



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Ingeniería

La práctica de la ingeniería biomédica desde una  
perspectiva ética.

Trabajo de investigación

Que como parte de los requisitos para obtener el  
grado de

Ingeniero Biomédico

Presenta

Keyla Daniela García Prado

Dirigido por

Dra. Hilda Romero Zepeda

Querétaro, Qro., a 07 de diciembre de 2020



Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales  
de Información



La práctica de la ingeniería biomédica desde una  
perspectiva ética.

**por**

Keyla Daniela García Prado

se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons  
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0  
Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

**Clave RI:** IGLIN-235675



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Ingeniería  
Licenciatura en Ingeniería Biomédica

**“La práctica de la ingeniería biomédica desde una perspectiva ética”**  
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de  
Licenciado en ingeniería biomédica

Presenta:

**Keyla Daniela García Prado**

Dirigido por:

**Dra. Hilda Romero Zepeda**

SINODALES

Dra. Hilda Romero Zepeda

Presidente

Firma

M. en C. Arturo Hernández Medina

Secretario

Firma

Dra. Sandra Virginia Rivas Gándara

Vocal

Firma

Centro Universitario, Querétaro, Qro.

Diciembre, 2020.

México.

*Este trabajo está dedicado a mis  
padres, mi hermana, mi sobrino  
y Pedro, mi mejor amigo.*

---

## *AGRADECIMIENTOS*

---

Agradezco a la Dra. Hilda Romero Zepeda por orientarme, inspirarme y entenderme, gracias por su infinita paciencia y amor con el que me permitió trabajar a su lado.

Agradezco a aquellos profesores que lo dan todo, que nos inspiran y de los que aprendemos más de su actuar, que trabajan día con día para lograr formarnos con valores y calidad.

Agradezco a todos aquellos que accedieron a darle una parte de su tiempo a esta investigación.

Agradezco a mis padres, a mi hermana, mi sobrino y Pedro, por inspirarme, impulsarme, apoyarme en todo lo que deseo realizar, aunque sea descabellado, y ayudarme a orientar mi camino para encontrar aquello que me hace feliz y me apasiona.

Agradezco a mi pareja por acompañarme y apoyarme, pero en especial por impulsarme a intentar todo aquello que me asusta y por tomarme de la mano cuando me he sentido perdida.

Agradezco al resto de mi familia y a mis amigos por ser un pilar a lo largo de todo este camino.

Agradezco a mi terapeuta por acompañarme y mostrarme cómo encontrar mi fuerza, mi valentía; por ayudarme a amarme y aceptarme, por apoyarme a encontrarme a mí.

Por último, quiero agradecerme a mí, has progresado mucho, has afrontado muchos de tus miedos, eres fuerte y valiente, continúa afrontándolo todo, no permitiendo que te derriben. Continúa eligiendo el amor.

---

## *RESUMEN*

---

El presente trabajo busca definir la ingeniería biomédica y su campo de acción en la Universidad Autónoma de Querétaro, así como definir los conceptos relacionados con la ética, ética aplicada y bioética y su importancia en la práctica de la ingeniería biomédica. Se busca, con ayuda de entrevistas a expertos, exponer las principales problemáticas éticas que enfrenta la ingeniería biomédica y sus perspectivas de solución. Por último, se proponen los contenidos mínimos que deben desarrollarse en una guía para ingeniería biomédica en la Universidad Autónoma de Querétaro.

---

## *CONTENIDO*

---

AGRADECIMIENTOS	
RESUMEN	
CONTENIDO	i
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE CUADROS	vi
INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1. Ingeniería biomédica	2
2.1.1 Surgimiento de la ingeniería biomédica	2
2.1.2. El rol de la ingeniería biomédica	3
2.2. La ingeniería biomédica como profesión	3
2.3. Ética aplicada y bioética	3
2.3.1 Surgimiento de la bioética	4
2.3.2. Ética profesional y código de ética	5
2.4. Ética principialista	5
2.5. Ética e ingeniería biomédica	7
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	9
3.1 Objetivo general	9
3.2 Objetivos específicos	9
3.3 Hipótesis	9
METODOLOGÍA	10
4.1 Definición de la ingeniería biomédica y su campo de acción en la Universidad Autónoma de Querétaro	10

4.2 Definición de los conceptos y fundamentos asociados a la ética aplicada, la bioética y la importancia que tienen en la práctica de la ingeniería biomédica.	10
4.3 Exposición de los principales dilemas éticos que enfrenta la ingeniería biomédica en la práctica, y sus perspectivas de solución	10
4.4 Desarrollo de una propuesta de guía ética para la práctica del profesional de la ingeniería biomédica de la Universidad Autónoma de Querétaro.	11
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
5.1. Definición de la ingeniería biomédica y su campo de acción en la Universidad Autónoma de Querétaro	12
5.2. Definición de los conceptos y fundamentos asociados a la ética aplicada, la bioética y la importancia que tienen en la práctica de la ingeniería biomédica.	13
5.2.1. Ética y moral	13
5.2.2. Ética aplicada	14
5.2.3. Ética en la educación	17
5.2.3.1. La enseñanza de la ética en la universidad	18
5.2.3.2. Ética para la ciudadanía	19
5.2.3.3 Modelo educativo de la Universidad Autónoma de Querétaro	20
5.2.4. Bioética	22
5.2.4.1. Principialismo	23
5.2.4.1.1. Principio de autonomía	23
5.2.4.1.2. Principio de no maleficencia	24
5.2.4.1.3. Principio de beneficencia	24
5.2.4.1.4. Principio de justicia	25
5.2.5. Ética profesional y deontología	25
5.2.5.1 Ética profesional	27
5.2.5.1.1. Principios de la ética profesional	27
5.2.5.1.2. Normas de la ética profesional	27

5.2.5.2. Deontología	28
5.2.5.2.1. Código deontológico	29
5.2.6. Ética del medio ambiente ó ética medioambiental	29
5.2.6.1. Ética medioambiental y ética del medio ambiente	30
5.2.6.2. “ <i>Ethos</i> ” como el cuidado de la casa y el equilibrio en la existencia entre personas humanas, personas no humanas y medioambiente	30
5.2.7. Ética clínica	31
5.2.7.1. Período prenatal y neonatal	32
5.2.7.2. Durante la vida	33
5.2.7.3. Final de la vida	33
5.2.7.4. Comités hospitalarios de bioética	34
5.2.8. Ética de la investigación biomédica	35
5.2.8.1. Ethos del investigador	36
5.2.8.1.1. Conflicto de interés	37
5.2.8.1.2. Sesgo de publicación	37
5.2.8.1.3. <i>Authorship</i>	37
5.2.8.1.4. No hacer daño	37
5.2.8.1.5. Mala conducta en investigación	38
5.2.8.1.6. Fraude	38
5.2.8.1.7. Plagio	38
5.2.8.1.8. Gestión de información y privacidad	38
5.2.8.1.9. Investigación con animales	39
5.2.8.1.10. Investigación con humanos	39
5.2.8.1.10.1. Personas vulnerables	39
5.2.8.1.10.2. Consentimiento informado	40
5.2.8.1.10.3. Derechos de los participantes	41
5.2.8.2. Comités de ética	41

5.2.8.3. Formación universitaria	41
5.2.9. Importancia de la ética aplicada y la bioética en la práctica de la ingeniería biomédica	42
5.2.10. Ética e ingeniería biomédica en el mundo.	42
5.2.11. Ética e ingeniería biomédica en México.	44
5.3. Exposición de los principales dilemas éticos que enfrenta la ingeniería biomédica en la práctica, y perspectivas de solución.	45
5.4. Desarrollo de una propuesta de guía ética para la práctica del profesional de la ingeniería biomédica de la Universidad Autónoma de Querétaro.	51
CONCLUSIONES	54
REFERENCIAS	55
Anexo I	64

---

## *ÍNDICE DE FIGURAS*

---

<b>Figura 1.</b> Esquema del campo de acción actual de la ingeniería biomédica	<b>23</b>
<b>Figura 2.</b> Diagrama de ejemplos de subdisciplinas de la ética aplicada.	<b>26</b>
<b>Figura 3.</b> Diagrama de componentes y características del modelo educativo de la Universidad Autónoma de Querétaro.	<b>32</b>
<b>Figura 4.</b> Diagrama de información mínima de un consentimiento informado.	<b>50</b>

---

## *ÍNDICE DE CUADROS*

---

<b>Cuadro 1.</b> Principios de la ética principialista.	<b>16</b>
<b>Cuadro 2.</b> Diferencias entre la ética profesional y la deontología.	<b>36</b>
<b>Cuadro 3.</b> Publicaciones sobre ética e ingeniería biomédica, en el mundo.	<b>52</b>
<b>Cuadro 4.</b> Publicaciones sobre ética e ingeniería biomédica en México.	<b>54</b>
<b>Cuadro 5.</b> Principales dilemas éticos que enfrenta la ingeniería biomédica en la práctica y perspectivas de solución.	<b>62</b>

---

## *INTRODUCCIÓN*

---

La ingeniería biomédica es la aplicación de la ingeniería en el campo de la medicina, esto es la combinación de las habilidades en medicina y biología humana y las habilidades en ingeniería. En la actualidad, aún se considera una nueva disciplina, de importancia como área emergente con potencial para transferir tecnologías al ámbito clínico, y es por esto por lo que requiere de un análisis crítico desde la ética aplicada en la búsqueda de la protección de la persona humana, la persona no humana y medio ambiente, durante el ejercicio profesional de la ingeniería biomédica.

Las cuestiones éticas en la ingeniería biomédica son analizadas desde la perspectiva de la ética médica y de la ética de ingeniería. Las y los profesionales de la ingeniería biomédica, comparten ciertas similitudes con el resto de las ingenierías ya que están involucrados en la aplicación del conocimiento para la resolución de problemas, en la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías, y en la transferencia de estas nuevas tecnologías para su uso en las diversas áreas de la sociedad. También guardan relación con la práctica de las y los profesionales de la salud, en donde, se busca la contribución en el proceso diagnóstico, intervención y control para el cuidado del paciente y la mejora de los procesos en el tratamiento de estos.

Las consideraciones éticas en torno al desarrollo y a la práctica de la ingeniería biomédica son una combinación tanto de las cuestiones éticas que se dan en la práctica médica como las que existen en la práctica de la ingeniería y no es posible analizarlas de forma satisfactoria de forma aislada, en un extremo desde la perspectiva de la práctica médica y del otro extremo desde la práctica de la ingeniería.

El presente trabajo de investigación pretende desarrollar un análisis ético de la práctica de la ingeniería biomédica, localizando las principales problemáticas que enfrenta, y construyendo posibles propuestas de solución a estas bajo la ética de principios (beneficio, no daño, justicia y autonomía), para así brindar una herramienta de apoyo que actúe como una referencia al conducir nuestro actuar profesional como ingeniero biomédico.

## **2.1. Ingeniería biomédica**

La ingeniería biomédica se define como la convergencia y aplicación de principios ingenieriles a la biología humana o la medicina con el objetivo de desarrollar tecnologías para mejorar la atención y cuidado del paciente.[1] También, la ingeniería biomédica es definida como la aplicación de los principios de bioingeniería a la solución de problemas en medicina clínica y cirugía. La instrumentación para el diagnóstico, terapia y rehabilitación, se destacan como las contribuciones más conocidas que la ingeniería biomédica ha aportado a la práctica clínica. Dentro de las actividades que la ingeniería biomédica desempeña se encuentra la adquisición de nuevo conocimiento y entendimiento de sistemas vivos a través de la innovación y aplicación de técnicas analíticas basadas en las ciencias de ingeniería, así como el desarrollo de nuevos dispositivos, algoritmos, procesos y sistemas que impulsen la biología y medicina y mejoren la práctica médica y la prestación de asistencia sanitaria.[2]

No debe confundirse con la bioingeniería o la ingeniería biológica, a pesar de que el campo de acción de la ingeniería biomédica es amplio, tiene un alcance más limitado que estas dos disciplinas. La bioingeniería se centra en la ingeniería de procesos biológicos y sistemas en general, incluye no sólo ingeniería biomédica, sino también ingeniería agrícola, ingeniería en alimentos y biotecnología.[3]

### **2.1.1 Surgimiento de la ingeniería biomédica**

Algunos autores consideran que la ingeniería biomédica nace desde la aplicación de remedios a pequeños problemas, como una prótesis de dedo pulgar en el antiguo Egipto, los dibujos de Da Vinci o los trabajos de Galvani y Kelvin sobre la electricidad en seres vivos.[4] En cambio, otros autores mencionan que fue hasta el siglo XX cuando los avances en las ciencias básicas como química, fisiología, farmacología, etcétera, comenzaron a producirse con mayor rapidez y permitieron que la tecnología e investigaciones médicas se desarrollaran a pasos agigantados debido a las necesidades de esa época.[5][6]

### **2.1.2. El rol de la ingeniería biomédica**

Hoy en día se han hecho avances significativos en el diagnóstico de enfermedades y evaluación y tratamiento de pacientes, esto se ha logrado gracias al desarrollo de nuevo instrumental y dispositivos médicos. También ha influido notablemente la consolidación de líneas de desarrollo en la medicina como lo son la imagenología, la instrumentación médica y el diseño y desarrollo de prótesis y sistemas de rehabilitación asistidos por computadora.[7]

La misión de la ingeniería biomédica es fungir como intermediario entre la tecnología y el usuario final para facilitar el uso de las tecnologías médicas, mejorar su comprensión y aumentar la calidad del servicio prestado. El ingeniero biomédico tiene la responsabilidad de proveer a la sociedad soluciones integrales a los problemas que afectan a la misma, que sean sostenibles y adecuadas al ambiente donde sus actividades son llevadas a cabo, y que estas soluciones cumplan con los requisitos actuales, pero también con los requisitos futuros para lograr y garantizar calidad en el servicio del sector salud.[8]

La ingeniería biomédica es un factor de creciente importancia para mejorar la calidad de vida de la sociedad en la actualidad y en el futuro.

### **2.2. La ingeniería biomédica como profesión**

El/la profesional de ingeniería biomédica es un profesionalista interdisciplinario que es capaz de utilizar principios de ingeniería para el desarrollo o transferencia de tecnologías, dispositivos y materiales, y dar soluciones a los problemas que enfrenta el sector salud, contribuyendo a su mejoramiento y avance incorporando los avances científicos y tecnológicos, así como un desarrollo sustentable.[9] De igual forma, el/la profesional de la ingeniería biomédica participa en los procesos de diagnóstico, tratamiento y control, involucrados en la atención médica, dentro de estos se encuentra el manejo de la información de paciente, tanto imágenes como historia clínica, y en el desarrollo de políticas para la mejora de los servicios de salud.[4]

### **2.3. Ética aplicada y bioética**

La ética es una rama de la filosofía que se emplea para el estudio del comportamiento humano ideal y las formas ideales de ser.[10] La forma común de

definirla es como “Las normas de conducta que se distinguen entre un comportamiento aceptable y uno inaceptable”. [11] La ética implica distinguir lo que está bien o lo que está mal, y luego, decidir hacer lo correcto, pero “lo correcto” no es tan sencillo como se cree, la mayoría de los dilemas éticos que se presentan en el ámbito laboral no son cuestiones simples de sí o no. [12]

La ética aplicada, permite la resolución de problemas concretos de situaciones concretas, y su aplicación a los diferentes contextos vivos (bioética) o no reflexión aplicada en ética del agua, del paisaje, medio ambiente, entre otros (Romero-Zepeda, 2020; comunicación personal). El término “Bioética” ha perdido parte de su significado desde que fue acuñado por Van Rensselear Potter II en 1970. Potter consideraba la bioética como un puente entre las ciencias y las humanidades para servir a los mejores intereses de la salud humana y proteger al medio ambiente. [13]

Con el paso de los años el concepto sigue profundizándose [14] desarrollando nuevas definiciones que intentan mantener la esencia de la definición propuesta por Potter, por ejemplo, Espejo y Castilla la han definido como “La unión de la ética y la biología, los valores éticos y los hechos biológicos teniendo como tarea enseñar cómo utilizar el conocimiento en el campo científico-biológico” [15]; así como también, Blazquez y Pastor mencionaron “La bioética debe ser concebida como aquella parte de la ética o filosofía moral que estudia la licitud o no licitud de las intervenciones sobre la vida del hombre, particularmente de aquellas relacionadas con la práctica y el desarrollo de las ciencias médicas y biológicas” [16].

