



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ANÁLISIS DE LA NECESIDAD DE UN CÓDIGO  
ÉTICO PARA LA INGENIERÍA BIOMÉDICA.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO ELÉCTRICO ELECTRÓNICO**

**P R E S E N T A :**

**CARRASCO GARCÍA SUJEY DEL ROCÍO**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**ING. RODOLFO PETERS LAMMEL.**



**MÉXICO, D.F.**

**2008**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## *DOY GRACIAS....*

*A Diosito por estar a mi lado siempre, por demostrarme su presencia en cualquier paso que doy y por todo su amor.*

*A la Virgencita por consolarme en cada momento.*

*A mi Mami porque me dio la vida y luchó por mis hermanas y por mí hasta el último momento. Por abrazarme todas las noches y demostrarme su amor con distintas personas y en distintas formas.*

*A mi Pa por darme la vida*

*A mis hermanas porque siempre, siempre están conmigo, en presencia o pensamiento, porque a pesar de la distancia siempre están en mi corazón y en mi mente y sé que yo en el de ellas también. Porque sin ustedes no habría logrado tantas cosas, porque me educaron con amor, dedicación y me enseñaron a ser lo que ahora soy.*

*A mi Padrino Octavio por hacerme parte de su vida, darme su dedicación, educación y amor.*

*A Juan por su apoyo incondicional.*

*A la UNAM, por darme la mejor educación que pude tener.*

*ESTE LOGRO LO DEDICO...*

*A Diosito por crearme y ponerme en este camino.*

*A la Virgencita por cuidarme.*

*A mi Mami por su amor, educación y cuidados aun en la ausencia.*

*A mi Pa.*

*A Carmela por ser mi hermana mayor.*

*A Martha por enseñarme a ser valiente, por dedicarse a nosotras día y noche.*

*A Nyl por enseñarme que el orden es muy importante en cada momento.*

*A Lup por la educación que me ha dado, por su amor, por sus desvelos, por su paciencia, por sus lágrimas, por su fuerza y porque que solo falta el título de ser mi Mamá*

*A Edy por toda su alegría, sus consejos, su preocupación por mi.*

*A Liz por la paciencia que me ha tenido, por su amor, por sus pláticas y consejos, por el aliento que me da cuando hay días difíciles.*

*A mi Padrino Octavio por cuidarme y preocuparse por mí, por darme un hogar en todos los sentidos.*

*A mis sobrinos Adrian, Jazmin, Emmanuel, Javier y Betty*

*A los peques Yeny, Miguelito, Michelle, Nahomi, Armandito, Danis y todos los que vengán en camino por llegar a nosotros como los angelitos que son para darnos alegrías y fuerza para seguir.*

*A mis angelitos que nunca me han abandonado, que siempre están a mi lado, me cuidan y me dan consejos.*

*A mis bebés que algún día tendré en mis brazos y les daré todo el amor que guardo para ellos.*

*A Alonso por todo su apoyo y sus palabras de aliento.*

*A los amigos que en el camino conocí, a los que siguen conmigo y a los que se fueron pero que siempre formarán parte de mi vida.*

*Al Ing. Peters por creer en mí y en este trabajo, por darme su apoyo y recorrer conmigo este camino.*

*A mi Juan Chu por toda la paciencia, amor, regaños, consejos, alegrías y tristezas que pasamos juntos. Sin ti no lo hubiera logrado. Gracias*

