de los artículos seleccionados. El primer examinador extrajo y ordenó cada artículo en texto completo por base de datos; mientras el segundo examinador verificó de forma independiente los datos extraídos y resolvió las diferencias generadas en esta fase de la revisión de la literatura conceptual.

En las siguientes líneas se presenta un análisis de resultados, desde el marco teórico y conceptual de la discusión sobre la importancia de la formación en Ética de la Investigación, Bioética e Integridad Científica: ciencias biomédicas e ingenierías.

Como resultado del análisis de los documentos seleccionados en el marco teórico, tenemos el libro *Bioethics, bridge to the future* (Potter, 1971), en el que se plantea y se justifica la necesidad de lo que el autor llama *la nueva ciencia de la supervivencia*, en estas palabras: «Tenemos una gran necesidad de una ética de la tierra, de una ética de la vida salvaje, de una ética de la población, de una ética del consumo, de una ética urbana, de una ética internacional y las demás». La idea original de Potter fue crear una nueva disciplina que permitiera reunir el ámbito de los hechos y el de los valores, el dominio de las ciencias y de las humanidades, a fin de buscar salidas o, al menos, mapas de ruta que pudieran servir de guía en el complejo laberinto formado por la sociedad contemporánea, producto de la fusión entre la revolución científica y la industrial.

De igual manera, Singer justifica la importancia de la ética al contextualizar que, si se observa con suficiente atención, se puede descubrir que la mayoría de las decisiones están relacionadas con la ética. De igual manera, las creencias y hábitos con que fuimos criados pueden ejercer una gran influencia sobre nosotros; pero, una vez que empezamos a reflexionar sobre ellos, podemos decidir actuar de acuerdo con ellos o en contra de ellos (Singer, 1994). Por otro lado, Garrafa plantea dentro de sus resultados de investigación que actualmente existe una creciente visibilidad y exigibilidad de la bioética, no solo en el campos científico y educativo (Garrafa, 2010), sino en todas las actividades que impliquen ciencia, tecnología e innovación. De igual manera, para Adela Cortina la ética tiene que entenderse con un hecho único e irreductible a otros, de tal forma que nuestro mundo humano resulte incomprendible si eliminamos esa dimensión a la que llamamos moral. Por lo tanto, se aplica la ética cuando hay un esfuerzo por dar respuestas fundamentadas a los problemas morales que se plantean en los campos concretos del obrar humano, no en cuanto se aplican unos principios eternos y predeterminados a unas disciplinas particulares (Cortina, 2000).

De acuerdo con esto, en el estudio realizado por García y colaboradores, los procesos formativos en el área ética describen los logros y repercusiones de la capacitación en ética de investigación, así como las estrategias didácticas que sirven de estímulo, motivación y orientación para cursos en la disciplina. García, en su artículo, concluye que:

La formación en ética de investigación brindada por el CIEB (Centro Interdisciplinario de Estudios en Bioética) bajo el auspicio del Fogarty International Center, fue una experiencia de incorporación de conocimientos y habilidades que puede reflejar posteriormente en forma práctica en los ámbitos docente e institucional, así como en el comité de ética y en la investigación en esta disciplina. La formación recibida tuvo su expresión en los diversos aspectos reseñados, pero sobre todo en la mirada ética y bioética que imprime una nueva manera de situarse personal y profesionalmente. (García Rupaya, 2012, p. 80)

De acuerdo a lo anterior, las principales motivaciones para la formación bioética de los profesionales de la salud residen en los problemas éticos suscitados por el avance de la ciencia, tecnología e innovación; las transformaciones del contexto; los cambios en los sistemas de salud; la crisis ética de los estudiantes durante su formación; la responsabilidad de salvaguardar el bienestar y la calidad de vida de los pacientes; la necesidad de fortalecer los principios y valores relacionados con el profesionalismo; y otras competencias, como la identificación de cuestiones morales, el razonamiento moral, la toma de decisiones y la actividad moral.

Por consiguiente, las universidades tienen un papel protagónico en la sociedad, pues su deber es formar ciudadanos; es decir, personas, no solo con una sólida educación profesional, sino también cívica, cultural, social, ambiental y ética. Por ello, es necesario

que estas instituciones tengan políticas que se traduzcan en un compromiso social y ético con el desarrollo. En la medida en que las universidades demuestran que la educación ética de sus estudiantes es prioritaria, las facultades podrán implementar estrategias para llegar a ese cometido, tanto desde el currículo oficial como desde el currículo oculto. En el caso particular de la formación de ingenieros en temáticas multidisciplinares, esta es una tarea compleja, en la medida en que requiere desarrollar competencias propias de varias disciplinas bien cimentadas; este es el caso de las ingenierías electromecánica, mecatrónica y biomédica, en las cuales es necesario trabajar temáticas integradoras para alcanzar los objetivos de formación (Pannucci, 2010).