Las definiciones de bioética son diversas, pero existe un aspecto en común entre todas ellas y es que siempre que el actuar humano implique la vida, la bioética estará presente. [14]

### **2.3.1 Surgimiento de la bioética**

Existen antecedentes donde problemas morales sobre la vida, la salud, la medicina eran objeto de estudio serio y sistemático desde hace tiempo. En 1891, con la obra *Medicina pastoralis in usum confessoriorum*, Giuseppe Antonelli se tiene el primer acercamiento con la Bioética. [17]

Después de la Segunda Guerra Mundial, se percibía en el ambiente un catastrofismo de las heridas que esta dejó, dando a conocer la realidad de las capacidades

destruictivas del ser humano, tales como los sucesos de Hiroshima y Nagasaki, los crímenes nazis cometidos por experimentos indiscriminados, la eugenesia, la eutanasia, etcétera, con los cuales la vida física fue brutalizada o suprimida en nombre de la ciencia.[18][19]

Fue hasta 1970 con la publicación “The science of survival” de Van Rensselaer Potter donde aparece por primera vez el término Bioética.[19]

### **2.3.2. Ética profesional y código de ética**

Los profesionales ejercen ciertos derechos y poderes, esto significa que gozan de cierta autonomía en relación con los mecanismos de toma de decisiones de la sociedad a partir de su formación disciplinaria. Los derechos y poderes otorgados a una profesión deben compensarse por ciertos deberes y responsabilidades.[20]

Cuando se refiere a la ética profesional se consideran los estándares de conducta éticamente aceptables que, idealmente, todo miembro de una profesión debe seguir.[21] La ética profesional define derechos, poderes, deberes y responsabilidades con el fin de crear una estructura lo más coherente posible. Los estándares especiales que constituyen la ética profesional son formulados en un código de ética profesional para cada ocupación.[20]

Un código de ética profesional es redactado por un grupo colegiado de profesionales ejerciendo dentro de una profesión en específico, este código debe reflejar un consenso de pensamiento entre los profesionales en conjunto y contener las instrucciones y prohibiciones específicas de la profesión, así como los comentarios morales y éticos en torno a la profesión en cuestión como una forma de dignificar el ejercicio de la profesión, y ser garantía pública de sus competencias.[22]

### **2.4. Ética principialista**

Tom L. Beauchamp y James F. Childress en los años 80 elaboraron una propuesta ética para aquellos que se encuentran estrechamente relacionados al ámbito de la salud. Esta propuesta proporciona una referencia práctica y conceptual que funciona como una orientación en el actuar cuando se presentan distintas situaciones particulares. La base de

este paradigma moral son los principios de autonomía, beneficencia, no maleficencia y justicia,[23] en el Cuadro 1 se muestran las características de estos.

<b>Principios de la ética principialista</b>	
<b>Principio de autonomía</b>	La autonomía se refiere a un autogobierno que está libre de la influencia de otros. Un individuo autónomo actúa libremente de acuerdo con sus deseos y planes. El respeto a la autonomía implica reconocer el valor y los derechos de decisión de las personas autónomas y permitirles actuar de manera autónoma.
<b>Principio de no maleficencia</b>	La maleficencia es definida como la costumbre o inclinación a hacer el mal, por tanto, este principio dicta el abstenerse de causar daño a los otros. También se reconoce como el idéntico de la frase <i>Primum non nocere</i> : “Ante todo no hacer daño”.
<b>Principio de beneficencia</b>	El término beneficencia reúne todos aquellos actos destinados a beneficiar a otras personas. El principio de beneficencia se refiere a la obligación moral de actuar en beneficio de los otros.
<b>Principio de justicia</b>	La justicia se interpreta como un trato justo, equitativo y apropiado, una distribución justa, equitativa y adecuada de beneficios y cargas determinadas por normas que estructuran los términos de la cooperación social.

**Cuadro 1.** Principios de la ética principialista. Adaptada de Beauchamps, T. & Childress, J. (2012). *Principles of Biomedical Ethics*. Nueva York: Oxford University Press.

## 2.5. Ética e ingeniería biomédica

Las leyes regulan el comportamiento de los miembros pertenecientes a la sociedad, son prescriptivas y dictan lo que está permitido hacer o lo que está prohibido.[24] Pero las leyes no son suficientes para garantizar un comportamiento ético porque las leyes no siempre son éticas. Un buen ejemplo de esto, son aquellas leyes que dictaban que las mujeres no podían considerarse personas hasta el año 1989 en declaración de la máxima autoridad de la iglesia católica, o las que permitían la esclavitud a partir de la diferencia del color de la piel, etcétera.[25] Por este motivo es necesario que existan, además de las leyes que rigen a la sociedad, lineamientos éticos que prevengan un comportamiento inadecuado o incluso, el cometer un crimen.[24]

Harris, C., Davis, M., Spritchard, M., & Rabins, M. en su artículo “Engineering Ethics: What? Why? How? And When?”, exponen que la ingeniería es lo que los ingenieros hacen, y lo que ellos hacen afecta a los otros; la ética profesional dicta la manera en la que los miembros de una profesión deben o no deben afectar a los otros en el curso de la práctica de su profesión, por lo tanto, la ética en la ingeniería es un aspecto esencial de la ingeniería misma.[21]

La ingeniería se divide en distintas ramas, como lo son ingeniería civil, ingeniería química, ingeniería industrial, entre otras [26], y en cada una de estas ramas, existe un campo bien definido en el que se desenvuelven los ingenieros de cada rama disciplinaria, aunque entre campos de acción existen similitudes, la práctica de una ingeniería nunca será igual a la práctica de otra a partir de su desarrollo y de su aplicación.

Bugliarello en su obra “Bioengineering Ethics: The Ethics of the Linkage Between Engineering and Biology” menciona a la ingeniería como un agente que modifica a la naturaleza y que interactúa con el mundo biológico, al igual que estudia la relación entre la ingeniería, la ciencia y la medicina y cómo las cuestiones éticas de cada campo interactúan, naciendo así las cuestiones éticas de la ingeniería aplicada al mundo biológico.[27]

En el artículo “Professional ethics in Biomedical Engineering practice and research”, de Monzon, J. & Monzon, A., y en “Ethics of Biomedical Engineering: The Unanswered Question”, de Moffatt Staley, se hace un análisis de las distintas áreas en las que la ingeniería biomédica actúa y en las que cuestiones éticas podrían surgir, como la ingeniería genética, de línea germinal, celular y de tejidos; biomateriales, prótesis e

implantes e ingeniería neuronal; también mencionan la importancia que la ética en la investigación tiene en el campo de la ingeniería biomédica por la implicación en el desarrollo y transferencia de tecnologías que afectan a personas humanas de forma concreta, a personas no humanas en su desarrollo e investigación, y la afectación del medio ambiente a partir del uso, aplicación y disposición de los materiales de uso biomédico.[1][28]

Monzon, J. en “Teaching ethical issues in Biomedical Engineering”, habla de algunos campos de análisis bioético que se encuentran íntimamente relacionados en la práctica biomédica. Estos son: procreación médicamente asistida, investigaciones del cerebro, cuestiones del final de la vida, trasplantes y, principalmente, metodología de la investigación.[29]

En “Reflexiones sobre bioética e ingeniería biomédica: intrínseca complementariedad”, Pineda, M. y González, K., exponen los grandes avances científicos y tecnológicos que la ingeniería biomédica ha alcanzado. También han traído consigo múltiples problemas éticos relacionados con el aumento de la expectativa de vida, la ingeniería genética, el control de la natalidad, las técnicas de soporte vital, entre otras.[14]

Frize, M. en “Ethics for bioengineers” habla de algunos ejemplos de la práctica de la ingeniería biomédica donde los dilemas éticos son frecuentes, tales como los experimentos con animales y humanos e investigación biomédica, específicamente las tecnologías empleadas para probar el estado del feto dentro del útero; también es importante mencionar el impacto que la ciencia y la tecnología, tanto existente como emergente, tienen en la sociedad.[25]

Finalmente, en este rubro, en el libro “A companion to the philosophy of technology”, se menciona que es posible identificar dos tipos de cuestiones éticas a las que la ingeniería biomédica se enfrenta, las relacionadas con investigación y desarrollo, y las cuestiones éticas relacionadas con las implicaciones técnicas y dispositivos desarrollados para la práctica médica.[3]

---

## ***OBJETIVOS E HIPÓTESIS***

---

### **3.1 Objetivo general**

Desarrollar desde una perspectiva ética, un análisis de la práctica de la ingeniería biomédica dentro de la Universidad Autónoma de Querétaro, y con ello una identificación de los puntos nodales de riesgo en su práctica.

### **3.2 Objetivos específicos**

- Definir la ingeniería biomédica y su campo de acción en la Universidad Autónoma de Querétaro.
- Definir los conceptos y fundamentos asociados a la ética aplicada, la bioética y la importancia que tienen en la práctica de la ingeniería biomédica.
- Exponer los principales dilemas éticos que enfrenta la ingeniería biomédica en la práctica, y perspectivas de solución.
- Desarrollo de una propuesta de guía ética para la práctica del profesional de la ingeniería biomédica de la Universidad Autónoma de Querétaro.

### **3.3 Hipótesis**

La realización de una guía ética específica es de suma importancia y supondrá una mejora en la formación y desempeño de los estudiantes y docentes de la Universidad Autónoma de Querétaro.

#### **4.1 Definición de la ingeniería biomédica y su campo de acción en la Universidad Autónoma de Querétaro**

- Se empleó la metodología descriptiva cuyo objetivo principal es observar, describir el estado y comportamiento del objeto de estudio y responder a las incógnitas referentes a la ingeniería biomédica y a su campo de acción.[30]
- Adicionalmente se utilizó el plan de estudios de Ingeniería Biomédica registrado y aprobado por el H. Consejo Universitario para la definición de las áreas específicas de la ingeniería biomédica en esta casa de estudios.

#### **4.2 Definición de los conceptos y fundamentos asociados a la ética aplicada, la bioética y la importancia que tienen en la práctica de la ingeniería biomédica.**

Teniendo en cuenta esto, el primer paso fue buscar y analizar fuentes de información respecto a ingeniería biomédica, ética y bioética para conocer la definición y comportamiento de nuestro objeto de estudio. Una vez realizado esto, se expuso el nexo que existe entre estas disciplinas y la importancia del papel que desempeña una sobre la otra.

#### **4.3 Exposición de los principales dilemas éticos que enfrenta la ingeniería biomédica en la práctica, y sus perspectivas de solución**

- Se estudió de forma teórica las áreas de aplicación y la práctica de la ingeniería biomédica localizando las principales problemáticas que se enfrentan en cada área.

- Se realizaron entrevistas (ANEXO I) con el objetivo de conocer y enumerar los principales problemas éticos que enfrenta la práctica de la ingeniería biomédica.
- Se realizaron cinco entrevistas a expertos pertenecientes a la Unidad de Bioética de la Universidad Autónoma de Querétaro y diez a expertos en ingeniería biomédica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro. Estas entrevistas a expertos no requirieron carta de consentimiento informado debido a que no se solicitó información personal, confidencial o privada del entrevistado, ni se abordó ningún tema que lo identifique.
- Cada problemática encontrada se analizó éticamente localizando los puntos principales y con base en esto, se construyeron posibles soluciones éticas.

#### **4.4 Desarrollo de una propuesta de guía ética para la práctica del profesional de la ingeniería biomédica de la Universidad Autónoma de Querétaro.**

Con la información previamente analizada se desarrolló una propuesta de guía ética para la práctica de la ingeniería biomédica en la Universidad Autónoma de Querétaro teniendo en cuenta las principales problemáticas identificadas y el actuar deseado del ingeniero biomédico durante el ejercicio de su profesión.

### **5.1. Definición de la ingeniería biomédica y su campo de acción en la Universidad Autónoma de Querétaro**

La ingeniería biomédica puede definirse como una disciplina que aplica aquellos principios y técnicas de ingeniería eléctrica, química, mecánica, óptica, entre otros, al campo de la medicina [3][31] para estudiar, comprender y manipular sistemas biológicos humanos y animales,[8] y de esta manera mejorar el cuidado de la salud gracias a la adquisición de nuevo conocimiento sobre los sistemas vivos y el desarrollo de nuevos dispositivos, métodos, protocolos y sistemas que impulsan la mejoría de la práctica médica en el diagnóstico y cuidado de enfermedades, la rehabilitación del paciente y la gestión de los recursos hospitalarios.[1]

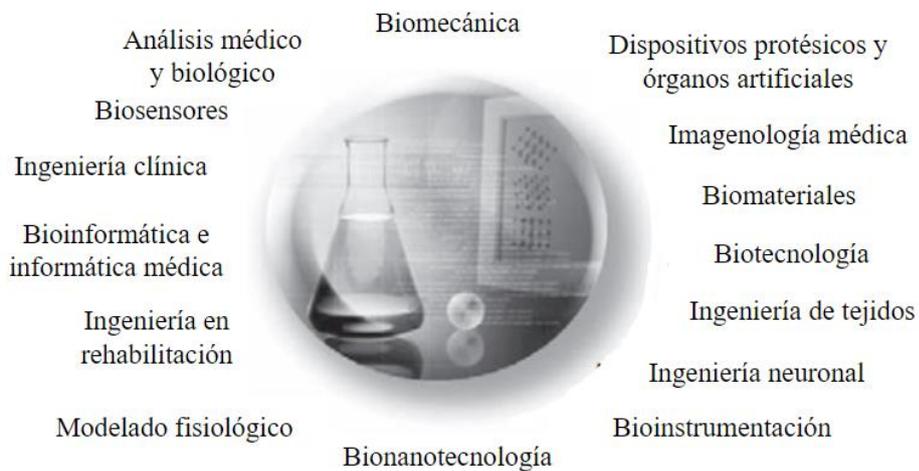
Se identificó un conflicto a la hora de hablar sobre el surgimiento de la ingeniería biomédica, ya que establecer una fecha, un año o una época como punto de partida de esta disciplina no resulta una tarea sencilla debido a que la ingeniería biomédica nace de la necesidad de desarrollar soluciones a los problemas que se enfrenta día con día el área de la salud, y esta necesidad comienza con la existencia humana; por ende, resulta complicado también definir un campo de acción inicial de los y las profesionales pioneros de la ingeniería biomédica, aunque se considera que el área principal de enfoque era el desarrollo de dispositivos médicos.[5]

El campo de acción de la ingeniería biomédica en la Universidad Autónoma de Querétaro es numeroso, algunas de las áreas estudiadas son:

- Procesamiento de señales y bioseñales,
- biosensores,
- biomateriales,
- ingeniería clínica,
- modelado y simulación de sistemas biológicos,
- bioinstrumentación,
- inteligencia artificial,
- biomecánica,
- imagenología e
- ingeniería de rehabilitación.

Especializándose principalmente en las áreas de imagenología, biomateriales y procesamiento de señales y bioseñales.[9][32]

Actualmente, la ingeniería biomédica se reconoce como materia de carácter multidisciplinar ya que incluye diversas áreas de enfoque como se muestra en la Figura 1.



**Figura 1.** Esquema del campo de acción actual de la ingeniería biomédica.

Adaptada de Enderle, J., & Bronzino, J. (2012). Introduction to biomedical engineering. Reino Unido: Elsevier.