*Con todo mi amor y agradecimiento*

*Su*

# Índice

<b>Índice.....</b>	<b>i</b>
<b>Índice de Figuras.....</b>	<b>v</b>
<b>Índice de Tablas .....</b>	<b>vi</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo 1. Ingeniería y medicina .....</b>	<b>5</b>
1.1 Ingeniería Biomédica.....	6
1.2 Ingeniería Biomédica y Medicina.....	7
1.2.1 Imágenes Médicas.....	7
1.2.2 Tecnología Hospitalaria.....	9
1.2.3. Señales Biomédicas.....	10
1.2.4 Biomecánica y Biomateriales .....	11
1.2.5 Biotecnología.....	12
1.3 Medicina antes y después de la Ingeniería Biomédica.....	13
<b>Capítulo 2. Vida y Calidad de vida: la problemática moral .....</b>	<b>16</b>
2.1 Historia de los códigos de ética profesional.....	16
2.2 Propósitos, alcances y límites de los Códigos de Ética Profesionales.....	19
2.3 Carácter moral, legal e institucional de los Códigos de Ética Profesional.....	20
2.4 Responsabilidad profesional, ética y legal de los ingenieros en la sociedad y consigo mismos.....	21

2.5	Análisis del Código de Ingeniería.....	24
2.5.1	Protesta como ingeniero.....	24
2.5.2	Código Internacional de Ingeniería.....	25
2.6	Análisis del Código Médico.....	32
2.6.1	Juramento Hipocrático.....	33
2.6.2	Código Internacional de Ética Médica.....	34
2.6.3	Divagaciones en el ámbito de la moralidad y bioética médica.....	35
2.7	El Ingeniero Biomédico ante la calidad de vida .....	40
2.7.1	Calidad de vida.....	40
2.7.2	Dimensiones de la calidad de vida .....	41
2.7.3	Características de la calidad de vida.....	42
2.8	La Ingeniería y la Moral.....	44
2.8.1	La religión.....	48
2.8.2	La filosofía.....	49
2.8.3	Los valores.....	51
2.8.3.1	Virtud.....	51
2.8.3.2	Los valores.....	52
2.8.4	Los valores y la ingeniería.....	54
2.8.4.1	La transformación cultural y los valores humanos.....	55
2.8.4.2	Los valores en el futuro.....	56
<b>Capítulo 3. Ética ¿dónde se aplica?.....</b>		<b>57</b>
3.1	Ética contemporánea (siglo XX).....	58
3.2	Ingeniería Biomédica en México.....	59
3.3	Equipos médicos.....	63
3.3.1	Equipo médico de diagnóstico clínico.....	63

3.3.2	Equipo médico hospitalario de diagnóstico.....	63
3.3.3	Equipo médico para el tratamiento de enfermedades.....	64
3.3.4	Relación de los equipos médicos con la ética.....	65
3.4	Equipos esenciales en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades.....	67
3.4.1	Equipos de Hemodiálisis.....	67
3.4.1.1	Bases Físicas de la Diálisis.....	69
3.4.1.2	Mecanismos para el transporte de solutos.....	70
3.4.1.3	Tipos de diálisis.....	71
3.4.1.4	Métodos actuales de diálisis.....	73
3.4.1.5	Membranas para hemodiálisis.....	78
3.4.1.6	Máquinas de Hemodiálisis. ....	79
3.4.2	Equipos de Medicina Nuclear.....	83
3.4.2.1	Funcionamiento básico de un tomógrafo.....	85
3.4.2.2	Generaciones de tomógrafos.....	86
3.4.2.3	Aspectos teóricos .....	92
3.4.2.4	Equipos de Tomografía.....	96
3.4.3	Equipo de análisis inmunológico.....	100
3.4.3.1	Proceso del ensayo.....	100
3.4.3.2	Componentes del sistema.....	103
3.5	Casos clínicos donde la ética y la moral crean conflicto.....	106
3.5.1	Bioética: criterios de vida y de muerte.....	106
3.5.2	Eutanasia.....	107
3.5.2.1	Clasificación de la eutanasia.....	109
3.5.3	Muerte cerebral.....	111
3.5.4	Casos clínicos de eutanasia.....	113
3.6	Análisis ético y moral de casos clínicos.....	123
3.6.1	Estudio de casos.....	123
3.6.2	Análisis de casos.....	124