En especial, las facultades de ingeniería en Colombia requieren brindar a sus estudiantes una educación ética, que les permita comprender que no solo deben prepararse para aplicar lo más actual de las tecnociencias, sino también para aplicar la ética a su desempeño profesional (Estrada, 2008). De esta manera, podrán asumir los retos que la ingeniería — como profesión de alto riesgo social— les presente y dirimir entre lo correcto e incorrecto de sus decisiones. Asimismo, estarán capacitados y motivados para contribuir al desarrollo equitativo del país y evitarán caer en actos de corrupción o irresponsabilidad, entre otros. Esta educación se requiere desde el currículo oficial con, al menos, una asignatura en la que se traten temas específicos de la ética para ingenieros y del código ético de la ingeniería. Adicionalmente, los profesores en sus asignaturas deben constituir un ejemplo de comportamiento ético para sus estudiantes. Desde el currículo oculto, las facultades pueden implementar una serie de estrategias que permitan vencer las resistencias de algunos profesores y estudiantes frente al discurso ético en el ejercicio de investigación, tanto formativa como estricta, para permitir así el fortalecimiento en los ámbitos de la ética, bioética e integridad científica.

Para citar un caso, tenemos la ética de la tecnología, que debe incluirse dentro de los nuevos valores. Esta dimensión, que se concibe como un proceso o una capacidad de transformar o combinar algo ya existente para construir algo nuevo, no puede realizarse sin un principio de responsabilidad compartida. Investigaciones han planteado que el exponencial crecimiento de los datos e información en el mundo del sistema, como interpretación del mundo de la vida, plantea un reto importante a la mirada disciplinar: insta la necesidad de establecer conexiones con otros saberes que le permitan definir puntos de referencia y curadurías para hacer frente a los actuales tiempos de crisis del conocimiento. Parte de ese esfuerzo se relaciona, mas no está limitado, a la incursión en lo interdisciplinar (Henao, 2017).

La transdisciplinariedad provee esquemas holísticos que subordinan disciplinas, indagando en las dinámicas de los sistemas en contextos y planos de realidad; busca una apertura de las disciplinas hacia otros objetos de estudio. Desde la perspectiva e

intereses del conocimiento, se relaciona con la triple intersección entre el interés técnico, el interés práctico y el interés emancipatorio, por cuanto contempla la posibilidad de la subjetividad en relación con la interpretación del mundo de la vida y sus interconexiones con el mundo del sistema. Por tal motivo, en el presente texto se abordó la influencia del enfoque transdisciplinar en los procesos investigativos de la facultad.

Dado el carácter e índole interdisciplinario de la bioética, esta implica la necesidad de integrar un conjunto de diversos campos disciplinares y profesionales, reuniendo conocimientos antropológicos, filosóficos y saberes técnicos de las distintas ramas (entre ellas, la ingeniería) para la toma de decisiones. Santilli (2010) afirman que la tecnología es la que pone de manifiesto tal carácter interdisciplinario; de ahí que expongan la tecnología como «nodo central». Lamentablemente, la actual educación en bioética todavía está concentrada e inclinada a la formación de profesionales relacionados con el área de la salud. Por esta razón, las principales instituciones de bioética se encuentran aún en las facultades de medicina. En consecuencia, existe un vacío en la enseñanza de la bioética para profesionales y estudiantes de otras carreras; de ahí se puede inferir que no solo es importante, sino necesaria, la formulación de proyectos de formación bioética para alumnos de otras áreas, como las ingenierías.

Al respecto, Develaki (2008) manifiesta que se debe proponer el estudio de la bioética en su carácter de puente entre las ciencias, la tecnología y las humanidades. Sumado a ello, las nuevas aplicaciones de la ingeniería a sistemas biológicos requieren la incorporación de las ciencias humanas en la formación de los ingenieros, por el hecho de desarrollarse en un marco regido por la ética (Castaño, 2007). La bioética puede ser, entonces, el punto de partida para acceder a una formación ética integral en los futuros profesionales de la ingeniería, centrada en la noción de responsabilidad; puede, además, contribuir para que esta área tecnológica tenga en cuenta principios y valores, y para que lo ético-social sea la referencia que oriente el desarrollo de la disciplina.