## **5.2. Definición de los conceptos y fundamentos asociados a la ética aplicada, la bioética y la importancia que tienen en la práctica de la ingeniería biomédica.**

### **5.2.1. Ética y moral**

La ética es una disciplina filosófica que se encarga de comprender y analizar los valores y el comportamiento humano, y de distinguir entre lo bueno y lo malo, lo correcto y lo incorrecto que tiene lugar en la conducta de los seres humanos y en las relaciones entre ellos; es considerada la ciencia de la conducta.[12]

Los términos “ética” y “moral” usualmente se emplean indistintamente en la cotidianidad, si bien por implicaciones en determinados lenguajes, comúnmente se utilizan como sinónimos debido a que no se conoce la definición de cada uno de ellos

individualmente ni de sus diferencias. En comparación con la ética, la moral se trata de normas sociales,[22] creencias y costumbres que surgen de un grupo al que el individuo pertenece y que se derivan de la ética y de su práctica.[10]

La ética no se trata de nuestras convicciones o preferencias, es inherente que el actuar humano sea influido por las emociones y los sentimientos, pero estos no deben superar el buen razonamiento; el actuar con ética conlleva la justificación de nuestros actos mediante argumentos lógicos más allá de la opinión y sentir personal que gira en torno a ese actuar.[10][33] La ética es la protección e invulnerabilidad de la dignidad humana.[29] En contraste, la moral busca la coexistencia de los miembros de un grupo, orientándolos al ideal de la comunidad de vivir una vida plena.[21][34]

### 5.2.2. Ética aplicada

Durante la segunda mitad del siglo XX, alrededor de 1960, surge la ética aplicada provocada por algunos fenómenos contemporáneos, tales como:

- La consideración de que los problemas morales surgen no sólo a partir de las relaciones entre humanos, sino también de la relación de los seres humanos con otros seres no humanos.
- Surgimiento de nuevos dilemas morales, producto del desarrollo y especialización de la ciencia produciendo una ampliación en los alcances del actuar humano, lo que ha traído como consecuencia un desfase entre la normativa moral, la capacidad de actuar del hombre y la capacidad de prever las consecuencias de su acción.
- La globalización, que permite un contacto frecuente y estrecho entre las diferentes culturas y naciones, dando como resultado el fenómeno del multiculturalismo.[35][36]

James Childress define la ética aplicada de la siguiente manera:

*“El término ética aplicada y ética práctica son usados de forma intercambiable para indicar la aplicación de la ética a áreas especiales de la actividad humana, tales como negocios, política y medicina, y a problemas particulares, como los abortos.”*

(Childress,1986)[37]

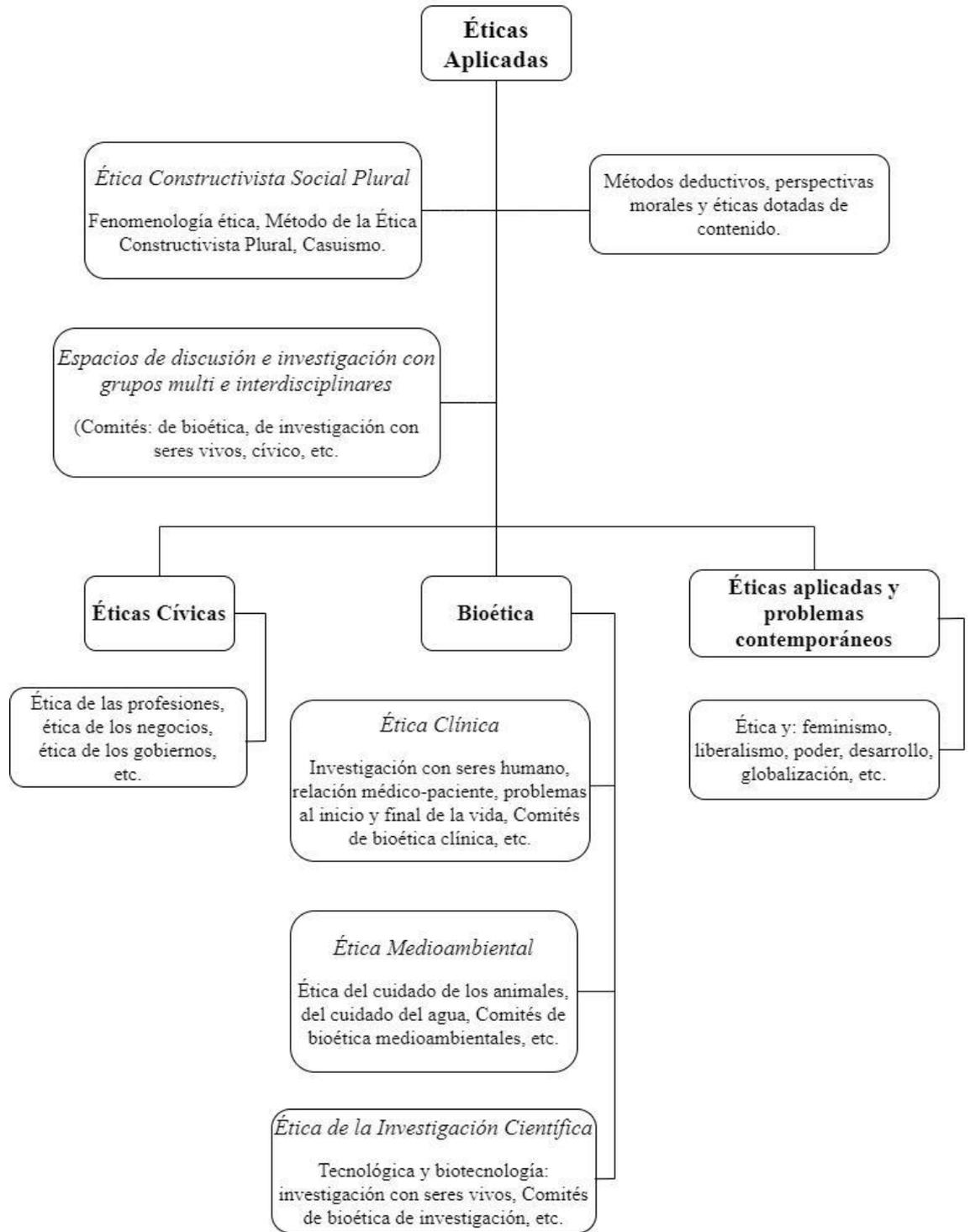
Tom Beauchamp define a la ética aplicada de la siguiente manera:

*“[...] “Ética aplicada” se refiere a cualquier uso de métodos filosóficos para tratar problemas, prácticas y políticas morales en las profesiones, tecnología, gobierno y similares. [...]”*

(Beauchamp, 2005)[38]

La ética aplicada aborda y hace un análisis ético de problemas prácticos y situaciones precisas, es una forma inmediata y práctica para dar una respuesta adecuada a fenómenos concretos, los problemas morales planteados por el actual nivel de desarrollo y los cuestionamientos que usualmente se encuentran ligados a prácticas profesionales y sociales, con el fin de proponer soluciones y caminos normativos, siempre en aras del bien común. Sus principales características son que centra su reflexión en la búsqueda, no de fundamentos sino procedimientos para la solución de los conflictos morales y el diálogo e intercambio de información interdisciplinario, esencial para proporcionar un panorama descriptivo de la situación y observar el mayor número de facetas del problema. [35][36][39][40][41][42]

En cada ámbito de la vida social, en tanto presente dilemas éticos, se necesita recurrir a un análisis y reflexión moral y ético especializado en aquellos problemas y peculiaridades propios del área específica de la vida social; así es como nacen las diferentes subdisciplinas de la ética aplicada en la actualidad.[43] A partir del surgimiento de la ética aplicada, la primer subdisciplina en formarse fue la bioética; en íntima relación con esta según el término acuñado al oncólogo Van Rensselaer Potter, se formula la ética del medio ambiente, seguida por la ética de la investigación, la ética económica, luego la ética para la ciudadanía, etcétera.[35] La ética aplicada es un campo en expansión ya que el número de subdisciplinas aumenta constantemente y algunas otras continúan en formación.[36][37] A continuación, se muestra en la figura 2 un diagrama de ejemplos de las diferentes subdisciplinas de la ética aplicada.



**Figura 2.** Diagrama de ejemplos de subdisciplinas de la ética aplicada.  
Adaptado de Arellano, J. (2012). Teoría ética para una ética aplicada. México:  
Universidad Autónoma de Querétaro.

Para fines de este trabajo de investigación, nos enfocaremos en las siguientes subdisciplinas relevantes en la práctica de la ingeniería biomédica: ética en la educación,

ética para la ciudadanía, ética profesional, bioética, ética del medio ambiente, ética hospitalaria y ética de la investigación.

### **5.2.3. Ética en la educación**

La educación es un proceso de aprendizaje y adquisición de información, tiene un efecto formativo en la mente, el carácter y la capacidad física de un individuo. A lo largo del proceso educativo, las personas se construyen a sí mismas, es una forma de formarse como seres humanos civilizados debido a que durante este proceso se configura el significado de la existencia, el deber, el ser y el hacer.[44][45] Educar es el proceso de construir y construirse como seres humanos, para vivir como personas creadoras en la sociedad.[46]

Dentro de una sociedad globalizada, la educación se considera como la fórmula del éxito económico y no del enriquecimiento cultural y humano, es visto como un producto más que como un proceso, cuando esto ocurre, la educación pasa a ser algo que se consigue completa y terminada, en contraste, cuando se le juzga como un proceso, pasa a ser un medio de superación para toda la vida, más allá del significado académico de haber concluido una profesión.[45] Educar no se reduce a instruir o enseñar, sino que implica apropiarse e interiorizar valores éticos que hacen del humano un sujeto moral, capacitando al individuo para interpretar los acontecimientos de hoy en día y que haga frente a los retos presentes en la sociedad actual, actuando desde la responsabilidad.[47] Hablar de educación es hablar de la persona humana, la persona se construye a través de la educación y para que el individuo llegue a su plenitud humana debe asumir, asimilar y construir un sistema de valores que se mueve en el ámbito de la ética, por lo que no es posible una educación sin un referente ético, un planteamiento objetivo y fundado en valores.[46]

Los principales objetivos de la ética en la educación es estimular en los individuos la reflexión ética, la conciencia y la responsabilidad, así como proporcionar entendimiento hacía los principios y valores éticos y equiparlos con la capacidad de tomar decisiones responsables por su libre albedrío para así contribuir al bien común.[44][48] No se trata de que la persona deba crear nuevas normas, sino que desarrolle la capacidad de encontrar nuevas opciones para obrar éticamente y forme criterio propio y objetivo para hacer frente a las adversidades presentes en el actuar humano.[49]

La enseñanza de la ética tiene un lugar necesario y de suma importancia en la educación, ya que, como Aristóteles dijo: “Educar la mente sin educar el corazón, no es educación en absoluto”. [44]

### **5.2.3.1. La enseñanza de la ética en la universidad**

La formación ética en las universidades no es considerado un tema tan importante como consecuencia de una universidad dedicada a la formación de especialistas, donde la educación excluye la educación moral que suele aparecer como un adorno innecesario para aquel que se prepara, con una concepción demasiado técnica y una educación profesional orientada exclusivamente hacia los intereses de la industria y el mercado. Aunque existen cursos de ética a nivel universitario, estos son meros aderezo del currículo y pobremente valorados por los estudiantes, pareciera que la necesidad de la formación ética universitaria sólo nace debido a la preocupación por la responsabilidad social de la universidad. Es por esto por lo que es necesario cuestionar no sólo cuál es el lugar que tiene la ética en la formación superior, sino también se debe plantear cuál es el lugar que debería tener. [40][50][51]

Una de las principales incógnitas en torno a la ética en la universidad es si tanto la universidad como sus profesores, a través de las diferentes asignaturas, tienen como objetivo la educación moral de los estudiantes universitarios. La mayoría de los profesores creen que el verdadero sentido de la enseñanza de la ética se encuentra en la capacidad de modelar y/o modificar conductas y argumentan que enseñar ética cuando los estudiantes universitarios ingresan a la universidad es inútil ya que sus valores y modelos morales ya están determinados y no pueden cambiar, pero la única condición que se requiere para una enseñanza fructífera de esta disciplina es el interés del que atiende la reflexión y no la edad. Además, la finalidad de los cursos de ética no es cambiar el carácter de los alumnos o variar su conducta, sino hacer que reflexionen sobre las implicaciones de sus actos, de sus responsabilidades y obligaciones, despertar su interés por las cuestiones morales propias y de su entorno. [51][52][53]

Los principales retos a los que se enfrenta la ética en la universidad son la dificultad de encajar el desarrollo moral en actividades en el currículo, la ausencia de conocimientos específicos para su enseñanza por parte de los docentes y la imposibilidad de la neutralidad en la transmisión de valores por la universidad y sus miembros. [40][50]

Se pueden identificar cinco enfoques de la enseñanza de la ética en las universidades:

1. Como disciplina académica cuya enseñanza se aborda como estudio de la filosofía práctica.
2. La ética profesional que aborda la deontología profesional.
3. La formación interdisciplinaria a través de cursos diseñados por equipos interdisciplinarios en los que se reúnen conocimientos específicos de cada disciplina implicada.
4. La formación para la ciudadanía, que abarca desde los cursos de ética y ciudadanía hasta proyectos de aprender-haciendo.
5. La educación de carácter centrada en la transmisión de valores, y el juicio reflexivo fomentando el entendimiento de principios morales y el desarrollo cognitivo.[40][54]

#### **5.2.3.2. Ética para la ciudadanía**

La palabra ética proviene del vocablo griego *êthos*, el cual tiene un doble significado: “modo de ser” o “forja de carácter”, no en el sentido psicológico sino en la forma en la que enfrenta, afronta y vive la vida una persona, este es el significado más conocido del *êthos*. Por otro lado, el vocablo *êthos* se refiere a “residencia”, “morada”, “lugar donde se habita” y al cuidado de este, “al cuidado de la casa” (Romero-Zepeda, 2021; comunicación personal)[40].

Los términos ciudadano y ciudadanía no pueden definirse de forma exacta ya que se encuentran en cambio constante, pero el término ciudadano puede definirse como aquella persona que co-existe en una sociedad. Para que a una persona se le reconozca como ciudadano debe satisfacer determinados requisitos, criterios que han cambiado a lo largo de la historia y continúan cambiando.[55]

La ciudad no es una simple suma de individuos aislados, sino la relación que existe entre los mismos. La ciudadanía es aquella condición que reconoce a un individuo como miembro de una comunidad, otorgando sentido de identidad, pertenencia y aceptación al lugar en el que se interactúa socialmente y relaciona la acción individual con la acción colectiva. Un ciudadano es quien tiene conciencia de los derechos y deberes

necesarios para lograr una buena convivencia, interactúa con solidaridad y responsabilidad y participa en la comunidad buscando el bien común.[55][56][57][58]

La ética y los valores morales son necesarios para educar el conducir del comportamiento humano, convierten al ser humano en seres racionales que cuidan de sí, cuidan del otro y cuidan de lo otro. En la medida en que un mayor número de individuos tenga una formación ética, se construirá una sociedad con mayor conciencia, más justa, equitativa y libre, es por esto que nace la necesidad de una ética para la ciudadanía.[55][57]

Una ética para la ciudadanía se trata de abrir un espacio ético para analizar los hábitos y caracteres que se precisa para lograr una buena sociedad.[59] La ética ciudadana debe llegar a todo aquel individuo ciudadano perteneciente a una comunidad, ya que fomenta el interés en los asuntos y problemáticas que atañen a la sociedad,[55] pero principalmente busca que todas y todos los individuos se sientan ciudadanos y parte de una sociedad. La educación ciudadana contribuye a la formación de la persona y a su vez, le enseña a ser ciudadano inculcando la solidaridad, responsabilidad, justicia y equidad.[60]

El ser ciudadano no es algo instintivo, sino que se enseña y se aprende, de esta manera una educación ética para la ciudadanía es necesaria para la formación de personas cuyo actuar sea de forma consciente y estén dispuestas a interactuar y participar en su comunidad con respeto y dignidad, enfatizando el desarrollo del pensamiento crítico y el reconocerse como ciudadanos.[56][61] Educar no implica la transmisión impositiva de normas, principios y valores o los mismos esquemas éticos de años atrás a las nuevas generaciones ya que es posible que no sean válidos en tiempos actuales, sino que es imperativo el uso del razonamiento para lograr la madurez, interiorización y responsabilidad de los individuos y así conseguir que piensen y actúen por sí mismos de acuerdo a su entorno.[56]

### **5.2.3.3 Modelo educativo de la Universidad Autónoma de Querétaro**

La Universidad Autónoma de Querétaro sigue un modelo de formación humanista que se basa en la construcción de conocimiento y se centra en el aprendizaje que muestra un enfoque multidisciplinario e interdisciplinario, esquemas flexibles y compromiso social, así como también permite que tanto alumnos como profesores reflexionen,