3.6.3 Posiciones frente a la eutanasia.....	125
3.7 Problemas éticos en torno a la relación Ingeniería Biomédica y Medicina.....	140
<b>Capítulo 4. Necesidad de un Código Ético.....</b>	<b>144</b>
4.1 Bioética: ética de la vida y vida de la ética en la época actual.....	144
4.1.1 Paradigma de la Ética Tecnocientífica.....	144
4.1.2 Crisis de la vida y de la ética .....	152
4.1.3 Ética de la Medicina Posmoderna.....	161
4.1.4 Ética contemporánea y la entidad persona.....	171
4.1.5 Ética y los avances en genética.....	171
4.1.6 Ironía de la medicina contemporánea.....	172
4.2 Propuesta de un Código Ético para el Ingeniero Biomédico.....	174
<b>Capítulo 5. Conclusiones.....</b>	<b>190</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>193</b>

## Índice de Figuras

Fig. 1.1 El ingeniero biomédico busca continuamente el desarrollo de tecnologías que brinden un mejor cuidado a la salud .....	6
Fig. 1.2 Procesamiento de imágenes, tomografía cerebral .....	8
Fig. 1.3 Respirador artificial, equipo medico comúnmente utilizado en rehabilitación .....	9
Fig. 1.4 Señal producida por el pulmón durante el proceso de inspiración – expiración ....	10
Fig. 1.5 Prototipo de prótesis mecánica para una mano.....	12
Fig. 1.6 Actualmente se tiene una gran investigación en la ingeniería de tejidos .....	13
Fig. 1.7 Sala de respiradores artificiales utilizada durante la segunda guerra mundial .....	15
Fig. 2.1 Hipócrates.....	33
Fig. 2.2 Calidad de Vida desde la Subjetividad.....	41
Fig. 2.3 Esquema sobre la calidad de Vida.....	43
Fig. 3.1 Corte transversal del riñón mostrando sus estructuras principales.....	68
Fig. 3.2 Paciente conectado a un equipo de hemodiálisis.....	74
Fig. 3.3 Esquema de la hemodiálisis.....	75
Fig. 3.4 Esquema de la diálisis peritoneal .....	76
Fig. 3.5 Paciente con tratamiento de diálisis peritoneal .....	77
Fig. 3.6 Diagrama de bloques de un equipo de medicina nuclear .....	85
Fig. 3.7 Esquema de operación de un tomógrafo de primera generación.....	86
Fig. 3.8 Esquema de operación de un tomógrafo de segunda generación .....	88
Fig. 3.9 Esquema de operación de un tomógrafo de tercera generación .....	89
Fig. 3.10 Esquema de operación de un tomógrafo de cuarta generación rotación / estacionario.....	90
Fig. 3.11 Esquema de operación de un tomógrafo de cuarta generación rotación / nutación .....	91
Fig. 3.12 Principio de Hounsfield.....	92
Fig. 3.13 Explicación del principio de Hounsfield .....	93
Fig. 3.14 Gantry .....	97
Fig. 3.15 Foto externa del ánodo .....	98

Fig. 3.16 Equipo de análisis inmunológicos .....	100
Fig. 3.17 Unidad de reacción y proceso del ensayo .....	101
Fig. 3.18 Diagrama general de los componentes del equipo IMMULITE .....	102
Fig. 3.19 Donald Herbert .....	113
Fig. 3.20 Erika Sotelo antes del accidente .....	115
Fig. 3.21 Erika Sotelo después del accidente.....	117
Fig. 3.22 Ramón Sampedro .....	118
Fig.3.23 Terri Schiavo en el hospital.....	120

## Índice de Tablas

Tabla. 2.1. Tabla de valores.....	53
Tabla. 3.1 Tabla de la escala de Hounsfield que asigna una constante a cada material .....	95

### Introducción

El desarrollo de la tecnología en los últimos años ha originado muchos cambios en los planes curriculares de las carreras de ingeniería, incluyendo un interés creciente por la importancia de la responsabilidad ética y social de los ingenieros. La serie de responsabilidades que un ingeniero debe tomar en su vida profesional y privada se presentan como un desafío para formar profesionales técnicamente competentes y que también tengan sensibilidad ética.