## **Sesgos cognitivos, actitudes y comportamientos en ciencia, tecnología e innovación**

La toma de decisiones en el área de ciencias biomédicas e ingeniería se basa en conocimientos técnicos y evidencias al respecto de las opciones a considerar ante un escenario definido y en una población determinada. De tal modo, el éxito de una(s) intervención(es) se fundamenta en la obtención de información de calidad sobre el problema que se pretende abordar. Esto se adquiere, habitualmente, a partir de

experiencias y estudios previos realizados en escenarios y poblaciones más o menos similares, susceptibles de haber sido influenciados, en mayor o menor medida, por eventuales errores (Stenson, 2019).

Las equivocaciones en investigación pueden originarse en forma aleatoria, por azar. Por ende, pueden incidir en una menor precisión de los resultados ulteriores (errores aleatorios); o, de forma sistemática, pueden impactar en la exactitud o veracidad del fenómeno en estudio. A estos últimos se les denomina sesgos, y su importancia radica en que afectan la validez interna de un estudio y, de alguna forma, también invalida los resultados de la investigación. Es así como los sesgos se pueden representar como la diferencia entre lo que se está valorando y lo que se cree que se está valorando (Ayorinde, 2020). Por lo tanto, a diferencia del error aleatorio, el error sistematizado no se compensa al incrementar el tamaño de la muestra del estudio. Sin embargo, aunque su importancia es vital en el desarrollo de una investigación, es relevante mencionar que ninguna está exenta de ellos; por eso es fundamental conocerlos y, así, intentar evitarlos, minimizarlos o corregirlos (Pollock, 2020).

Los sesgos pueden producirse en cualquier etapa del proceso de investigación; es decir: en la planificación, la conducción, el análisis, la presentación de resultados y la ulterior publicación de estos. El riesgo de aparición de sesgos se encuentra intrínsecamente relacionado con la investigación clínica, en la que se asume su alta frecuencia, pues se trabaja con variables que implican dimensiones individuales y poblacionales que, además, son difíciles de controlar. Sin embargo, también ocurren en ciencias básicas e ingenierías, contextos en los que los escenarios experimentales presentan condiciones en las que los sesgos adoptan características peculiares y menos complejas de minimizar, pues se pueden controlar una serie o gran parte de las variables.

El objetivo de este apartado es identificar los sesgos propios de las ciencias biomédicas e ingenierías, de las que se espera que, al intervenir, impacten en el cambio de actitudes y comportamientos en Ética de la Investigación, Bioética e Integridad Científica. Para lograr este objetivo, se han realizado dos procesos: en primer lugar, la elaboración de un marco teórico sobre la importancia de la formación para la apropiación de la cultura en ética de la investigación bioética e integridad científica en las ciencias biomédicas e ingenierías; y, en segundo lugar, la identificación de sesgos cognitivos, actitudes y comportamientos relacionados con elementos éticos, bioéticos y de integridad científica en ciencias biomédicas e ingenierías. Posterior al análisis de categorías de sesgos cognitivos en CTel, en ciencias biomédicas e ingenierías se identificaron tres categorías de sesgos: de disponibilidad, egocéntricos y de intuición:

# Introducción de sesgos en investigación en ciencias biomédicas e ingeniería

El sesgo se reconoce cada vez más como un problema grave en muchas áreas de investigación científica. Son de particular preocupación los casos en los que los resultados de la investigación parecen directamente reflejar las preferencias e intereses de ciertos actores involucrados en el proceso de investigación. Se han identificado ejemplos preocupantes de esto, especialmente en investigación financiada con fondos privados y en áreas relacionadas con políticas. Intuitivamente (y tradicionalmente) parece claro que el tipo de sesgo sugerido constituye un rotundo fracaso epistémico. Pero los filósofos de la ciencia han comenzado a identificar que el ideal de la ciencia pura y libre de valores es, en el mejor de los casos, solo eso: un ideal; y que toda práctica científica implica todo tipo de juicios de valor. Mientras algunos filósofos han tratado de distinguir las influencias aceptables de las inaceptables en valores en la ciencia, los esfuerzos para trazar esta distinción de una manera basada en principios han demostrado ser inmensamente difíciles.

De acuerdo con lo anterior, en el marco teórico analizado se encontraron sesgos relacionados con la disponibilidad que impactan las actividades de ciencia, tecnología e innovación de las áreas biomédicas e ingeniería. Estos se enuncian a continuación:

**Periodicidad:** Corresponde a la variabilidad en la observación; es decir, que lo que se observa no es un patrón.

**Naturaleza de la medición:** En ocasiones puede existir dificultad para medir la magnitud o valor de una variable cualitativa o cuantitativa. Esta situación se puede dar porque la magnitud de los valores es pequeña, o debido a la naturaleza del fenómeno en estudio.