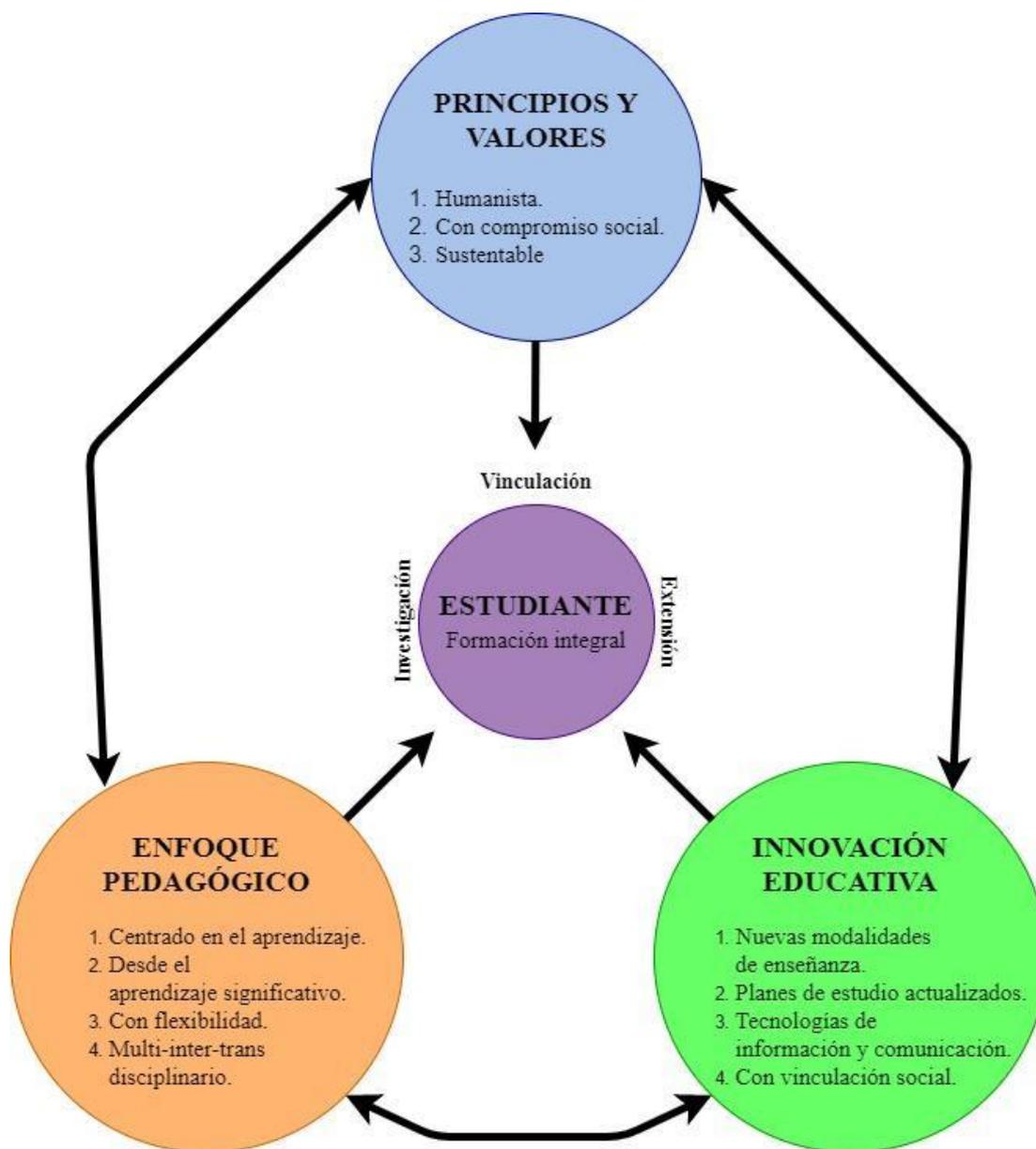
propongan y actúen críticamente ante procesos socioeconómicos, culturales y ambientales actuales de nuestra nación.

El modelo educativo universitario se conforma por tres componentes fundamentales para la formación universitaria:

- Principios y valores que den como resultado una filosofía conformada por los elementos de filosofía humanista, compromiso social y sustentabilidad.
- Enfoque pedagógico como guía que permite orientar las prácticas de enseñanza y determinar propósitos, ideas y orientaciones para el aprendizaje a través del establecimiento de directrices óptimas para un buen desarrollo, reconociendo al estudiante y su formación como el centro de todo esfuerzo académico.
- Innovación educativa que implica nuevas modalidades de trabajo haciendo uso de tecnología e información, acordes con una educación centrada en el estudiante y su aprendizaje, formando a los estudiantes en ciudadanía y competencias para la vida, al igual que acercar a los individuos a los problemas de la realidad para así llevar a la práctica lo aprendido, así como también crear sistemas educativos capaces de llegar a más estudiantes.

Podemos observar que el modelo educativo universitario de la Universidad Autónoma de Querétaro comprende los elementos esenciales que tanto la ética para la ciudadanía y la ética universitaria señalan para lograr la formación de alumnos, futuros profesionistas, con pensamiento crítico y habilidad para el análisis de dilemas éticos y la toma de decisiones responsables para lograr el bien común.[54]

En la Figura 3 se resumen las características de los componentes del modelo educativo universitario.



**Figura 3.** Diagrama de componentes y características del modelo educativo de la Universidad Autónoma de Querétaro. Tomado y adaptado de Universidad Autónoma de Querétaro. (2017). El modelo educativo universitario.

<https://planeacion.uaq.mx/index.php/descargables/modelo-educativo-universitario>.

#### 5.2.4. Bioética

Francesco Bellino decía “La bioética tiene una paternidad y una fecha de nacimiento”.[62] Dicha paternidad se le atribuye al oncólogo Van Rensselaer Potter

gracias a su publicación *Perspectives in Biology and Medicine* en 1970, fecha considerada como el nacimiento del término bioética. Potter vislumbraba la bioética como un puente construido hacia el futuro (*Bridge to the future*, 1971) buscando la supervivencia y una mejor calidad de vida creando un nexo entre las ciencias y las humanidades englobando a todos los elementos de la vida, desde los asuntos médicos hasta los ambientales.[3][19]

Andre Hellegers, quien fue un ginecólogo y obstetra, no empleó el significado original que Potter le dio al término bioética, sino que lo enfocó a los dilemas y cuestiones que enfrenta el campo de la medicina definiéndolo como una conexión entre medicina, ética y filosofía; y de esta manera fue difundido el concepto de bioética perdiendo una parte del significado que le otorgó su padre,[13] por lo que hasta el día de hoy el término se encuentra sesgado hacia la medicina y se emplea como un sinónimo de ética clínica.[19]

Teniendo en cuenta el significado etimológico de la palabra bioética; *bio*, vida y *ethos*, ética, y la esencia inicial que Potter acuñó el término, podemos definir a la bioética como una disciplina que integra, estudia y trabaja las reflexiones éticas y morales sobre todos los aspectos y decisiones que giran en torno a los seres vivos y a la vida misma, que instruye en la utilización del conocimiento científico en el campo biológico y viceversa y cuyo principal objetivo es la preservación de la dignidad humana y de la vida.

#### **5.2.4.1. Principialismo**

El principialismo, también reconocido como ética principialista, se refiere a cuatro principios, autonomía, no maleficencia, beneficencia y autonomía, de carácter normativo que establecen deberes y obligaciones.[10] Esta propuesta ética fue elaborada por Tom L. Beauchamp y James F. Childress contenida en el libro *Principles of biomedical ethics*. La ética principialista se emplea en bioética como herramienta de análisis para darle solución a dilemas que esta disciplina enfrenta.

##### **5.2.4.1.1. Principio de autonomía**

La autonomía se refiere a un autogobierno personal que evita que terceros interfieran en la toma de decisiones y en el actuar del individuo autónomo para así regirse sólo en sus pensamientos y deseos. Existen también personas con una autonomía

disminuida, son aquellas que no pueden ejercer su autonomía libremente ya que se encuentran en determinadas circunstancias, como una incapacitación mental o ser una persona privada de la libertad.[34]

Este principio se refiere fundamentalmente al respeto a la autonomía de los y las agentes autónomos, esto se logra reconociendo, permitiendo y apoyando su derecho a la toma de decisiones y actuar de acuerdo a sus valores y creencias siempre y cuando el ejercicio de la autonomía del individuo no dañe a terceros, ya sea no influyendo o interfiriendo su pensar y proceder o proporcionándole la información y herramientas necesarias para una decisión autónoma informada haciendo de su conocimiento todas opciones disponibles para el individuo. Este principio se encuentra íntimamente relacionado con el consentimiento informado.[34][63]

#### **5.2.4.1.2. Principio de no maleficencia**

Dicta la obligación de abstenerse de causar daño a los otros y se reconoce como el idéntico de la famosa *Primum non nocere*: “Ante todo no hacer daño”. Es común que se prefiera ver el principio de no maleficencia en una fusión con el principio de beneficencia, pero las obligaciones que dicta uno no significan lo mismo que las obligaciones que dicta el otro, si bien pueden ir de la mano no son intercambiables ni sinónimos.[34]

A pesar de que en los principios de la ética principialista no existe una jerarquía, sino que cada uno de ellos se considera tiene la misma importancia y peso en el análisis y búsqueda de soluciones para los dilemas éticos, es usual que se piense que el principio de no maleficencia puede anular otros principios y que es prioridad tenerlo en cuenta para el análisis de cuestiones éticas. Esta consideración no es una regla ni debe aplicarse a cada análisis ético que se lleve a cabo, cada situación debe ser analizada considerando que ningún principio tiene prioridad sobre los otros.[64]

#### **5.2.4.1.3. Principio de beneficencia**

El término de beneficencia como se emplea en este principio engloba todas aquellas acciones cuyo objetivo primordial es beneficiar a otros seres. El principio de beneficencia se refiere al acto de hacer el bien,[63] no simplemente evitar hacer el daño

(principio de no maleficencia) sino al compromiso moral de brindar beneficios y actuar en beneficio de terceros.

En contraste con el principio de no maleficencia que dicta una obligación de no causar daño a ningún ser, el principio de beneficencia nos permite ayudar y beneficiar a quienes lo necesitan, pero no dictamina una obligación moral de realizar actos benéficos a todo aquel ser que se encuentra a nuestro alrededor; sin embargo, respalda una serie de reglas *prima facie* de obligación:

1. Proteger y defender los derechos de los demás.
2. Prevenir que los otros sufran daño.
3. Eliminar aquellas condiciones que causarían daño a los demás.
4. Ayudar a personas que presentan discapacidades.
5. Rescatar a quienes se encuentren en peligro.[34]

Es usual, en especial en el campo de la medicina, encontrarnos con situaciones en las que el principio de beneficencia entra en conflicto con el principio de autonomía.

#### **5.2.4.1.4. Principio de justicia**

El principio de justicia se interpreta como un trato equitativo y adecuado a todo individuo. También puede hablarse de la justicia distributiva que se refiere a una distribución justa y equitativa tanto de los beneficios como de los perjuicios que giran en torno al ser o al grupo social.[4][63]

Usualmente se emplea la filosofía de Aristóteles, “Los iguales deben ser tratados por igual y los desiguales deben ser tratados de manera desigual”, para explicar el principio de justicia, pero dicha filosofía no aporta de forma completa una interpretación de dicho principio ya que no se encuentran definidos los criterios para determinar aquellos que pueden considerarse iguales y aquellos que se consideran desiguales, y definir estos criterios es una tarea compleja debido a que estos son inherentes de la situación que se esté analizando.[34]

#### **5.2.5. Ética profesional y deontología**

La ética del deber ser. Un trabajo o actividad es considerada profesional si cuenta con las siguientes características:

- Brindar un servicio específico por un grupo de individuos que se dedican a ellos de forma estable obteniendo una remuneración económica.
- Acceder a dicha profesión tras un largo proceso de estudio teórico y práctico, donde sea indispensable una acreditación para el ejercicio de la profesión.
- Formar una asociación profesional que tiene el control del ejercicio de la profesión.

Otro aspecto importante al definir las profesiones es la tenencia de principios y valores bien definidos para cada una de ellas, ya que ser un profesional competente y responsable no concierne únicamente a la posesión de las habilidades obtenidas en la formación académica, sino también los modos de ser, la pertenencia a un colectivo profesional y el compromiso social en el ejercicio de la profesión.[37][65]

Usualmente se cree que la ética profesional y la deontología se refieren a lo mismo, pero son conceptos diferentes. La ética profesional hace referencia a la conciencia individual y la deontología se refiere a la colectividad, en la fijación de obligaciones y deberes.[65][66][67] A continuación, en el Cuadro 2, se exponen las principales diferencias entre ética profesional y deontología.

<b>Diferencias entre ética profesional y deontología</b>	
<b>Ética profesional</b>	<b>Deontología profesional</b>
Orientada al bien, a lo bueno.	Orientada al deber.
No normativa.	Normas y códigos.
No exigible.	Exigible a los profesionales.
Propone motivaciones.	Exige actuaciones.
Conciencia individual.	Aprobada por un colectivo de profesionales.
Parte de la ética aplicada.	Se ubica entre la moral y el Derecho.

**Cuadro 2.** Diferencias entre la ética profesional y la deontología. Tomado y adaptado de Departamento de formación humanística. (2016). *Apunte sobre ética y deontología profesional para profesionales de la salud*. UFASTA. Universidad FASTA Recuperado

de <https://www.ufasta.edu.ar/carteleravirtual/files/2016/10/Apunte-sobre-%C3%89tica-y-Deontolog%C3%ADa-Profesional.pdf>.

Para que exista un desempeño satisfactorio del profesional, la ética profesional y la deontología deben estar presentes en el ejercicio de su profesión, y aunque ambos conceptos no son sinónimos, se complementan.[68]

### **5.2.5.1 Ética profesional**

La ética se alberga en la conciencia moral del ser humano, es su dirección y freno en el actuar,[37] de esta manera, la ética profesional se trata de la conciencia personal,[67] los valores del individuo y su capacidad de distinguir entre lo correcto y lo incorrecto, define el ser buen profesional y la correcta actuación en el ejercicio de la profesión buscando la excelencia en el servicio que se brinda a la sociedad.[65][68] Debido a que la ética profesional es relativa a lo inculcado en cada persona, no se encuentra establecida en normas o códigos ni aplica sanciones.[37][66]

La ética profesional no sólo estipula normas y deberes, sino también hace recomendaciones, fomenta metas, ideales y virtudes, al igual que impulsa la reflexión sobre el buen actuar.[68]

Conocer los estándares de una profesión particular no es suficiente, el individuo profesional tiene que adquirirlos convirtiéndolos en parte integral de su carácter.[37]

#### **5.2.5.1.1. Principios de la ética profesional**

La ética profesional en general se plantea en principios: el principio de autonomía, el principio de no maleficencia, el principio de beneficencia y el principio de justicia, expuestos anteriormente en la sección 5.2.4.1.1, 5.2.4.1.2, 5.2.4.1.3 y 5.2.4.1.4, respectivamente.[65]

#### **5.2.5.1.2. Normas de la ética profesional**

Existen normas definidas para las diferentes ocupaciones, estos se dividen según las relaciones que lleva el profesional, así, diferentes tipos de relaciones profesionales generan diferentes normas, tales como:

- Relaciones con personas dependientes del trabajo y el servicio profesional. Por ejemplo, las relaciones médico y paciente o profesor y alumno. Dentro de estas relaciones nacen normas profesionales tales como honestidad, confiabilidad, etcétera.
- Relaciones con compañeros de trabajo. Estas relaciones generan normas profesionales de lealtad y solidaridad.
- Relaciones con los empleadores. En estas relaciones se originan normas morales de lealtad y confidencialidad.[37]

A pesar de que las normas generadas dependen del tipo de relación profesional, se pueden destacar algunas que son comunes y esenciales en todas las actividades profesionales:

- Confidencialidad: Se trata de guardar en secreto todo aquello que se haya tratado y escuchado que tenga conexión con la relación profesional.
- Veracidad: Consiste en no mentir, en dar a conocer la verdad a aquella persona que tiene derecho a saberla debido a la relación profesional que se tiene con ella.
- Fidelidad: Es la obligación de cumplir con una promesa o un acuerdo explícito. Se relaciona con el principio de beneficencia y autonomía.[65]

#### **5.2.5.2. Deontología**

El término deontología proviene del griego *deon*, que significa deber y alude a algo necesario y preceptivo.[68] La deontología se encarga de analizar los deberes mínimamente exigibles de cada una de las actividades profesiones, traduciéndolos en reglas y normas con el objetivo de regular las conductas de los profesionales. Tales normas se encuentran establecidas en un código deontológico que es redactado y aprobado por un grupo de profesionistas colegiado, el más conocido más antiguo es el Código Hipocrático para médicos del siglo IV a. C. Un código deontológico carece de sentido fuera del grupo para el que fue redactado, así, la obligación del cumplimiento de las normas se circunscribe a ese y sólo a ese grupo.[37][66][68]