Si hacemos una revisión de los planes de estudios de diversas universidades, tanto nacionales como extranjeras, muchas de estas no tienen cursos relacionados con la ética para los estudiantes de ingeniería. Un porcentaje pequeño de universidades tienen cursos relacionados con dichos temas, sin embargo estas asignaturas no son sobre ética en ingeniería, son cursos relacionados como filosofía, religión u otras materias.

Para lograr este objetivo se tienen varias propuestas, entre ellas nos encontramos con: aumentar la sensibilidad ética; conocer estándares de conducta; adquirir un juicio ético y adquirir una voluntad ética, es decir, la gran habilidad de actuar éticamente cuando uno debe hacerlo.

Todas las propuestas coinciden en que un concepto clave en la ética de la ingeniería es la responsabilidad profesional; es decir la responsabilidad moral basada en un conocimiento individual adquirido. Un ingeniero que tiene la responsabilidad moral por un asunto debe utilizar su juicio y preparación para alcanzar o mantener los objetivos planteados. La meta de un ingeniero responsable es la creación de productos tecnológicos útiles y seguros que respeten la autonomía de los clientes, especialmente en aquellos productos que se presentan posibles riesgos.

Adicionalmente debe tener un compromiso con la salud pública, seguridad y bienestar de la sociedad. También la ética en la ingeniería esta afectada por conflictos de intereses;

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

integridad de la información, manejo de información privilegiada, lealtad a la empresa, lealtad a los socios, gestión contable, entrega de créditos, secretos comerciales, entrega de regalos, sobornos, actos de cohecho y sesión de gratificaciones.

Un modelo de enseñanza de temas éticos es la del curso mínimo de ética. Un número pequeño de carreras de Ingeniería tiene establecidos cursos mínimos de ética para sus estudiantes. Aunque este enfoque ha sido exitoso en algunas universidades debido a una cierta tradición, tiene sus desventajas cuando no se relaciona con otras asignaturas de la especialidad. Puede dejar en los alumnos la impresión de que la ética es un accesorio y no una parte integral de sus estudios de ingeniería.

La educación de ética para ingenieros ha incluido Códigos de Ética y la aplicación de teoría moral. El uso de Códigos de Ética tiene sus defensores, aunque reconocen también sus limitaciones. Otro aspecto importante es como aplicar la teoría moral a la práctica profesional, el salto de la teoría a la práctica.

Un instrumento en la enseñanza de la ética en la ingeniería es el Método del Caso, es decir, la representación de una situación que puede ser real o ficticia como base para la reflexión y el aprendizaje, lo que estimula a expresar opiniones en temas éticos, a formularlos y justificar decisiones desarrollando una habilidad para la aplicación de la ética en la práctica profesional y así llegar a la conclusión de que la ética es una parte integral en la ingeniería y no solo un accesorio.

Desde los años setenta se han hecho grandes esfuerzos para incorporar el respeto del ambiente dentro de los proyectos de ingeniería. Es decir un proyecto de ingeniería debe analizarse desde la factibilidad técnica, económica, ambiental y social. Así también debe incorporarse la ética en el análisis y la factibilidad de un proyecto.

Por otro lado el área biomédica adquiere mayor importancia cada día, ya que se ha observado que en otros países, incluyendo a México, existe una continua investigación en lo referente a instrumentación biomédica, obteniendo así beneficios como lo son el contar con mejores equipos para salvar vidas y poder proporcionar así una mayor calidad en los

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

servicios de atención médica. Es evidente que se requiere de suficientes conocimientos para desarrollar equipos de calidad que sean seguros para el paciente como para el médico que los utiliza.

En contraparte debido a que el avance de esta tecnología es tan vertiginoso e impresionante, nos es difícil cuestionarnos qué tanto dicho avance puede afectar a la vida humana. Pensamos que todo este desarrollo está orientado a proporcionarnos una mayor esperanza de vida, ya que todos los equipos biomédicos están enfocados a proporcionar diagnósticos mas oportunos para el tratamiento de enfermedades, sin embargo nunca nos hemos cuestionado que pasa cuando estos equipos no son los adecuados, están mal calibrados o en mal estado por descuidos en sus mantenimientos. Otra circunstancia es que comúnmente se ha catalogado que un ingeniero debe tener una formación puramente técnica, dejando totalmente a un lado el enfoque humanista.