**Errores en la clasificación de determinados eventos:** Pueden generarse producto de modificaciones en la nomenclatura utilizada, hecho que debe ser advertido por el investigador.

**Sesgos de selección:** Este tipo de sesgo, particularmente común en los estudios de casos y controles (eventos ocurridos en el pasado pueden influir en la probabilidad de ser seleccionado en el estudio), ocurre cuando hay un error sistemático en los procedimientos utilizados para seleccionar a los sujetos del estudio (Restrepo Sarmiento, Gómez-Restrepo, 2004). Por ende, ese sesgo conduce a una estimación del efecto diferente del obtenible para la población objeto de estudio.

**Sesgo de no respuesta:** Se produce cuando el grado de motivación de un sujeto que participa voluntariamente en una investigación puede variar sensiblemente en relación con otros sujetos, ya sea por sobre o infra reporte.

**Sesgo de membresía (o de pertenencia):** Ocurre cuando entre los sujetos en estudio se presentan subgrupos de individuos que comparten algún atributo en particular relacionado de forma positiva o negativa con la variable en estudio.

**Sesgo de pérdida de seguimiento:** Puede ocurrir, especialmente, en estudios de cohortes, cuando los sujetos de una de las cohortes en el estudio se pierden total o parcialmente de la investigación, lo cual genera que no se pueda completar el seguimiento preestablecido y se produzca una alteración relevante en los resultados (Biele, 2019).

## Sesgos egocéntricos

**Por olvido:** El factor *tiempo* es un aspecto importante, que afecta de maneras diferentes a los distintos acontecimientos.

**Por subjetividad:** Independiente del olvido, podemos obtener respuestas que no se ajusten a la realidad, cuando una pregunta se acota a un periodo de tiempo. En caso de que no existan registros, o que estos sean de mala calidad, obtendremos una respuesta aproximada que puede reflejar más o menos lo acontecido en el periodo en estudio. También se ha de considerar el sobrerreporte y la subestimación de los acontecimientos.

**Por confusión e ignorancia:** Ocurre cuando se confunde el rol de ciertas variables, exposiciones o eventos de interés. Este fenómeno puede ocurrir por ignorancia o por falta de previsión por parte del investigador. Sin embargo, en ocasiones, son inevitables.

**Abandono:** Puede ocurrir en el curso de estudios longitudinales, ya sea por abandono del estudio (dejar de participar o rehusar a seguir colaborando) o por desaparición del sujeto objeto de estudio.

**Errores en el Instrumento de medición:** Se genera por la elección incorrecta del instrumento de medición o por estimaciones subjetivas de la medición.

**Sesgos de concepto:** Este tipo de errores se cometen cuando no se tienen en consideración ciertas variables que pueden actuar como factores de confusión, o cuando la duración del estudio es inadecuada. Es decir, realizar estudios no acordes con el planteamiento del problema.

**Desconocimiento:** en operatividad por confusión entre la diferencia entre comité científico, comité de ética de la investigación y comités de bioética.

### 1.5.1 Sesgos de intuición

**Durante la etapa de análisis:** Una vez se dispone de los datos recopilados, se procede al análisis de estos. En esta fase pueden ocurrir errores sistemáticos por transcripción incorrecta de la información a la base de datos (codificaciones erróneas o valores no aceptados por el campo de una base de datos).

**Sesgo de publicación:** Este se puede considerar un tipo de sesgo de selección que ocurre cuando el investigador piensa que los estudios publicados son todos los realmente realizados. Es sabido que muchos estudios nunca llegan a ser publicados por diversas razones, como que no se concluyen, el autor considera que los resultados son irrelevantes, no son aceptados para publicación, etc. Por otra parte, hay publicación duplicada de algunos estudios.

**Sesgos de evaluación inicial del proyecto:** Se deben a la utilización de informaciones erróneas o a la deformación de la información inicial, que la orientan hacia unos aspectos determinados. En definitiva, se trata de la existencia de prejuicios o datos erróneos que condicionan el planteamiento de la investigación.

**Durante la recolección de datos:** Se producen durante el proceso de la recogida de la información, ya sea por la obtención de información incompleta o errónea, o por la modificación de la muestra (o parte de ella) durante la ejecución de la investigación.