### 5.2.5.2.1. Código deontológico

El código deontológico es un documento donde se establece un conjunto de principios y reglas de conducta, derechos, deberes y normas en torno al ejercicio de una determinada profesión. Es un mecanismo de autorregulación que instituye los límites del actuar profesional.[65][66] La redacción del código deontológico debe aprobarse por un colectivo de profesionales y se asocia con aquellos que ejercen una misma profesión.[68]

Un código deontológico usualmente consta de dos partes. En la primera, se desarrolla una introducción estableciendo el objetivo de la profesión. En la segunda parte, se exponen las reglas de comportamiento profesional.[37]

Las funciones fundamentales de los códigos deontológicos son:

- Reconocer las dimensiones éticas tanto de una profesión como de las actividades por parte de aquellos que las llevan a cabo.
- Detallar las normas y obligaciones concretas de una profesión para guiar a los profesionales a enfrentar dificultades en las decisiones morales.
- Ayudar a los profesionales a hacer frente a intereses o bienes tales como dinero, poder, prestigio, etcétera.
- Visibilizar el compromiso de una profesión de llevar a cabo su misión de forma moral y digna.[37][65]

### 5.2.6. Ética del medio ambiente o ética medioambiental

Se considera que Raquel Carson, con su obra “La primavera silenciosa, el daño ambiental causado por el exceso de poder del hombre” en 1968, causó una revolución en el pensamiento, fundando la ética del medio ambiente.[69] Pero no fue hasta el libro “*A Sand County Almanac*” del escritor Aldo Leopold, en cuyas conclusiones se abordó por primera vez el tema de una ética orientada al respeto y cuidado del medio ambiente, considerando así a Leopold como padre fundador de la ética del medio ambiente.[70]

Diferentes filósofos a lo largo de la historia han escrito sobre una ética del medio ambiente, pero hasta 1970 emergió como una disciplina filosófica,[71] resultado de los movimientos sociales de 1960, provocados por la creciente conciencia e interés público sobre los efectos que la tecnología, la industria, la economía y el crecimiento poblacional estaban teniendo sobre el mundo natural.[72][73]

La ética del medio ambiente se define como el estudio ético de las interrogantes originadas del comportamiento e interacciones humanas, así como el impacto de las mismas, con el sistema natural y el mundo no humano.[70][71][73][74] Se trata de un campo relativamente nuevo, y cada vez más importante, de la ética filosófica, que se preocupa por el valor que el mundo natural no humano posee, así como de la forma en la que el ser humano coexiste con el mundo.[70][74][75]

La ética del medio ambiente surge de la crisis ecológica que se vive actualmente gracias a la magnitud de las acciones que el ser humano lleva a cabo debido a los nuevos avances que la revolución tecnológica trajo consigo, creciendo así los problemas morales relacionados al actuar humano y su posibilidad de afectar al ambiente; asimismo, la ética del medio ambiente busca crear y regular bases para una convivencia armónica entre los seres humanos y el mundo no humano, extendiendo los aspectos éticos a los demás seres vivos, ya que la ética tradicional no suele considerarlos sujetos morales.[69][75]

#### **5.2.6.1. Ética medioambiental y ética del medio ambiente**

Comúnmente los términos ética medioambiental y ética del medio ambiente, se utilizan como sinónimos, pero es importante hacer una distinción entre estos debido a que no significan lo mismo. La ética medioambiental se refiere a una ética donde el principal interés es el de los seres humanos, se trata del uso del medio ambiente para asegurar la calidad de vida humana y la de sus generaciones futuras.[69][76] En contraste, la ética del medio ambiente o ética ecológica, se define como una ética global, que no solo habla de un medio ambiente sano, sino que considera que los seres no humanos tienen un valor moral inherente en función del todo biótico y entiende al ser humano como un integrante del mundo natural con el que entabla relaciones compartiendo su vida con otras especies haciendo posible el desarrollo de la misma.[69][76][77]

#### **5.2.6.2. “Ethos” como el cuidado de la casa y el equilibrio en la existencia entre personas humanas, personas no humanas y medioambiente**

La ética ha dejado de ser un asunto específicamente sobre relaciones sociales entre individuos y sociedades humanas, se ha extendido a las relaciones entre los humanos y la tierra, que incluye suelos, agua, plantas y animales, donde el ser humano deja de

desempeñar el papel de ser conquistador y se convierte en un miembro más, contemplando más allá de los intereses de la raza humana.[70]

A partir del siglo XVIII se planteó que cualidades tales como raza, sexo, etnia, etcétera, no representan diferencias éticamente razonables; y que todo ser humano merece respeto, siendo siempre un fin y nunca un medio para fines de otros.[74] Se podía observar una ética antropocentrista, donde sólo a los seres humanos y sus intereses se les atribuye consideración moral y valor del resto de entidades se asigna e importa sólo en la medida en que afecta o se relaciona con los seres humanos y sus intereses, entendiéndolos como medio y no como un fin.[72][76]

Actualmente, se continúa cuestionando si debe tomarse en cuenta a los seres humanos futuros, quienes podrían sufrir las consecuencias de las acciones de hoy; así como también, si los intereses morales se limitan a la capacidad de raciocinio de la especie humana, si es suficiente con ser un ser vivo capaz de sentir placer o sufrimiento para ser considerado éticamente o incluso, si la consideración ética debe extenderse a aquellos seres vivos no sintientes con quienes, aquellos que sí lo son, comparten capacidades e intereses.[74] No obstante existe la certeza sobre la responsabilidad de la humanidad hacia las generaciones futuras. También se discute si elementos no vivos de la naturaleza, como lo son las rocas, los ríos, las playas, la propia Tierra, son acreedores de consideraciones éticas.[77]

La vida es un valor universal que no permite comparaciones, clases o rangos, por lo tanto, todo lo vivo tiene un valor ético y moral inherente y merece el máximo respeto.[77] Es por esto que una ética del medio ambiente propone un cambio del antropocentrismo hacia un biocentrismo, donde se sigue buscando la dignidad de la vida humana y su supervivencia, sin olvidar la propia dignidad y supervivencia de todo aquel ser vivo no humano ni el valor de la Tierra como biosfera y morada de la vida.[74][76]

### **5.2.7. Ética clínica**

Hoy en día, el término ética clínica se emplea como sinónimo de la ética médica, y de las relaciones médico – paciente o profesionales de salud – paciente, para alcanzar el equilibrio salud – enfermedad, pero de acuerdo con The New Dictionary of Medical Ethics, la ética clínica se refiere a una forma de ética aplicada que es practicada en hospitales y cualquier ámbito relacionado con el cuidado y la atención de la salud, no se

limita a la ética del personal médico.[78] La atención a la salud cuida los grandes procesos de la vida: el inicio de la vida circunscrito en el período prenatal y neonatal, durante la vida, en las relaciones existentes entre el crecimiento y el desarrollo de la humanidad, así como en las relaciones de los profesionales de la salud con el/la paciente en la búsqueda del equilibrio salud – enfermedad; y al final de la vida, que es aquello que rodea el proceso del morir de la persona, la calidad de vida al final de la vida, y la toma de decisiones en voluntades anticipadas sobre el tratamiento y acompañamiento a haber en este morir y en la muerte digna. (Romero-Zepeda, 2021; comunicación personal).

### **5.2.7.1. Período prenatal y neonatal**

En la NORMA Oficial Mexicana NOM-007-SSA2-2016, Para la atención de la mujer durante el embarazo, parto y puerperio, y de la persona recién nacida, se establecen los criterios mínimos para la atención médica en el período prenatal y neonatal.[79] El período prenatal es el tiempo que transcurre desde la fecundación hasta el momento del nacimiento,[80] no debe confundirse con el período perinatal, que abarca el tiempo desde que inicia la semana veintidós de gestación y finaliza siete días después del nacimiento; y el período neonatal se refiere a la etapa que inicia con el nacimiento y termina veintiocho días después de este.

El diagnóstico del embarazo debe realizarse por el método clínico, empleando pruebas de laboratorio o ultrasonido, evitando estudios radiográficos ionizantes. La atención prenatal se refiere a las entrevistas o visitas programadas de la embarazada con el personal de salud, con el objetivo de monitorear el desarrollo del embarazo; estas incluyen la realización de una historia clínica, exámenes de laboratorio para detectar alteraciones, ultrasonido obstétrico para determinar el bienestar materno y fetal, así como proporcionar la información necesaria para un embarazo, parto y puerperio saludable y el adecuado cuidado del recién nacido.

El nacimiento es la expulsión completa del organismo de la madre del producto de la concepción, por parto o cesárea, ya sea si ha nacido vivo o si se trata de una defunción fetal. Al inicio del trabajo de parto se debe realizar la toma de signos vitales, tales como presión arterial y temperatura; y deben monitorearse constantemente tanto las contracciones uterinas como la frecuencia cardíaca fetal.

La atención al producto recién nacido vivo supone la asistencia en el momento del nacimiento, así como las primeras consultas posteriores al nacimiento, esto incluye reglamentos y equipos para reanimación neonatal, valoración Apgar y Silverman Anderson, exámenes físico y antropométrico, valoración de edad gestacional y vacunación.

La atención brindada a la mujer durante el embarazo, parto y puerperio, así como al recién nacido, debe ser de calidad y proporcionada con respeto a sus derechos humanos.[79]

#### **5.2.7.2. Durante la vida**

En el artículo cuarto de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, se otorga a toda persona el derecho a la protección de la salud. Para poder llevar a cabo lo anterior mencionado, la Secretaría de Salud emite y mantiene vigentes las normas que regulan la prestación de servicios de atención a la salud y la forma en que se proveen estos servicios[81]. A su vez, dicta las disposiciones regulatorias que instituyen las características mínimas de organización, funcionamiento, infraestructura, recursos humanos y tecnológicos, mobiliario y equipo de los establecimientos para la atención y cuidado de la salud de la población.[82]

#### **5.2.7.3. Final de la vida**

La atención al final de la vida se trata de los cuidados para aquella persona que se encuentre en la última fase de su ciclo vital; esta fase tiene una duración variada, el pronóstico de vida suele oscilar desde algunos días hasta seis meses, según sea la situación del paciente.[83][84]

Una vez que se ha establecido que el paciente se encuentra en el final de la vida, los profesionales de la salud comienzan un análisis para predecir las consecuencias que traería el continuar con el tratamiento, con el objetivo de determinar si las medidas terapéuticas son las apropiadas dada la situación de la persona terminal; así como también es importante tener en cuentas las consecuencias que traerá al paciente después de la aplicación de los recursos tecnológicos existentes.

Uno de los problemas éticos más frecuentes es la decisión de suspender los tratamientos del paciente terminal; ya que el emplear todas las posibilidades terapéuticas disponibles supone la salvación de vidas, pero en ciertos casos representa una agresión continua y la prolongación de la muerte y no de la vida. La alimentación e hidratación de los pacientes terminales, con daño neurológico irreversible o sin la facultad de deglutir, es un tema de discusión ya que se consideran un cuidado básico sin poder ser omitido, pero en dichas circunstancias el soporte nutricional puede llevarse a cabo mediante sondas o alimentación parenteral, y estos procedimientos pueden ser molestos y dolorosos, resultando en una situación indigna para el paciente.[85]

Los cuidados paliativos se definen como el cuidado activo de los enfermos cuya enfermedad no responde a los tratamientos curativos, en especial si se encuentra en una etapa avanzada y progresiva de la enfermedad. Los principales objetivos de estos son el alivio y prevención del sufrimiento, así como buscar la mayor calidad de vida para el paciente terminal.[86] En la etapa terminal, es usual que el paciente y su familia prioricen el control de las molestias físicas, emocionales, espirituales y sociales, que el diagnóstico causal.[83] Otra cuestión ética usual es que en ocasiones, se emplean fármacos para mitigar los síntomas que la enfermedad trae consigo, pero el uso de estos puede derivar en el acortamiento de la vida, dando como resultado un doble efecto.[85]

La comunicación entre el personal sanitario, el paciente y la familia es un elemento poderoso para lograr el alivio deseado.[86] Una buena comunicación de la información proporciona las armas necesarias para que el paciente autorice el proceder sobre las acciones diagnósticas o terapéuticas que han sido evaluadas y recomendadas por el personal de salud. Esta es una parte de vital importancia, ya que sólo al paciente le corresponde tomar decisiones respecto a su propia vida.[85]

#### **5.2.7.4. Comités hospitalarios de bioética**

La atención a la salud está acompañada del respeto y servicio al ser humano a través de proteger su dignidad, derechos humanos y libre albedrío; para lograrlo se necesita contar con normas, guías y lineamientos que apoyen el ejercicio profesional en el área de la salud traduciéndose en la protección de la integridad física, psicológica y social de los pacientes y familiares.[87]

La definición de lo que es adecuado y conveniente, así como el concepto de calidad de vida y beneficio para el paciente, unido a los avances científicos y tecnológicos y la necesidad de una visión amplia de los dilemas éticos, traen como consecuencia la formación de comités hospitalarios de bioética.[87][88]

Un comité hospitalario de bioética es un grupo de profesionales en un ambiente de libertad y tolerancia, un espacio de reflexión y deliberación para analizar los conflictos de valores y principios bioéticos que surgen en la atención, cuidado y docencia del área de la salud; representan la expresión de la bioética en las instituciones de salud. Se trata de órganos autónomos, interdisciplinarios, plurales y de carácter consultivo, integrado por miembros del personal de la unidad de salud y profesionales con conocimientos bioéticos y legales.[88][89] Se encarga de determinar el planteamiento del problema analizado, identificar los planes alternativos de acción, analizar las consecuencias de cada acto, aconsejar en el actuar hospitalario y brindar asesoría bioética y legal.[88]

Todo establecimiento dedicado a la atención del cuidado de la salud, ya sea del sector público, social o privado, debe contar con un comité hospitalario de bioética.[89]

### **5.2.8. Ética de la investigación biomédica**

La investigación es un proceso en el cual se ponen a prueba hipótesis y se llegan a conclusiones que conducen a nuevos conocimientos o contribuyen al conocimiento actual.[90][91] Los trabajos de investigación pueden ir desde lo más simple hasta lo más complejo y deben dar respuesta a una necesidad identificada.[90][92]

La ética de la investigación proporciona normas y guía para realizar de forma responsable una investigación, educando a los investigadores dentro de lo que es moral y correcto en una investigación, distinguiendo entre el comportamiento aceptable e inaceptable.[91][93] Aunque es un tema fundamental, la ética de la investigación no se limita a buscar la integridad, bienestar y protección de los sujetos de investigación frente a la malas prácticas, sino que su objetivo es definir un marco completo de actuación frente a la investigación.[94]

La investigación desempeña un importante papel en el mejoramiento de la calidad de vida, ha dado como resultado grandes logros y progresos inmensos para la humanidad, pero también ha llevado a cabo atrocidades históricas, y teniendo en cuenta que el mundo actual se basa en investigación y ciencia y que los avances que estas permiten pueden

implementarse de forma correcta e incorrecta, es indispensable analizar la relevancia ética en la investigación.[90][94] Diferentes tipos de investigación necesitan diferentes pautas éticas, pero los principales criterios éticos que deben tenerse en cuenta en una investigación son el conocimiento, el placer, el bienestar, la búsqueda de la verdad y la honestidad.[91][94]

En particular, la ética de la investigación biomédica considera los procesos investigativos y la investigación a partir de la intervención con aquello desarrollado como solución al planteamiento del problema. Este proceso de investigación – intervención biomédica, conlleva una serie de procesos a ser probados en modelos humanos y animales, cuyos riesgos y beneficios deben ser considerados en esta perspectiva de la ética de la investigación; en la capacitación del personal asociado al proceso; en la interpretación de los datos sin conflicto de intereses; e incluso en las buenas prácticas de laboratorio y de campo que posibilitan el desarrollo de la ingeniería biomédica haciendo un control del posible daño, a través de la aplicación de principios de precaución y protección del participante humano, no humano y medioambiental (Romero-Zepeda, 2022; comunicación personal).