Actualmente, se cuenta con diferentes códigos éticos: de Médicos, de Ingenieros en general, incluso de Ingenieros Electrónicos, pero en cuanto a Ingeniería Biomédica, poco se habla del papel ético y el alcance que este desempeña.

Es por esto que el objetivo de este trabajo es demostrar que el lado humano y social no deben oponerse por ningún motivo con el avance de la tecnología. Por el contrario, deben estar de la mano para poder cooperar y, por consiguiente, que el beneficio sea total, buscando siempre el compromiso con la salud pública, la seguridad y bienestar de la sociedad. Además se busca proponer los puntos fundamentales que debe abarcar un posible código ético de Ingeniería Biomédica.

Este trabajo se divide en cinco capítulos claramente diferenciados:

El primer capítulo consiste en describir lo que es Ingeniería Biomédica y la situación de la ciencia médica antes y después de la aparición de esta rama de la ingeniería.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

En el segundo capítulo expongo sobre una problemática moral básica, la vida y la calidad de vida, fundamentándome en los códigos éticos de los ingenieros y médicos, además de realizar un análisis minucioso de ambos.

En el tercer capítulo presento algunos equipos médicos utilizados en el diagnóstico clínico, analizo casos clínicos donde la ética y moral crean conflicto, identifico los alcances éticos, tratando de justificar las decisiones tomadas por el médico y el ingeniero e identificar en qué momento entra la ética.

El cuarto capítulo expone la importancia de la ética en Ingeniería Biomédica además de proponer un código ético para el ingeniero biomédico fundamentándome en todo lo antes presentado en este trabajo.

Finalmente en el último capítulo se exponen las conclusiones que se obtuvieron del presente trabajo y sobre el cumplimiento de los objetivos planteados al inicio del mismo.

## **Capítulo 1**

### **Ingeniería y Medicina**

Desde finales de la década de los 60 se iniciaron trabajos de investigación en el área de la ingeniería apoyándose en sus herramientas para innovar en temas médicos. Este trabajo interdisciplinario medicina – ingeniería, ha continuado hasta el presente con la interacción de ingenieros civiles, eléctricos, electrónicos, químicos, mecánicos y de sistemas con médicos de diferentes áreas.

El médico es un profesional comprometido a preservar, mejorar y restablecer la salud del ser humano; sus acciones se fundamentan en el conocimiento científico de los fenómenos biológicos, psicológicos y sociales. Su ejercicio profesional se orienta primordialmente a la práctica clínica, la cual debe ejercer con conocimiento, diligencia, humanismo, prudencia y juicio crítico, guiándose por un código ético que considera a la vida humana como valor supremo.

Por otra parte, uno de los objetivos principales de la ingeniería es el diseño para poder solucionar problemas y satisfacer una necesidad. Este proceso adquiere características singulares cuando se refiere a problemas en sistemas biológicos debido a su entorno social, comercial y legal.

La integración estructurada de la biología y la medicina con la disciplina de la ingeniería para diseñar, implementar, operar y, eventualmente, desmontar sistemas que aportan bienestar a la sociedad en un contexto ambiental y de salud, es uno de los retos que tienen los centros de formación en ingeniería.



### 1.1 Ingeniería Biomédica

Bioingeniería consiste en la aplicación de las técnicas y conceptos de la ingeniería a la biología, y concretamente a la biología humana. El gran sector de Bioingeniería que se refiere especialmente a la medicina, puede llamarse más adecuadamente Ingeniería Biomédica.

Los Ingenieros Biomédicos aplican principios eléctricos, mecánicos, químicos, ópticos y demás principios de ingeniería para entender, modificar o controlar sistemas tanto humanos como animales, así como diseñar y desarrollar productos que puedan monitorear funciones fisiológicas, asistir en el tratamiento y diagnóstico de pacientes.