**Sesgos debido al encuestado:** La información que este proporciona puede ser incorrecta, debido a olvido, subjetividad, confusión, desconfianza, ignorancia, incompreensión o modificación de la respuesta por la propia encuesta, o medición incorrecta de parámetros.

### 1.5.2 Control de sesgos

Como se ha dicho a lo largo de este capítulo, los sesgos pueden aparecer en cualquier momento durante una investigación, y pueden prevenirse y controlarse desde el momento del diseño o durante el análisis. Algunas formas de controlar los sesgos son:

**Aleatorización:** La asignación aleatoria de los pacientes a cada grupo en los experimentos clínicos permite que estos queden balanceados por el azar y que, de esta forma, sean comparables.

**Enmascaramiento:** Esta herramienta resulta muy útil, especialmente, en los experimentos clínicos, para evitar la introducción de sesgos por parte del paciente o del observador. También puede ser útil en los estudios de casos y controles, para evitar el sesgo del observador. Este enmascaramiento puede ser, también, de la hipótesis de investigación.

**Estandarización:** La estandarización del procedimiento de medición —al igual que el entrenamiento del personal con el instrumento, con la entrevista, y con la recolección de datos— reduce la presencia de errores en la medición.

**Definiciones operativas:** Tener claras las definiciones de enfermedad y no enfermedad o de persona expuesta o no reduce el sesgo de mala clasificación.

**Definir posibles variables de confusión:** Desde el momento del diseño del estudio deben preverse las posibles variables de confusión, para así establecer un control adecuado de estas. Por ejemplo: por restricción (criterios de inclusión y exclusión), estratificación o emparejamiento (rara vez utilizada, por su posibilidad de introducir mayores sesgos).

**Pérdidas:** Desde el momento del diseño debe preverse cuánto será el porcentaje de posibles pérdidas que se van a tolerar, para no afectar los resultados, e incluir esta estimación en el cálculo del tamaño de la muestra. Usualmente se sobrestima un 10% de la muestra.

En el contexto de la ciencia y los valores, un fenómeno de sesgo de preferencia es de particular interés. Ocurre cuando el resultado de una investigación refleja indebidamente la preferencia de los investigadores por él, sobre otros posibles resultados. Se debe tener en cuenta que este es un especial tipo de sesgo, pues el término «sesgo» también se aplica a menudo a casos de error sistemático, que no tiene por qué relacionarse con las preferencias de los investigadores por un resultado u otro. Un ejemplo clásico es el tipo de sesgo en los ensayos clínicos introducido por aleatorización, que tiende a volver a confirmar, en todo caso, las creencias preconcebidas de los investigadores, en lugar de sus preferencias. Una advertencia importante es que el sesgo de preferencia debe distinguirse de la total falsificación o fabricación de resultados. El sesgo de preferencia funciona de una manera más sutil: aumentando la probabilidad del resultado preferido, en lugar de hacerlo sin rodeos, fabricándolo. Antes de pasar a la tarea de dar una idea más precisa y caracterización satisfactoria del sesgo de preferencia, se presentan algunos ejemplos del fenómeno que recientemente ha suscitado preocupación en la literatura biomédica. Ellos ilustran la variedad de mecanismos por los cuales las preferencias de los investigadores pueden llegar a ejercer una especie de influencia problemática en el resultado de la investigación. Particularmente, los casos de sesgo de preferencia son casi siempre controvertidos.

De acuerdo con lo anterior, el sesgo de preferencia consiste en la infracción de los derechos convencionales estándares establecidos por la comunidad de investigación respectiva, bien sea en el área biomédica o de ingenierías. Este análisis captura la intuición de que el sesgo de preferencia constituye una deficiencia epistémica, como las propias normas convencionales que son adoptadas por la comunidad en un esfuerzo para hacer posible y preservar la confianza epistémica y para asegurar la capacidad de cumplir sus roles epistemológicos. También explica por qué el diagnóstico del sesgo de preferencia, a menudo, no es un caso claro, ya que los estándares convencionales en tema vienen en diferentes grados de explicitud y universalidad.

De igual manera, debemos señalar que un análisis del sesgo de preferencia como una deficiencia epistémica solo era posible viéndolo desde la perspectiva de la epistemología social. Los diferentes marcos de la racionalidad individual considerados fueron instructivos con respecto a la conexión entre el riesgo inductivo y ciertos conceptos de sesgo, pero no ofrecieron ninguna definición definitiva y realista. Estas fueron restricciones para el fin de trazar una línea entre la inevitable carga de valor de ciencia y el sesgo de preferencia inaceptable. El dominio de las normas se limita a ciertos procedimientos y aspectos del proceso de investigación que son particularmente susceptibles de regulación por parte de reglas implícitas. Pero, como muestran los ejemplos discutidos en este documento, estos limitados aspectos, a veces, pueden ser de vital importancia. Aunque la crítica de la concepción tradicional de la ciencia libre de valores ha aportado una visión importante, una imagen de la ciencia como un campo de juego abierto para los juicios de valor individuales, por lo tanto, puede ser exagerado.