#### **5.2.8.1. Ethos del investigador**

Podemos decir que la ética de la investigación es responsabilidad de los investigadores, puesto que cada investigador es responsable de que su investigación se desarrolle dentro de una conducta ética, asegurando que se conduce con honestidad, objetividad e integridad, así como teniendo especial cuidado en la seguridad, dignidad, derechos y bienestar de los participantes, sin dejar de lado que en cada etapa del proceso de investigación surgen cuestiones éticas que necesitan ser atendidas.[91] Los fundamentos éticos de los investigadores, individual y colectivamente, deben estar bien establecidos, de lo contrario la investigación puede salir mal dando como resultado daños graves; por ello se han desarrollado códigos deontológicos para fomentar la conducta ética y evitar conductas no profesionales.[90][95] Los puntos más importantes en la ética de investigación se mencionan a continuación.

#### **5.2.8.1.1. Conflicto de interés**

Los conflictos de interés surgen cuando las obligaciones de un investigador, derivadas de un proyecto de investigación, no pueden cumplirse debido a que interfieren con los intereses particulares del investigador.[93] Es usual que los intereses individuales influyan en los resultados de las investigaciones puesto que frecuentemente se llegan a callejones sin salida y los investigadores buscan reportar un buen resultado, pero los intereses particulares no deben tener lugar en el desarrollo de una investigación.[95]

#### **5.2.8.1.2. Sesgo de publicación**

El deseo de publicar, de ser el primero y tener un impacto puede llevar a errores en la investigación, conclusiones apresuradas, manipulación de resultados o fraude. El sesgo de publicación no se presenta exclusivamente en los investigadores, sino también es usual por parte de los editores de revistas, ya que desean sobresalir y buscan artículos no siempre confiables. Los conflictos de interés y el sesgo de publicación pueden ir de la mano.[95]

#### **5.2.8.1.3. Authorship**

*Authorship* es aquel proceso por el cual se decide qué nombres corresponde incluir en un trabajo de investigación; también se refiere a la jerarquía de autoría, donde se determina quiénes figuran como autores o coautores y quiénes reciben reconocimiento como colaboradores. Aunque podría considerarse una tarea sencilla, se torna difícil cuando existen intereses personales de por medio, pero es necesario prestar especial atención para proteger el trabajo e ideas propias, así como evitar fraude en la investigación.[93]

#### **5.2.8.1.4. No hacer daño**

Uno de los puntos principales que un investigador debe tener en cuenta es el de no hacer daño. Es importante que, al diseñar un proyecto de investigación, se intente anticipar cualquier problema ético que pudiera ocurrir durante el desarrollo de la

investigación; si a lo largo del proyecto surge algún efecto adverso inesperado, el estudio debe modificarse o suspenderse.[96]

#### **5.2.8.1.5. Mala conducta en investigación**

La mala conducta durante una investigación puede ser falsificación o plagio; al proponer, realizar o revisar un estudio; es importante que los investigadores sean capaces de identificar estas faltas éticas y reportar aquellos proyectos que resulten poco éticos.[93]

#### **5.2.8.1.6. Fraude**

Existen situaciones en las que la manipulación de datos obtenidos de un estudio de investigación se trata de algo más que un descuido, negligencia o imprudencia; sino que se realiza de forma intencional originando un fraude.[95] Es indispensable que se asegure que los resultados de investigaciones no se encuentran sesgados o contruados de acuerdo con los intereses de los investigadores.[90]

#### **5.2.8.1.7. Plagio**

El plagio es el acto de apropiarse de ideas, pensamientos, imágenes, historias o extractos de un trabajo académico de otros autores; también incluye el robo de ideas a través de la copia sin citar o no citando adecuadamente al autor a quién pertenecen.[90][93] Existen modelos y estilos que se han creado para una correcta referenciación y citación, destacando el estilo APA, que fue creado por la Asociación de Psicólogos Americanos.[90] El plagio es ilegal y punible, y una de las faltas éticas más usuales en investigación.[93][95]

#### **5.2.8.1.8. Gestión de información y privacidad**

En la ética de investigación, la gestión de información se refiere a la recopilación veraz de información fiable, la propiedad y responsabilidad de los datos recopilados y a retener y compartir información con colegas y/o al público. Es necesario contar con un plan éticamente sólido para gestionar adecuadamente la información al inicio y al final de la investigación.[93]

En una investigación debe garantizarse la privacidad y confidencialidad de la información y de los participantes; por ejemplo, otorgar cierto nivel de anonimato, uso limitado de las imágenes, entre otros elementos de identificación.[96]

#### **5.2.8.1.9. Investigación con animales**

La investigación con animales es necesaria y vital, principalmente en la investigación biomédica, ya que frecuentemente es un primer paso hacia investigaciones relacionadas con tratamientos médicos nuevos. Los animales, al ser participantes en investigación se deben proteger, evaluando riesgos y beneficios de emplearlos como objetos de estudios.

El uso de animales en investigación es un tema controversial, ya que estos asumen todos los riesgos mientras que los seres humanos son quienes cuentan con todos los beneficios. Existen regulaciones para el uso, pruebas y cuidado de animales empleados en investigación para asegurar una investigación ética con animales como sujetos de estudio ética.[93]

#### **5.2.8.1.10. Investigación con humanos**

Las investigaciones pueden realizarse a seres vivos, incluidos los seres humanos; dentro de la investigación con seres humanos hay aspectos a tomar en cuenta, tales como el reconocimiento de todo participante como ser autónomo, libre y único, el consentimiento libre a la investigación, proporcionar toda la información necesaria respecto a la investigación, privacidad y confidencialidad del sujeto de estudio y la información obtenida durante el estudio, el riesgo y beneficio para el participante y el trato justo hacia el mismo.[90][93][97]

##### **5.2.8.1.10.1. Personas vulnerables**

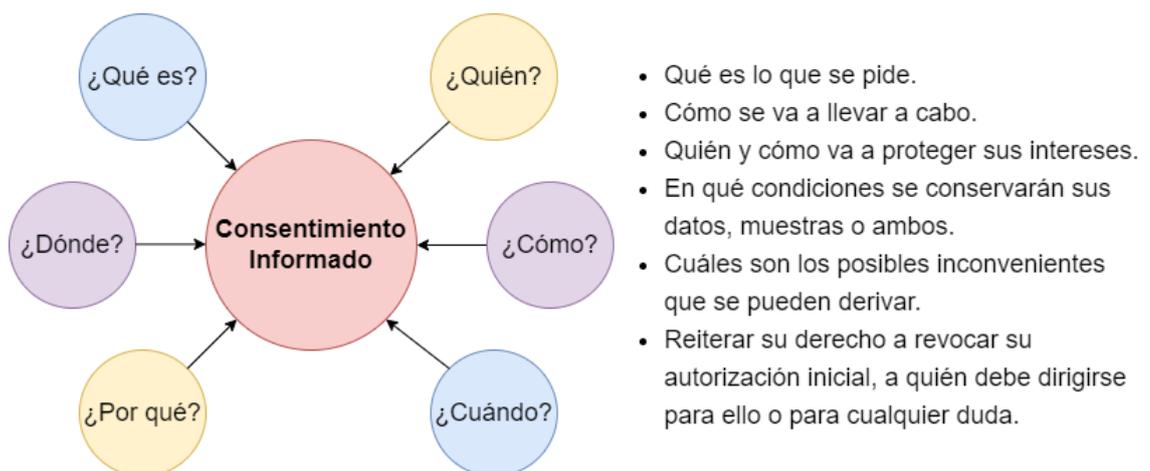
Cuando desea realizarse un proyecto de investigación que involucre la participación de seres humanos como objeto de estudio deben tenerse en consideración que existen grupos de personas que se consideran vulnerables debido a las condiciones o

características de sus miembros, es por esto que debe prestarse especial atención a las cuestiones éticas si alguno de los sujetos de estudio es persona vulnerable.

Los grupos vulnerables son menores de edad, mujeres embarazadas, personas privadas de la libertad y personas con discapacidad mental; recientemente se han añadido otros grupos a la lista ya que también se consideran vulnerables, algunos de ellos son personas con educación limitada o analfabetas, de pocos recursos económicos, con acceso limitado a servicios de salud, trabajadores y trabajadoras sexuales, miembros de la comunidad LGBT+, consumidores de drogas, entre otros.[97]

#### 5.2.8.1.10.2. Consentimiento informado

El consentimiento informado es un proceso por el cual se le explica de forma comprensible al participante de la investigación o a su representante, toda la información necesaria relacionada al proyecto de investigación (Figura. 4), dando respuesta a cualquier interrogante existente, con la finalidad de que el sujeto de estudio tome la decisión de formar o no parte del estudio; culminando con la firma del documento autorizando la realización de la investigación.[90][92][96]



**Figura 4.** Diagrama de información mínima de un consentimiento informado. Tomado y adaptado de Del Castillo, D. & Rodríguez, T. (2018). La ética de la investigación científica y su inclusión en las ciencias de la salud. *Acta Médica del Centro*, 12(2), pp. 213-227.

El consentimiento informado tiene como objetivo principal proteger a los sujetos de experimentación, prever daños y riesgos, informar y asegurar el correcto entendimiento de los participantes, así como garantizar que todo sujeto de estudio tiene la competencia de tomar decisiones, de no ser así contar con un representante legal, y que su decisión de participación sea voluntaria, sin abusos ni presiones de por medio.[92]

### **5.2.8.1.10.3. Derechos de los participantes**

Los participantes de cualquier investigación tienen el derecho de dar su consentimiento para ser parte del proyecto, retirarse de la investigación o negarse a llevarla a cabo, así como realizar cuestionamientos sobre la investigación y que sus dudas sean correcta y claramente resueltas, también tienen derecho a solicitar la confidencialidad de su información y negarse a que sus datos se compartan.[91]

### **5.2.8.2. Comités de ética**

Los comités de ética son grupos de personas calificadas y con la suficiente experiencia para revisar y valorar cuestiones éticas, científicas y metodológicas existentes en los proyectos de investigación que se someten a su evaluación. Su función principal es garantizar que la investigación responde a las necesidades de la población, que los participantes no se encuentran expuestos a riesgos inadmisibles o innecesarios y que los mismos se encuentren completamente informados para decidir su ingreso al proyecto.[92] Referente a ingeniería biomédica, en el año 2000, la Organización Mundial de la Salud hizo público el documento “Guías Operacionales Para Comités de Ética que Evalúan Investigación Biomédica”. [98]

### **5.2.8.3. Formación universitaria**

Una forma de cimentar y aumentar la conciencia ética en los profesionales sin importar su rama de conocimiento es abordando estos temas durante la carrera, mostrando casos, problemas y soluciones éticas que se han presentado en la realidad, y de esta manera se comienza su formación de principios éticos y los incorporan en su actividad

investigativa, formando estudiantes que posteriormente se convertirán en profesionales capacitados con sentido crítico y ético.[90][92]

### 5.2.9. Importancia de la ética aplicada y la bioética en la práctica de la ingeniería biomédica

La ingeniería biomédica es una disciplina en la que convergen la ingeniería, la biología y la medicina, y es la protagonista en los grandes avances de la medicina actual.[99] Las soluciones necesarias para satisfacer las necesidades actuales cada vez son más complejas debido a que las necesidades se tornan más complicadas y apremiantes con el paso de los días.[28][100] Por tal motivo, los dilemas éticos que surgen de la práctica de la ingeniería biomédica, actualmente exigen un análisis crítico desde el punto de vista de la ética aplicada y la bioética, ya que estas nacen cuando la vida es manipulada. La ingeniería biomédica se caracteriza por dar soluciones de aplicación médica, a partir del desarrollo de la ingeniería y la física aplicada; en otras palabras, todas y cada una de las propuestas de desarrollo biomédico tendrán una influencia directa o indirecta en el usuario de estas tecnologías, y por lo tanto debe considerar los principios de precaución, la ética de principios de beneficio, no daño, justicia y autonomía; y finalmente la habilitación del máximo elemento complejo que permita lograr el fin último del desarrollo biomédico pero dando la prioridad a la protección del usuario.

### 5.2.10. Ética e ingeniería biomédica en el mundo.

En el Cuadro 3 se muestran las publicaciones relacionadas en materia de ética e ingeniería biomédica a nivel mundial.

Año	Autor	Título
1997	S. Saha & P. S. Saha	“Biomedical ethics and the biomedical engineer: a review”.[101]
1999	Jorge E. Monzon	“Teaching ethical issues in biomedical engineering”.[29]

2000	Mark G. Brennan & Mark A. Tooley	“Ethics and the biomedical engineer”.[102]
2003	Nicolas Naurato & Thomas J. Smith	“Ethical considerations in bioengineering research”.[103]
2004	Alice K. Page	“Ethical issues in international biomedical research: an overview”.[104]
2007	Daniel A. Vallero	“Biomedical ethics for engineers: ethics and decision making in biomedical and biosystem engineering”.[105]
2008	Jorge E. Monzon	“Professional ethics in biomedical engineering practice and research”.[28]
2013	Jong Yong Abdiel Foo, Stephen J. Wilson, Andrew P. Bradley, Winston Gwee, Dennis Kwok-Wing Tam	“Ethics for biomedical engineers”.[106]
2017	Stanley Saamoah Moffatt	“Ethics of biomedical engineering: The unanswered questions”.[1]
2021	Alessia Maccaro, Davide Piaggio, Concetta Anna Dodaro & Leandro Pecchia	“Biomedical engineering and ethics: reflections on medical devices and PPE during the first wave of COVID-19”.[107]

**Cuadro 3.** Publicaciones sobre ética e ingeniería biomédica, en el mundo.

Se puede observar que los artículos que abordan la relación entre ética e ingeniería biomédica surgen al final de los años noventa y el máximo de información se encuentra a partir de esta fecha hasta el año 2008, después de este año, la información sobre el tema es considerablemente menor.

En general, los artículos mencionan una breve definición de la ingeniería biomédica y su campo de acción, así como la relación entre ésta, la ética, la bioética y la

regulación legal. También se plantean los avances que la práctica de la ingeniería biomédica y sus investigaciones han tenido en la medicina, y que derivado de esto, aparecen dilemas éticos; en consecuencia, surge la necesidad de incluir una educación ética desde la formación de los y las estudiantes de ingeniería biomédica.

### 5.2.11. Ética e ingeniería biomédica en México.

En el Cuadro 4 se muestran las publicaciones relacionadas en materia de ética e ingeniería biomédica en México.

Año	Autor	Título
2007	Robyn Hudson, Juan Pedro Laclette, Ciro Lomelí, Raúl Mancilla, Miguel Morales, Patricia Ostrosky & Emilio Rojas	“Código Ético para el Personal Académico del Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM”. [108]
2008	Sujey del Rocío Carrasco García	“Análisis de la necesidad de un código de ética para la ingeniería biomédica”. [109]
2019	Colegio de Ingenieros Biomédicos de México	“Código de ética del Colegio de Ingenieros Biomédicos de México, A.C.”. [110]
2019	Universidad La Salle	“Código de ética: Licenciado en Ingeniería Biomédica”. [111]

**Cuadro 4.** Publicaciones sobre ética e ingeniería biomédica en México.

Se puede observar que, a diferencia de las publicaciones a nivel mundial referente al tema de la ética en la ingeniería biomédica, en nuestro país, el número de publicaciones es considerablemente menor, así como también que los puntos que se abordan en cada una de las publicaciones son muy específicos de acuerdo con las necesidades del autor y no se tiene una visión general del tema.

### **5.3. Exposición de los principales dilemas éticos que enfrenta la ingeniería biomédica en la práctica, y perspectivas de solución.**

Se realizaron quince entrevistas (formato de la entrevista en el Anexo I), diez a profesores de ingeniería biomédica en la Universidad Autónoma de Querétaro y cinco a expertos en ética; esto con la finalidad de localizar las principales problemáticas que enfrenta la ingeniería biomédica en la universidad, cómo se abordan las mismas y perspectivas de solución.

Durante las entrevistas se resaltó que los entrevistados no logran ubicar lo que ética en la ingeniería biomédica se refiere, su alcance, o consideran que la ética no tiene relación con los contenidos que imparten; la línea entre ética en la investigación y ética en ingeniería biomédica se desdibuja:

*“Los dilemas éticos que se enfrenta la ingeniería biomédica son muy similares a los que enfrentamos los diferentes profesionistas en diferentes áreas de la ciencia”.*

Experto 1

*“En las tesis. sí tienen consideraciones éticas, al menos las básicas”.*

Experto 5

*“De pronto veo que los recién egresados que se encuentran haciendo investigación, no saben ni por dónde empezar”.*

Experto 6

*“A veces uno esperaría que los alumnos llegaran a determinado semestre ya con cierto conocimiento en el tema de la investigación, con una cierta claridad en la postura ética”*

Experto 6

*“La universidad tiene un reglamento y deben demostrar que cumplen con los lineamientos para iniciar la tesis”.*

Experto 7

*“No tengo conocimiento de si están experimentando con personas, pero mi entender hasta ahorita es síntesis de materiales, entonces creo que ahí no involucra mucho el tema de bioética”.*

Experto 7

*“En la formación que nosotros les damos a ustedes no hay tanto requerimiento, porque no podemos tener laboratorios bien para biomédica todavía, en el momento en el tengamos laboratorios entonces tendrán que llegar protocolos”.*

Experto 8

*“¿Con la parte ética a qué te refieres? No sé si te refieres a la parte de los protocolos en los laboratorios, por ejemplo, que se tienen que seguir”.*

Experto 9.