Cuando los Ingenieros Biomédicos trabajan dentro de un hospital o clínica, son llamados Ingenieros Clínicos. Un Ingeniero Clínico es una persona graduada de un programa académico de ingeniería y está comprometido en la aplicación del conocimiento científico y tecnológico, desarrollado a través de su formación y la experiencia profesional adquirida, dentro del ambiente del cuidado de la salud, en apoyo de actividades clínicas.

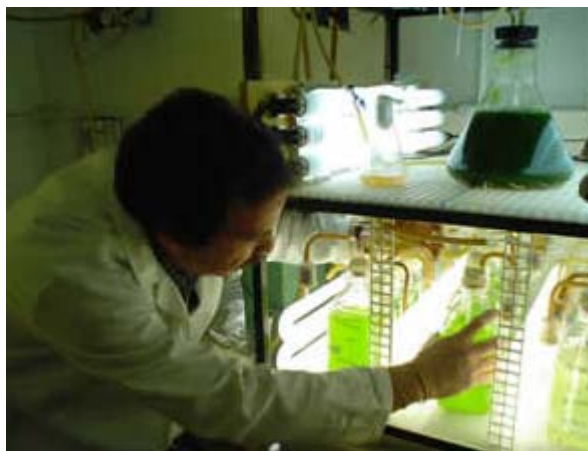


Fig. 1.1 El ingeniero biomédico busca continuamente el desarrollo de tecnologías que brinden un mejor cuidado a la salud

### **1.2 Ingeniería Biomédica y Medicina**

La relación ingeniería biomédica y medicina se presenta a continuación, donde se menciona las áreas de ingeniería biomédica que deben estudiarse y que tienen mucho en común con medicina. El requerimiento de abordar este campo del saber con enfoque interdisciplinario justifica la necesidad de brindar una formación académica que facilite, apoye y mantenga la interacción entre las áreas de ingeniería, biología y medicina.

#### **1.2.1 Imágenes Médicas**

Las imágenes médicas son utilizadas cotidianamente en la clínica para establecer un diagnóstico, escoger o hacer seguimiento una acción terapéutica. Estas imágenes provienen principalmente de la tomografía computarizada (rayos X) o scanner, de la resonancia magnética o IRM y del ultrasonido o ecografía. A pesar de que estas imágenes proveen información sobre la morfología y el funcionamiento de los órganos, su interpretación objetiva y cuantitativa es una tarea aún difícil de realizar. Esto constituye un dominio de investigación multidisciplinario en el cual la medicina, la informática, las matemáticas aplicadas y la física se asocian, a fin de construir nuevas herramientas de ayuda al diagnóstico, a la planeación y al seguimiento terapéutico, basadas en un análisis automático de imágenes médicas.

Así que su objetivo es crear ayudas informáticas al diagnóstico médico con énfasis en el análisis, procesamiento, generación, visualización y manipulación de imágenes médicas, conociendo las áreas de:

### a. Procesamiento de imágenes

Dentro del marco de la opción en bioingeniería, el objetivo es desarrollar criterios sobre la aplicabilidad de estas técnicas a un problema particular en las áreas de biología y medicina.

### b. Visualización

Como herramienta de exploración, análisis y presentación de información compleja, entendida esta última como aquella extraída de grandes volúmenes de datos o información multidimensional que requiere una representación gráfica para ser analizada. Este es el caso de la información generada o manipulada en estudios biológicos y médicos.

### c. Computación gráfica

Estudio de conceptos, métodos y algoritmos que permitan la visualización "realista" en computador de modelos (objetos) bidimensionales y tridimensionales.