## **Formación encaminada a la apropiación de una cultura en Ética de la Investigación, Bioética e Integridad Científica**

Para iluminar este tercer elemento, presentamos lo planteado por Derek Bok en su ampliamente citado artículo de 1976, en el que defiende la idea de que los estudiantes universitarios, independientemente de las carreras que estudien, reciban instrucción ética a lo largo de su formación profesional, pues esta tiene la importante función de «ayudar a los estudiantes a desarrollar una más clara y consistente red de principios éticos que dé cuenta de manera cuidadosa de las necesidades y los intereses de los otros (Bok, 1976, p. 29). La enseñanza de la ética ayuda al desarrollo moral de la persona, debido a que «los estudiantes de estos cursos estarán más conscientes de las razones que subyacen a los principios morales, y estarán mejor equipados para razonar

adecuadamente sobre la aplicación de estos principios a casos concretos» (Bok, 1976, p. 30). La transversalidad curricular de la ética, según Derek, es necesaria para que los estudiantes tengan las bases mínimas, que les ayudarán a resolver con mejores posibilidades de éxito los dilemas morales que, como profesionales, enfrentarán en sus futuras actividades.

En ese sentido, Miller y colaboradores sugieren que la integridad en investigación está vinculada con la identidad moral de los profesionales (Miller, 1998). A propósito de lo anterior, Aldo Leopold —ingeniero forestal, precursor de la ética ambiental—, ya desde 1887, sugirió la ampliación de la frontera moral para otorgarle a la naturaleza la categoría de sujeto de derecho. Los escritos de Leopold en la Universidad de Wisconsin involucran los problemas del ecosistema y los conflictos ambientales con temas de la salud humana. Con esto, fundamenta su idea de la pertenencia del ser humano a una comunidad biótica ecosistémica; es decir, la necesidad de una ética-bioética, no solo en el campo de las relaciones humanas, sino en el de ingeniería.

Porque, si bien es cierto que una de las finalidades de los estudios biomédicos y de ingeniería es conseguir un nuevo conocimiento generalizable acerca de un aspecto determinado, no puede olvidarse que dichos estudios no deben ir en contra de la condición de *fin en sí mismo* que presenta el ser humano; es decir, que solo son éticamente lícitas las que respetan y sirven al desarrollo integral de la persona y su entorno, y esto se alcanza con una sólida formación del investigador (Marañón Cardonne y León Robaina, 2015).

El investigador en ciencias de la salud sabe hoy que tiene que conciliar dos posiciones: por un lado, es consciente que debe avanzar en la búsqueda de nuevo conocimiento para ponerlo al servicio del hombre; pero, al mismo tiempo, tiene que estar atento a defender a ese hombre que no es un objeto de investigación, sino el fin y el sentido de esta, reafirmando el imperativo categórico kantiano «obra de tal modo que uses la humanidad, tanto en tu persona como en la persona de cualquier otro, siempre como un fin al mismo tiempo y nunca solamente como un medio» (Kant, 1995, pp. 44-45).

La formación en ética, bioética y de integridad en las áreas biomédicas e ingenierías permitirá tener en cuenta un mínimo de requisitos éticos para la investigación. Esto conllevando a reducir al máximo la posibilidad de explotación, con el fin de asegurar que los sujetos que hagan parte de la investigación no solo sean usados, sino tratados con respeto y responsabilidad mientras contribuyen al bien social.