*“En mi caso es muy leve lo que yo tengo que abordar en el aula en cuestión de prácticas éticas, porque mis materias son introductorias”*

Experto 9

*“En la UAQ tenemos el Comité de Ética, que es un cuestionario que hay que resolver, definir su tipo de investigación, qué restricciones, qué medidas se van a tomar para cumplir con la parte ética”.*

Experto 9

También se enfatizó que los entrevistados son conscientes de las deficiencias que la Universidad Autónoma de Querétaro enfrenta respecto a la ética en la ingeniería biomédica:

*“Muchas veces las malas decisiones tal vez vengan de una mala formación ética, si alguien no nos dio un criterio para poder contrastar entre lo que puede ser bueno y lo malo, va a ser muy difícil crear un criterio y tomar una decisión en un momento crítico”.*

Experto 1

*“Nunca tuve un curso que me diera alguna orientación para poder estos temas platicarlos con los chicos en el momento en el que empezamos a trabajar”.*

Experto 3

*“Creo que hay muchas deficiencias tanto de parte de los profesores, porque también tenemos muchas deficiencias”.*

Experto 4

*“Muchos no toman en cuenta qué es la ética o bioética como tal, para muchos ni siquiera encaja en su programa. es como “Eso no tiene nada que ver con lo que yo les voy a impartir, punto”. Está muy limitado hacía otras materias que aparentemente no tienen nada que ver pero si tendrían que darle también ese aspecto ético de cada punto de su materia aplicarlo hacia la carrera como tal”.*

Experto 4

*“Los maestros necesitamos adentrarnos en este tema y ser más específicos y cuidadosos, porque a veces decimos “No, pues no importa”, y eso que uno lo ve muy fácil, entra en consideraciones éticas”.*

Experto 5

*“Para un médico es súper sencillo ubicar cuál es su postura, se tienen códigos deontológicos que los van guiando. El ingeniero como tal también tiene ciertos parámetros, pero el ingeniero biomédico sí necesita replantearse”.*

Experto 6

*“Es importante que los alumnos se mentalicen y sepan cuál es esa guía ética o ese parámetro que les va a guiar en su trabajo profesional”.*

Experto 6

*“Creo que es importante que la materia de ética la tengan desde el principio para que la vayan aplicando en las demás materias que vayan viendo”.*

Experto 7

*“Pero sí es importante que uno se los diga para que el día que lo necesiten al menos sepan consultarlo, en dónde y cómo”.*

Experto 9

*“Nosotros como ya profesionales debemos ayudarles y darles las herramientas necesarias para que sepan hacer las cosas bien. Se supone que uno tiene que ser la guía, aunque sean cosas nuevas que se van a hacer, tienes que darle la guía”.*

Experto 9

*“No hay formación deontológica en la mayoría de las carreras, suele ser un contenido adicional. Y cuando se abordan suele ser sobre la experiencia del docente más que un contenido teórico”.*

Experto 11

*“Los principales problemas en los procesos de formación e investigación, incluso para el ejercicio de la misma, devienen de la ausencia, como parte de su formación profesional, de una línea específica de formación ética y bioética, a través de la cual genere un marco axiológico valoral a través del cual se desarrolle profesionalmente”.*

Experto 12

*“La labor del ingeniero biomédico no puede, de ninguna manera, desconocer los principios fundamentales de la bioética”.*

Experto 12

*“Los estudiantes de ingeniería biomédica deben estar familiarizados con cuestiones éticas como los ensayos clínicos para dispositivos médicos, las pruebas en animales, los conflictos de intereses, la ingeniería y las pruebas genéticas y la asignación de recursos escasos”.*

Experto 13

Pero lo que más resalta de los resultados de estas entrevistas es que a pesar del desconocimiento o confusión acerca del tema, los entrevistados reconocen e inculcan el principal objetivo de la ética en la ingeniería biomédica: cuidar y respetar la vida.

*“En la formación nos falta eso, no medir los riesgos o desde la teoría no advertirles de los riesgos, aunque los profesores somos conscientes, nos falta hacerles énfasis a ustedes para que también sean conscientes de esos problemas futuros”.*

Experto 5

*“Es súper importante también que se priorice ante todo lo que el paciente necesita, no lo que nosotros como profesionales de la salud creemos que necesita”.*

Experto 6

*“Si tenemos que irlos haciendo conscientes de que son humanos, de que no es cosa fácil, no es cosa trivial y no es cosa sencilla trabajar con humanos”.*

Experto 8

*“Lo mejor que pueden hacer es siempre ser rectos y éticos pensando que el que está del otro lado puede ser usted”.*

Experto 8

*“Se pierde este sentido ético de tener qué hacer, qué tenemos que hacer, cómo lo tenemos que hacer y por qué lo tenemos que hacer, aunque eso siempre está en la mente”.*

Experto 8

*“No hay otra más que tratar de reforzar siempre que al final el paciente puede ser ustedes, o si no son ustedes puede ser alguno de sus seres queridos, familiares, amigos; entonces tienen que ponerse a pensar que no solamente van a actuar para ellos, y que todas las personas pueden ser ellos”.*

Experto 8

*“Siempre tenemos que tener presente que el paciente es el importante. Eso nunca lo debemos perder de vista”.*

Experto 8

*“Necesitamos encaminar nuestras investigaciones a resolver los problemas que actualmente están presentes”.*

Experto 10

*“Se les inculca que deben estar haciendo el trabajo con principios y valores, saber qué es lo que están haciendo, deben saber la responsabilidad que todos ustedes tienen para, sobre todo la formación que están adquiriendo”.*

Experto 10

*“Su actuación en algunos casos está directamente relacionada con la preservación de la vida del paciente”.*

Experto 12

*“Sin importar cuál sea el desarrollo tecnológico por desarrollar o aplicar, el objetivo es preservar la vida en cualquiera de sus manifestaciones”.*

Experto 13

#### **5.4. Desarrollo de una propuesta de guía ética para la práctica del profesional de la ingeniería biomédica de la Universidad Autónoma de Querétaro.**

Una guía ética para la práctica profesional de la ingeniería biomédica en la Universidad Autónoma de Querétaro debe desarrollar los siguientes contenidos:

1. Presentación.
2. Objetivos.
3. Definición de la ingeniería biomédica.
  - a. Perfil del ingeniero biomédico.
  - b. Campo de acción del ingeniero biomédico.
4. Definición de ética.
  - a. Diferencia entre ética y moral.
  - b. Definición de ética aplicada.
5. Definición de bioética.
  - a. Definición de los principios de la bioética.
6. Definición de ética profesional y deontología.
  - a. Diferencia entre ética profesional y deontología.
7. Definición de ética del medio ambiente.
8. Definición de ética clínica.
9. Definición de ética en la investigación.
10. Comités de ética.
11. Importancia de la ética aplicada y la bioética en la práctica de la ingeniería biomédica.
12. Exposición de los principales dilemas éticos que enfrenta la ingeniería biomédica, y perspectivas de solución.

Para este punto, en el Cuadro 5 se proponen algunas problemáticas éticas que enfrenta la ingeniería biomédica y perspectivas de solución.

<b>Procesos de la Ingeniería Biomédica</b>	<b>Dilemas éticos en la ingeniería biomédica</b>	<b>Perspectivas de solución</b>
Desarrollo de nuevos productos	El uso de prototipos en prueba en modelos animales o humanos.	Requiere una regulación en tanto a la capacitación del personal, la disminución del daño en el modelo de estudio, el aseguramiento del consentimiento informado, la interpretación sin manipulación de datos obtenidos.
Uso de materiales en prototipos	Incremento del riesgo por reacciones adversas por el usuario.	Requiere el uso de modelos animales previo a la aplicación en modelos humanos, pero también las consideraciones de actuación ante eventos adversos y aspectos de compensación de daño si así fuese.
Propiedad intelectual del desarrollo biomédico	Mal uso de la información y apropiación de esta.	Requiere una regulación y capacitación sobre el uso de la información, referenciada correctamente y no apropiarse de la información desarrollada por terceros.
Inteligencia Artificial	Mal empleo de estas nuevas tecnologías.	Debido al gran avance que se ha presentado en los últimos años, es necesario que se considere como

		tema de suma importancia en los dilemas éticos en la ingeniería biomédica, buscando cuestionar y analizar el impacto de las acciones en esta área.
Formación profesional biomédica	Formación profesional carente de cursos completos de ética y bioética.	Requiere una actualización del plan de estudios incluyendo diversas materias sobre ética y bioética aplicada a la ingeniería biomédica, empleado uso de casos reales.
Integridad en Investigación	Malas prácticas durante la investigación.	Requiere una formación en ética de la investigación aplicada a ingeniería biomédica, que incluya buen manejo de la información, interpretación sin manipulación de datos, consentimiento informado si la investigación así lo requiere, así como la máxima disminución de daños en el objeto de estudio.

**Cuadro 5.** Principales dilemas éticos que enfrenta la ingeniería biomédica en la práctica y perspectivas de solución.

13. Exposición de casos reales para su análisis.

---

## *CONCLUSIONES*

---

Se encontró que no existe una definición de ingeniería biomédica completa, es decir, cada una abarca sólo lo que necesitan definir para que funciones dentro del contexto en el que se aplique, por lo tanto, se construyó una definición general con base en las diferentes definiciones que se encontraron.

Se definieron los conceptos y fundamentos relacionados con ética, ética aplicada y bioética, así como la importancia que cada uno de estos tienen en la práctica de la ingeniería biomédica.

Para lograr ubicar los dilemas éticos que enfrenta la ingeniería biomédica en su práctica se realizaron entrevistas a expertos, pero se encontró un obstáculo: los entrevistados no cuentan con las bases de la ética, ética aplicada y bioética, por lo tanto, definir los dilemas éticos en la práctica, fue imposible. Por este motivo, se tuvo que rediseñar el trabajo de investigación y enfocar el objetivo en definir las bases necesarias para poder tener un entendimiento de estas disciplinas. Se procedió a definir la ética y moral, ética aplicada, ética en la educación, bioética, ética profesional y deontología, ética del medio ambiente, ética clínica y ética de la investigación biomédica; así como también definir el impacto y la relación que cada una de ellas tiene en la ingeniería biomédica y la práctica de esta.

A pesar de que los resultados de las entrevistas mostraban desconocimiento del tema por parte de los expertos, algo que resaltó en ellas fue que todos los entrevistados ponen en práctica el objetivo principal de la ética: preservar y respetar la vida.

Debido al obstáculo expuesto anteriormente, no se logró desarrollar completamente una propuesta de guía ética para la práctica de la ingeniería biomédica en la Universidad Autónoma de Querétaro, pero se proponen los contenidos mínimos que de acuerdo a la investigación, se considera necesario desarrollar para una formación satisfactoria de los y las ingenieros biomédicos dentro de los valores éticos.

---

## *REFERENCIAS*

---

- [1] Stanley, M. (2017, octubre 27). Ethics of biomedical engineering: The unanswered questions. *Significances of Bioengineering & Biosciences*, (1), 1.
- [2] Anónimo. Definition of biomedical engineering, The Whitaker Foundation. Disponible en <http://www.whitaker.org/glance/definition.html>.
- [3] Brey, P. (2009). *Biomedical Engineering Ethics, A companion to the philosophy of technology* (392). Reino Unido: Blackwell.
- [4] Pineda, M. (2010). *Manual de bioética para ingenieros biomédicos*. Chia. Disponible en: <https://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/4903/130178.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [5] Enderle, J. & Bronzino, J. (2012). *Introduction to biomedical engineering*. Reino Unido: Elsevier.
- [6] Magjarević, R. & Lacković, I. (2011). *Biomedical engineering: Past, present, future*. *Automatika*, (52), 7.
- [7] Anónimo. *Introducción a Ingeniería Biomédica*. *Universidad Autónoma de Querétaro*. Disponible en: <https://ingenieria.uaq.mx/index.php/oferta-educativa/licenciaturas/ingenieria-biomedica>
- [8] Elías, N. (2015). El rol del ingeniero biomédico en la sociedad. *Revista Médica Hondureña*, (83), pp. 167-169.
- [9] Anónimo. *Perfil de egreso y habilidades*. Universidad Autónoma de Querétaro. Disponible en: <https://www.uaq.mx/index.php/carreras/licenciaturas/fi/ingenieria-en-biomedica>.
- [10] Rich, K. (2008). *Introduction to ethics. Nursing ethics: across the curriculum and into practice* (4). Estados Unidos: Jones & Barlett learning.
- [11] Resnik, D. (2015, diciembre 1). *What is ethics in research & why is it important?*. 2020, septiembre 25, National Institute of Environmental Health Sciences. Sitio web: <https://www.niehs.nih.gov/research/resources/bioethics/whatis/index.cfm>.
- [12] Prabhakar, K. (2011, marzo). *An introduction to ethics*. *SSRN Electronic Journal*, (10), 3.

- [13] Vallero, D. (2010). The new bioethics: reintegration of environmental and biomedical sciences. *Ethics in Biology, Engineering & Medicine - An International Journal*, (1), pp. 269-271.
- [14] Pineda, M. & González, K. (2010, noviembre 29). Reflexiones sobre bioética e ingeniería biomédica: intrínseca complementariedad. *Revista Latinoamericana de Bioética*, (10), pp. 10-19.
- [15] Espejo, M. & Castilla, A. (2001). *Bioética en las ciencias de la Salud, Historia y definición de la Bioética*. Granada: Asociación Alcalá.
- [16] Blazques, N. & Pastor, L. (1996). *Bioética fundamental*. Madrid: Biblioteca de Autores Cristianos.
- [17] Ciccone, L. (2006). *Bioética: Historia. Principios. Cuestiones*. Madrid: Ediciones Palabra.
- [18] Anderson, W. (2004). Natural histories of infectious disease: ecological vision in twentieth-century biomedical science. *Osiris*, (19), pp. 39-61.
- [19] Casillas, E. (2017, octubre 4). Por una historia de la Bioética. *Rev Méd Electrón*. 2020, septiembre 29. Disponible en: <http://www.revmedicaelectronica.sld.cu/index.php/rme/article/view/2065/3611>.
- [20] Helsinki (2014). Guidelines on professional ethics. Statistics Finland. 2020, octubre 4. Disponible en: [http://www.stat.fi/tup/julkaisut/tiedostot/julkaisuluettelo/yksk30c\\_201400\\_2014\\_12560\\_net.pdf](http://www.stat.fi/tup/julkaisut/tiedostot/julkaisuluettelo/yksk30c_201400_2014_12560_net.pdf).
- [21] Harris, C., Davis, M., Pritchard, M. & Rabins, M. (1996, abril). Engineering Ethics: What? Why? How? And When?. *Journal of Engineering Education*, pp. 93-96.
- [22] Hebenstreit, Gernot, Marics, A. & Hlavac, J. (2017, enero). *Professional Ethics and Professional Conduct. Handbook for Interpreters in Asylum Procedures*. Vienna: UNHCR Austria.
- [23] García, J. (21 de mayo de 2012). *Bioética personalista y bioética principialista. Perspectivas*. bio.etica web. Recuperado de <https://www.bioeticaweb.com/bioactica-personalista-y-bioactica-principialista-perspectivas/>
- [24] Kluge, E. (2005). *Readings in Biomedical Ethics: A Canadian Focus*. Scarborough: Prentice-Hall.