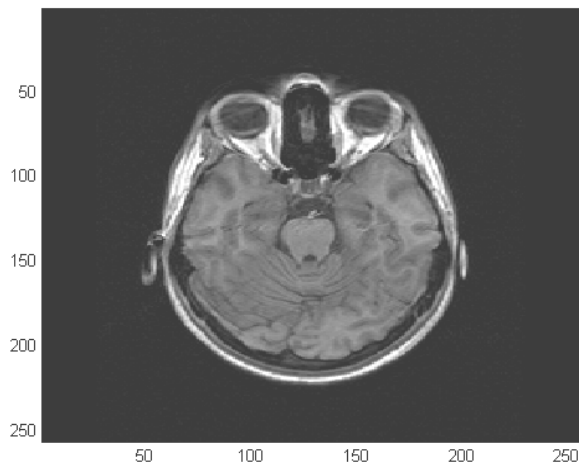


Fig. 1.2 Procesamiento de imágenes, tomografía cerebral

### 1.2.2 Tecnología Hospitalaria

El ejercicio de la medicina actual se soporta ampliamente en tecnologías de punta, por lo cual se imponen grandes retos a la comunidad científica, en cuanto a mejoramiento de las técnicas hospitalarias y a la misma aplicación médica para proponer soluciones o propuestas innovadoras.

#### a. Telemedicina y sistemas de información hospitalaria

Uso de nuevas tecnologías de la información y comunicaciones, para lograr mejorar la atención en salud y cobertura del servicio de salud.

#### b. Imagenología médica

Principios físicos, tecnologías existentes, y aplicación médica relacionados con los equipos de imagenología médica más utilizados como son: Radiología Convencional y Tomografía Plana, Tomografía Axial Computarizada (TAC), Resonancia Magnética Nuclear, Ultrasonido, Medicina Nuclear, Patología, Dermatología y ORL.

#### c. Equipos médicos

Tecnologías utilizadas a nivel hospitalario: cirugía, cuidados intensivos, apoyo diagnóstico, rehabilitación, entre otros.



Fig. 1.3 Respirador artificial, equipo medico comúnmente utilizado en rehabilitación

### 1.2.3. Señales Biomédicas

Procesos eléctricos involucrados en el funcionamiento de diversos órganos del cuerpo humano, como cerebro, corazón y músculo entre otros, así como los efectos de la aplicación de corrientes y potenciales eléctricos a dichos órganos.

Igualmente, se estudian y analizan las señales eléctricas producidas por estos órganos, utilizando métodos de detección y procesamiento que involucran desarrollo de hardware y software específicos a cada señal y órgano que la produce.

#### a. Microsensores

Elementos que componen sensores de tamaños en la escala microscópica, algunos de los cuales pueden ser introducidos en el cuerpo humano.

#### b. Redes neuronales

Metodología computacional basada en un modelo de funcionamiento de neuronas y la interacción entre ellas. Estas redes pueden ser entrenadas para encontrar patrones de comportamiento de parámetros de diversa índole.

#### c. Procesamiento de señales

Herramientas matemáticas y computacionales para el análisis de señales eléctricas provenientes de diversos órganos, particularmente cerebro, corazón y músculo.

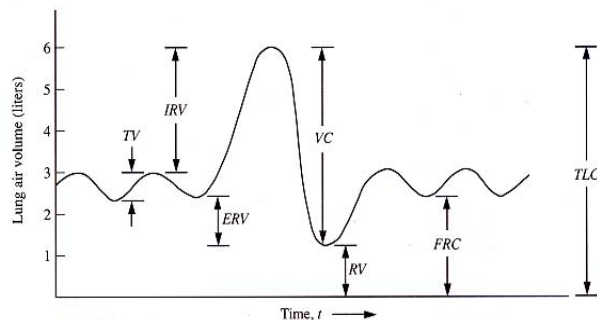


Fig. 1.4 Señal producida por el pulmón durante el proceso de inspiración – espiración

### **1.2.4 Biomecánica y Biomateriales**

El estudio del cuerpo humano se ve beneficiado por la descripción de sus sistemas como modelos mecánicos. El objetivo es el estudio de la estructura y función de los sistemas biológicos utilizando los métodos de la mecánica. Este estudio está encaminado al desarrollo de ayudas en el diagnóstico y tratamiento de patologías en especialidades afines (ortopedia, cardiología, cirugía cardiovascular, rehabilitación).