# Conclusiones

La efectividad de los resultados de una investigación puede ser afectada por el error sistemático o por el error aleatorio. Tales errores pueden aparecer en cualquier momento de la investigación. Por esto, tanto el investigador como el lector interesado deben ser conscientes de su existencia, para así controlarlos y prevenirlos (en el caso del investigador) o para determinar hasta qué punto creer en estos (en el caso del lector). Los sesgos son el mayor inconveniente del investigador, y hay que tener meridianamente claro que pueden aparecer en cualquier momento del curso de la investigación. Se debe tener en cuenta que en cualquier estudio se cometen sesgos; nuestra actitud ante ellos debe ser la de intentar minimizar el grado de este tipo de conductas en el proceso de investigación. La finalidad de conocerlos es, en un sentido amplio, poder determinar si influyen por exceso o por defecto en los resultados; y, más concretamente, tenerlos en cuenta a la hora de interpretarlos. Aunque el asunto de infringir la integridad en la investigación aún es poco frecuente, ya sea porque el investigador al ser descubierto puede ser suspendido o se le retire la financiación, existe otro subconjunto de comportamientos de mayor frecuencia. Estos incluyen acciones menos graves, como las relacionadas con los sesgos, los cuales pueden causar importantes problemas para los investigadores, las instituciones y los participantes, ya que comprometen la integridad del proceso investigativo. La responsabilidad de salvaguardar la integridad en todo el proceso investigativo ha de ser de la sociedad en general; sin embargo, las universidades tienen un papel primordial, pues deben formar, antes que profesionales, personas con una sólida educación ética, cultural, social y ambiental.

# Referencias

- Al-Shahi Salman, R., Beller, E., Kagan, J., Hemminki, E., Phillips, R. S., Savulescu, J., Macleod, M., Wisely, J., & Chalmers, I. (2014). Increasing value and reducing waste in biomedical research regulation and management. *Lancet (London, England)*, 383(9912), 176–185. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)62297-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)62297-7)
- Altman, L. & Broad, W. J. (2005). *Global trend: More science, more fraud*. The New York Times on the Web, F1-F6.
- Ayorinde, A. A., Williams, I., Mannion, R., Song, F., Skrybant, M., Lilford, R. J., & Chen, Y. F. (2020). Publication and related biases in health services research: a systematic review of empirical evidence. *BMC medical research methodology*, 20(1), 137. <https://doi.org/10.1186/s12874-020-01010-1>

- Balz, T. (2022). Scientometric Full-Text Analysis of Papers Published in Remote Sensing between 2009 and 2021. *Remote Sensing*, 14(17), 4285. <https://doi.org/10.3390/rs14174285>
- Biele, G., Gustavson, K., Czajkowski, N. O., Nilsen, R. M., Reichborn-Kjennerud, T., Magnus, P. M., Stoltenberg, C., & Aase, H. (2019). Bias from self-selection and loss to follow-up in prospective cohort studies. *European journal of epidemiology*, 34(10), 927–938. <https://doi.org/10.1007/s10654-019-00550-1>
- Bok, D. C. (1976). Can Ethics Be Taught? *Change*, 8(9), 26-30.
- Castaño, D. M. (2007). Nuevas necesidades en ingeniería para el desarrollo de la biotecnología. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 9(2), 64-71.
- Conferencia Internacional de Integridad en la Investigación y la Declaración de Singapur 2010. <https://www.conicyt.cl/fondap/files/2014/12/DECLARACI%C3%93N-SINGAPUR.pdf>
- Committee on Responsible Science, Committee on Science, Engineering, Medicine, and Public Policy, Policy and Global Affairs & National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2017). *Fostering Integrity in Research*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/21896>
- Cortina, A. (2000). *Ética mínima*. Tecnos.
- Develaki, M. (2008). Social and ethical dimension of the natural sciences, complex problems of the age, interdisciplinarity, and the contribution of education. *Science & Education*, 17, 873-888.
- Dubois, J. M., Anderson, E. E., Chibnall, J., Carroll, K., Gibb, T., Ogbuka, C. & Rubbelke, T. (2013). Understanding research misconduct: A comparative analysis of 120 cases of professional wrongdoing. *Accountability in research*, 20(5-6), 320-338.
- Estrada Araque, E. (2008). La ingeniería y la globalización. La enseñanza de la ingeniería en un mundo globalizado. *Revista Educación En Ingeniería*, 3(5), 74–78. <https://doi.org/10.26507/rei.v3n5.154>
- García Rupaya, C. R. (2012). Experiencias y repercusión de una formación en ética de investigación. *Acta bioethica*, 18(1), 77-81.
- Garrafa, V. (2010). Convenção Regional do Mercosul sobre bioética: Uma proposta da Cátedra UNESCO de Bioética da UnB. *Barbosa SN, organizador. Bioética em debate: aqui e lá fora*. Brasília: Ipea, 157-5.