- [25] Frize, M. (2011). Introduction to Ethics. Ethics for Bioengineers (3-14). California: Morgan & Claypool Publishers.
- [26] González, O. & Villamil, M. (2016). Especializaciones o ramas de la ingeniería. Introducción a la ingeniería. Una perspectiva desde el currículo en la formación del ingeniero (123-150). México: ECOE Ediciones.
- [27] Bugliarello, G. (2003). Bioengineering Ethics: The Ethics of the Linkage Between Engineering and Biology. National Academy of Sciences.
- [28] Monzon, J. & Monzon, A. (2008, agosto 24). Professional ethics in Biomedical Engineering practice and research. 30th Annual International IEEE EMBS Conference.
- [29] Monzon, E. (1999). Teaching ethical issues in biomedical engineering. TEMPUS, (15), pp. 276-281.
- [30] Yañez, D. (2020). Método descriptivo: características, etapas y ejemplos. lifeder.com. Lifeder. Recuperado de <https://www.lifeder.com/metodo-descriptivo/>
- [31] Biomedical Engineering Society, BMES. (Febrero de 2004). *Code of Ethics*. Biomedical Engineering Society, Advancing human health and well being. BMES Recuperado de <https://www.bmes.org/files/CodeEthics04.pdf>
- [32] Anónimo. Plan de Estudios. *Universidad Autónoma de Querétaro*. Disponible en: [https://ingenieria.uaq.mx/images/Assets\\_web\\_ing/2014/12/planibio2.png](https://ingenieria.uaq.mx/images/Assets_web_ing/2014/12/planibio2.png)
- [33] Oficina de las Naciones Unidas contra la droga y el delito, UNODC. (2019). Ética profesional. Viena: educación para la justicia.
- [34] Beauchamps, T. & Childress, J. (2012). Principles of Biomedical Ethics. Nueva York: Oxford University Press.
- [35] Escribar, A. (2004). La ética aplicada, sus condiciones de posibilidad y exigencias a las que responde. *Revista de filosofía (Santiago)*, (60), pp. 19-28.
- [36] Arellano, J. (2012). *Teoría ética para una ética aplicada*. México: Universidad Autónoma de Querétaro.
- [37] Collste, G. (2007). *Perspectives on applied ethics*. Linköping: Centre for Applied Ethics.
- [38] Tham J. (2014) Applied Ethics. In: ten Have H. (eds) Encyclopedia of Global Bioethics. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-05544-2\\_26-1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-05544-2_26-1).

- [39] Fossa, F. (2017). What is moral application? Towards a philosophical theory of applied ethics. *Applied ethics. The past, present and future of applied ethics*, pp. 34-49.
- [40] Correa, M., Montoya, J. & Mealla, E. (2019). *Ética aplicada: Perspectivas desde Latinoamérica*. Colombia: Universidad de los Andes.
- [41] Román, B. & Palazzi, C. (2005). Ética aplicada, entre la recreación moral y la radición. *Ars Brevis: anuario de la Càtedra Ramon Lluull Blanquerna*, (11), pp. 165-177.
- [42] Maliandi, R. (2002). Discursiva y ética aplicada. Reflexiones sobre la formación de profesionales. *Revista Iberoamericana de Educación*, (29), pp. 105-128.
- [43] Valera, L. & Carrasco, M. (2021). *Manual de ética aplicada: De la teoría a la práctica*. Chile: Ediciones UC.
- [44] Yeliz, N. (2014). Discussing the importance of teaching ethics in education. *Social and Behavioral Sciences*, (174), pp. 2622-2625.
- [45] Hernández, S. (2010). Educación y ética. *Sociológica*, (25), pp. 215-227.
- [46] Arrien, J. (2003). *Ética y política*. Managua: Fundación Friedrich Ebert.
- [47] Ortega, P. (2018). Ética y educación: una propuesta educativa. *Revista virtual REDIPE*, (8), pp. 30-45.
- [48] Curko, B., Feiner, F., Gerjolj, S., Juhant, J., Kreb, K., Mazzoni, V., Mortari, L., Pokorny, S., Schlenk, E. & Strahovnik, V. (2015). *Ethics and values education - Manual for teachers and educators*. Ljubljana: Ethika.
- [49] Tueros, E., Díaz, C. & Sime, L. (2002). *Ética y educación*. Perú: Comisión de Fe y Cultura de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- [50] Miles, L., Schaff, R., Callan, R. & Natale, S. (1985). Ethical concerns for the modern university. *Thought: Fordham University Quarterly*, (60), pp. 221-233.
- [51] Mauri, M. (2017). *La enseñanza universitaria de la ética*. Semantic Scholar. Allen Institute for AI Recuperado de <https://www.semanticscholar.org/paper/La-ense%C3%B1anza-universitaria-de-la-%C3%A9tica-Mauri/3504437d78b62dc6f8d9fc0681db77a8b4d84cc2#paper-header>.
- [52] Moore, W. (1967). An experimental high school course in ethics and logics. *Educational Theory*, (17), p. 250.

- [53] López, S. & Aguirre, I. (2007). *La enseñanza de la ética en las universidades latinoamericanas*. República Dominicana: Asociación Latinoamericana de Facultades y Escuelas de Contaduría y Administración.
- [54] Universidad Autónoma de Querétaro. (2017). *El modelo educativo universitario*. <https://planeacion.uaq.mx/index.php/descargables/modelo-educativo-universitario>.
- [55] Bautista, O. (2017). *Fundamentos de la ética en el servicio público*. México: Instituto Nacional de Administración Pública.
- [56] Camino, A. (2017). *Ética y ejercicio de la ciudadanía*. Perú: Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú.
- [57] Rodríguez, J. (2014). Ética para la ciudadanía, Óscar Diego Bautista. *Frontera norte*, (26), pp. 149-152.
- [58] Bernal, A., Gozávez, V. & Buguet, M. (2019). Ethical reconstruction of citizenship: A proposal between the intimate self and the public sphere. *Journal of Moral Education*, (48), pp. 483-498.
- [59] Bunting, M. (2010). *Citizen ethics in a time of crisis*. Reino Unido: Citizen Ethics Network.
- [60] España, O. (2018). *Ética y formación ciudadana*. Guatemala: USAC TRICENTENARIA Universidad de San Carlos de Guatemala.
- [61] Guerrero, A. (2017). *Educación para la vida ciudadana en una sociedad plural*. Murcia: SITE.
- [62] Mir, J. & Busquets, E. (2011). 40 años de literatura bioética. *bioética & debat*, (17), pp. 1-7.
- [63] Insua JT. (2018). Principialismo, bioética personalista y principios de acción en medicina y en servicios de salud. *pers. bioét*; 22(2), pp. 223-246.
- [64] Bronzino, J. (2006). *Medical devices and systems*. Nueva York: Taylor & Francis Group.
- [65] Rodríguez, J. (2015). *Ética profesional y deontología*. Perú: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.
- [66] Valbuena, E. & Monfort, A. (2020). *Ética, deontología y responsabilidad social empresarial*. Madrid: ESIC EDITORIAL.
- [67] Departamento de formación humanística. (2016). *Apunte sobre ética y deontología profesional para profesionales de la salud*. UFASTA. Universidad FASTA

Recuperado de <https://www.ufasta.edu.ar/carteleravirtual/files/2016/10/Apuntes-sobre-%C3%89tica-y-Deontolog%C3%ADa-Profesional.pdf>.

- [68] García, C. & Cerón, A. (2005). Entre la ética y deontología profesionales. Reflexiones sobre el campo periodístico. *Reencuentro*, (43), pp. 1-12.
- [69] Pabón, O., Pabón, Y., & Tarazona, M. (2015). La ética ambiental: evolución, acuerdos y desacuerdos entre ecología, ambientalismo y sostenibilidad. *Revista TEMAS*, 3(9), pp. 139 - 148.
- [70] Martínez, A. & Abreu, J. (2018). Ética Ambiental: Una Revisión Inicial. *Daena: International Journal of Good Conscience*, 13(1), pp. 70-81.
- [71] Palmer, C., McShane, K. & Sandler, R. (2014). Environmental Ethics. *Annual Review of Environment and Resources*, (39), pp. 419-442.
- [72] McShane, K. (2009). Environmental Ethics: An Overview. *Philosophy Compass*, 4(3), pp. 407-420.
- [73] Cochrane, A. (2006). *Environmental ethics*. Online encyclopedia entry. The London School of Economics and Political Science Recuperado de [https://eprints.lse.ac.uk/21190/1/Environmental\\_ethics\\_\(LSERO\).pdf](https://eprints.lse.ac.uk/21190/1/Environmental_ethics_(LSERO).pdf).
- [74] Lecaros, J. (2013). La ética medio ambiental: principios y valores para una ciudadanía responsable en la sociedad global. *Acta Bioethica*, (19), pp. 177-188.
- [75] Valera, L. (2016). ¿Qué es la ética ambiental? Desde sus raíces hacia el futuro. *Cuadernos de Bioética*, 27(3), pp. 289-292.
- [76] Franco, C. (2009). ¿Ética ecológica o medioambiental?. *ACTA AMAZONICA*, (39), pp. 113-120.
- [77] González, J. (2008). La ética y el medio ambiente. *Ciencias*, 1(91), pp. 5-15.
- [78] Requena, P., Comoretto, N. & Petrini, C. (2016). Clinical Ethics: Status Quaestionis. *Persona y Bioética*, 20(1), pp. 26-37.
- [79] Secretaría de Salud. (2016). *Para la atención de la mujer durante el embarazo, parto y puerperio, y de la persona recién nacida*. (NOM-007-SSA2-2016). Secretaría de Salud. [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5432289&fecha=07/04/2016](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5432289&fecha=07/04/2016).
- [80] Gómez, M. & Campos, A. (2009). *Histología, embriología e ingeniería tisular bucodental*. España: Médica Panamericana.
- [81] Secretaría de Salud. (2012). *Para la atención integral a personas con discapacidad*. (NOM-015-SSA3-2012). Secretaría de Salud.

<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/35884/NOM-015-SSA3-2012.pdf>

- [82] Secretaría de Salud. (2012). *Que establece las características mínimas de infraestructura y equipamiento de hospitales y consultorios de atención médica especializada*. (NOM-016-SSA3-2012). Secretaría de Salud. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/35887/NOM-016-SSA3-2012.pdf>
- [83] Amblàs, J., Albó, A., Espauella, J. & Fabregó, J. (2006). Asistencia al final de la vida. En Sociedad Española de Geriátrica y Gerontología (SEGG), *Tratado de Geriátrica para residentes* (761-768). International Marketing & Communication.
- [84] Secretaría de Salud. (2014). *Criterios para la atención de enfermos en situación terminal a través de cuidados paliativos*. (NOM-011-SSA3-2014). Secretaría de Salud. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/35881/NOM-011-SSA3-2014.pdf>
- [85] Clavé, E. (2003). Aspectos éticos en el final de la vida. En Sociedad Vasca de Cuidados Paliativos (Ed. 1), *Guía de recursos sanitarios y sociales en la fase final de la vida en Gipuzkoa* (221-232). Sociedad Vasca de Cuidados Paliativos.
- [86] Orbegozo, A. & Astudillo, W. *La enfermería y la filosofía de los cuidados al final de la vida*. paliativossinfronteras.org. Paliativos Sin Fronteras Recuperado de <https://paliativossinfronteras.org/wp-content/uploads/FILOSOFIA-DE-LOS-C.P.-Y-ENFERMERIA.pdf>
- [87] Comisión Nacional de Bioética. (2013). *Guía nacional para la integración y funcionamiento de los Comités Hospitalarios de Bioética*. México: CONBIOÉTICA.
- [88] Gómez, L. & Gómez, N. (2007). Los comités hospitalarios de ética clínica. *Acta Ortopédica Mexicana*, 21(3), pp. 161-164.
- [89] Comisión Nacional de Bioética. (14 de enero de 2022). *Comités Hospitalarios de Bioética*. Gobierno de México. CONBIOÉTICA Recuperado de <https://www.gob.mx/salud/conbioetica/articulos/comite-hospitalario-de-bioetica-chb>
- [90] Salazar, M., Icaza, M. & Alejo, O. (2018). La importancia de la ética en la investigación. *Universidad y Sociedad*, 10(1), pp. 305-311.

- [91] Parveen, H. & Showkat, N. (2017). Research Ethics. *Media & Communication Studies*, 5(2).
- [92] Del Castillo, D. & Rodríguez, T. (2018). La ética de la investigación científica y su inclusión en las ciencias de la salud. *Acta Médica del Centro*, 12(2), pp. 213-227.
- [93] University of Minnesota: Center for Bioethics. (2003). *A guide to reseach ethcis*. LIBRARIES digital conservancy. University of Minnesota, Center for Bioethics  
Recuperado de <https://conservancy.umn.edu/handle/11299/193>
- [94] Galán, M. (2010). Ética de la investigación. *Revista Iberoamericana de Educación*, 54(4), pp. 1-2.
- [95] Koepsell, D. & Ruiz, M. (2015). *Ética de la Investigación, Integridad Científica*. México: CONBIOÉTICA.
- [96] Dooly, M., Moore, E. & Vallejo, C. (2017). Research ethics. *Qualitative approaches to research on plurilingual education*, pp. 351-362.
- [97] Rivera, R., Borasky, D., Carayon, F., Rice, R., Kirkendale, S., Wilson, W. & Woodson, C. (2004). *Research ethics training curriculum for community representatives*. EUA: Family Health International.
- [98] World Health Organization. Product Research and Development Team. (2000). Guías operacionales para comités de ética que evalúan investigación biomédica. Organización Mundial de la Salud.  
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/66641>
- [99] Saha, S. & Saha, P. (1993). Ethics and law in biomedical engineering: an overview. Proceedings of the 15th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Societ, (15), 682.
- [100] Monzon, J. & Monzon, A. (2009). Ethics and biomedical engineering education: the continual defiance. *31st Annual International Conference of the IEEE EMBS*, (31), pp. 2011-2014.
- [101] Saha, S. & Saha, P. (1997). Biomedical ethics and the biomedical engineer: a review. *Crit Rev Biomed Eng*, 25(2), pp. 163-201.
- [102] Brennan, M. & Tooley, M. (2000). Ethics and the biomedical engineer. *Engineering Science and Education Journal*, (9), pp. 5-7.
- [103] Naurato, N. & Smith, T. (2003). Ethical considerations in bioengineering research. *Biomed Sci Instrum*, (39), pp. 573-578.

- [104] Page, A. (2004). Ethical issues in international biomedical research: an overview. *J Health Law*, 37(4), pp. 629-665.
- [105] Vallerio, D. (2007). *Biomedical ethics for engineers: ethics and decision making in biomedical and biosystem engineering*. Estados Unidos de América: Elsevier.
- [106] Foo, J., Wilson, S., Bradley, A., Gwee, W. & Kwok-Wing, D. (2013). *Ethics for biomedical engineers*. Nueva York: Springer Science & Business Media.
- [107] Maccaro, A., Piaggio, D. & Dodaro, C. (2021). Biomedical engineering and ethics: reflections on medical devices and PPE during the first wave of COVID-19. *BMC Med Ethics*, (130).
- [108] Hudson, R., Laclette, J., Lomelí, C., Mancilla, R., Morales, M., Ostrosky, P. & Rojas, E. (2007). *Código Ético para el Personal Académico del Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM*. México: Universidad Autónoma de México.
- [109] Carrasco, S. (2008). *Análisis de la necesidad de un código ético para la ingeniería biomédica*. México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- [110] Colegio de Ingenieros Biomédicos de México. (2019). *Código de ética del Colegio de Ingenieros Biomédicos de México, A.C.* México: CIB.
- [111] Universidad La Salle. (2019). *Código de ética: Licenciado en Ingeniería Biomédica*. México: LASALLE

---

## Anexo I

---



**Universidad Autónoma de Querétaro**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Ingeniería Biomédica**



### **“La práctica de la ingeniería biomédica desde una perspectiva ética”**

Esta entrevista será empleada por el entrevistador **Keyla Daniela García Prado** ([keylagprado@gmail.com](mailto:keylagprado@gmail.com), 442 59 56 474), estudiante de ingeniería biomédica en la Universidad Autónoma de Querétaro, como fuente de información para el desarrollo del trabajo de investigación “La práctica de la ingeniería biomédica desde una perspectiva ética”.

**OBJETIVO.-** Conocer y enumerar las principales problemáticas de carácter ético que la práctica de la ingeniería biomédica enfrenta y las consideraciones éticas de solución ones aplicadas a estas.

**Pregunta 1.-** Desde su experiencia ¿Cuáles considera que son los principales problemas éticos de la formación, ejercicio o investigación de la ingeniería biomédica?

**Pregunta 2.-** ¿Cómo se abordan estas problemáticas en el aula?

**Pregunta 3.-** ¿Cuáles serían las soluciones o la mejor forma de atender estas problemáticas?