- Henao Villa, CF, García Arango, DA, Aguirre Mesa, ED, González García, A., Bracho Aconcha, R., Solorzano Movilla, JG, y Arboleda López, AP (2017). Multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad en la formación para la investigación en ingeniería. *Revista Lasallista de Investigación*, 14 (1), 179-197.
- InterAcademy Council & The Global Network of Science Academies. (2012). *Responsible Conduct in the Global Research Enterprise*. Alkamaa. The Netherlands: InterAcademy Council.
- Kant, I. (1995). *Fundamentación de la metafísica de las costumbres. Crítica de la razón práctica*. Porrúa.
- Kleinert, S., & Horton, R. (2014). *How should medical science change?* *Lancet* (London, England), 383(9913), 197–198. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)62678-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)62678-1)
- Kretser, A., Murphy, D., Bertuzzi, S., Abraham, T., Allison, D. B., Boor, K. J., Dwyer, J., Grantham, A., Harris, L. J., Hollander, R., Jacobs-Young, C., Rovito, S., Vafiadis, D., Woteki, C., Wyndham, J., & Yada, R. (2019). Scientific Integrity Principles and Best Practices: Recommendations from a Scientific Integrity Consortium. *Science and engineering ethics*, 25(2), 327–355. <https://doi.org/10.1007/s11948-019-00094-3>
- Kornfeld, D. S. (2012). Perspective: Research misconduct: The search for a remedy. *Academic Medicine*, 87(7), 877-882.
- Marañón Cardonne, T. y León Robaina, R. (2015). La investigación clínica. Un primer acercamiento. *Humanidades Médicas*, 15, 163-184.
- Meursing Reynders, R., Ter Riet, G., Di Girolamo, N., & Malički, M. (2022). Honorary authorship in health sciences: a protocol for a systematic review of survey research. *Systematic reviews*, 11(1), 57. <https://doi.org/10.1186/s13643-022-01928-1>
- Miller, F. G. (1998). Professional Integrity in Clinical Research. *JAMA*, 280(16), 1449-1454. <https://doi.org/10.1001/jama.280.16.1449>
- Moher, D., Naudet, F., Cristea, I. A., Miedema, F., Ioannidis, J. P. A., & Goodman, S. N. (2018). *Assessing scientists for hiring, promotion, and tenure*. *PLoS biology*, 16(3), e2004089. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2004089>
- Moher, D., Bouter, L., Kleinert, S., Glasziou, P., Sham, M. H., Barbour, V., Coriat, A. M., Foeger, N., & Dirnagl, U. (2020). The Hong Kong Principles for assessing researchers: Fostering research integrity. *PLoS biology*, 18(7), e3000737. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000737>

- National Institutes of Health. (1989). Requirement for programs on the responsible conduct of research in national research service award institutional training programs. *NIH guide for grants and contracts*, 18(45).
- National Science Foundation. (2016). *Science and Engineering Indicators*.
- Núñez-Núñez, M., Andrews, J. C., Fawzy, M., Bueno-Cavanillas, A., & Khan, K. S. (2022). Research integrity in clinical trials: innocent errors and spin versus scientific misconduct. *Current opinion in obstetrics & gynecology*, 34(5), 332–339. <https://doi.org/10.1097/GCO.0000000000000807>
- Pannucci, C. J., & Wilkins, E. G. (2010). Identifying and avoiding bias in research. *Plastic and reconstructive surgery*, 126(2), 619–625. <https://doi.org/10.1097/PRS.0b013e-3181de24bc>
- Pollock N. W. (2020). Managing Bias in Research. *Wilderness & environmental medicine*, 31(1), 1–2. <https://doi.org/10.1016/j.wem.2020.01.001>
- Potter, V. (1971). *Bioethics. Bridge to the future*. Prentice-Hall.
- Santilli, H., Martín, A. M., Barrero, C., Roble, M. B. y Cornejo, J. (2010). *Cómo introducir cuestiones bioéticas en la formación de los ingenieros. VIII Jornadas de Bioética*, 106-115. <http://www.exa.unrc.edu.ar/>
- Singer, P. (1994). *Ética Prática* (2a ed.). Martin Fontes.
- Steneck, N. H. (1994). Research universities and scientific misconduct: History, policies, and the future. *The Journal of Higher Education*, 65(3), 310-330.
- Stenson, J. F., & Kepler, C. K. (2019). Bias in Prospective Research and How to Avoid it. *Clinical spine surgery*, 32(6), 254–255. <https://doi.org/10.1097/BSD.0000000000000767>
- Tijdink, J. K., Schipper, K., Bouter, L. M., Maclaine Pont, P., de Jonge, J., & Smulders, Y. M. (2016). How do scientists perceive the current publication culture? A qualitative focus group interview study among Dutch biomedical researchers. *BMJ open*, 6(2), e008681. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2015-008681>
- World Medical Association. (2013). World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects. *Jama*, 310(20), 2191-2194.