#### **a. Biomecánica**

Relación directa entre el sistema óseo-muscular, la mecánica y los métodos utilizados para el estudio de movimiento humano.

#### **b. Dinámica Cardiovascular**

Propiedades físicas de la sangre, el corazón, las venas y las arterias, la relación de estas propiedades con los fenómenos que se observan en la circulación, y la aplicación de los resultados en la investigación de la fisiología y patología cardiovascular, y en su diagnóstico y tratamiento.

#### **c. Biomateriales**

Combina los principios de la ciencia de materiales y biología celular, introduciendo los materiales utilizados en medicina. Presentando las propiedades y los tipos más representativos.

Brindando las generalidades biológicas del ambiente al que serán expuestos estos materiales, la respuesta fisiológica del ambiente al material y la influencia del ambiente en las propiedades, químicas, bioquímicas y mecánicas del material. Se mostrarán algunas aplicaciones de los materiales en la medicina para el diseño de dispositivos e implantes.



Fig. 1.5 Prototipo de prótesis mecánica para una mano

### 1.2.5 Biotecnología

La utilización y manipulación de organismos vivos para beneficio del ser humano mediante la aproximación de las ciencias básicas y la ingeniería, se conoce como biotecnología. El objetivo es desarrollar metodologías de producción que permitan explotar una característica específica de un organismo para aplicaciones técnicas.

#### a. Introducción a la ingeniería biológica

Conceptos básicos relacionados con las unidades fundamentales de la vida (células), los tipos de organismos y su funcionalidad para producir metabolitos y derivados útiles, a escala laboratorio.

#### b. Bioprocesos

Aplicaciones potenciales de los organismos y las técnicas disponibles para la producción y escalamiento de los procesos biológicos.

### **c. Bioreactores**

Aplicar los conceptos de transferencia de masa, calor y momento a la optimización de las cinéticas propias de microorganismos, favoreciendo la generación de productos específicos.

### **d. Ingeniería de tejidos**

Aplicación de los principios científicos al diseño, construcción, modificación, crecimiento, y mantenimiento de tejidos vivos.



Fig. 1.6 Actualmente se tiene una gran investigación en la ingeniería de tejidos

## **1.3 Medicina antes y después de la Ingeniería Biomédica**

Antes de la segunda guerra mundial, el personal médico y los investigadores en el campo de la biología se valían de técnicas de ingeniería que fueran relativamente sencillas y entraran dentro de sus conocimientos. Por ejemplo, un fisiólogo investigador se hubiera sentido muy satisfecho si para llenar las necesidades de su laboratorio hubiese podido contar con un soplador de vidrio, un carpintero y un mecánico a su disposición. Como los fundamentos del diseño de los instrumentos que necesitaba encajaban bien dentro de sus conocimientos teóricos y prácticos, hubiera podido especificar con toda claridad lo que quería, y ese equipo de obreros especializados lo hubieran construido de acuerdo con su diseño.



## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

Fue un accidente histórico lo que hizo que por vez primera en Gran Bretaña un gran número de biólogos adquirieran sólidos fundamentos en el campo de la electrónica, abriendo de este modo rápidamente la posibilidad de aplicar técnicas más elaboradas en la resolución de los problemas biológicos y médicos.

Al estallar la segunda guerra mundial, los químicos, físicos e ingenieros fueron rápidamente acaparados por aquellos que eran responsables de la fabricación de municiones, de aviones, etc. Para cuando se hizo evidente que en el campo del radar hacía falta trabajar mucho para lograr desarrollarlo, resultó que los biólogos eran casi los únicos científicos que quedaban disponibles para hacer este trabajo.

En los años inmediatos de la posguerra muchos biólogos estaban, por tanto, bien impuestos en lo que constituían los últimos adelantos en el campo de la electrónica, naturalmente, ellos los enfocaron hacia ciertos temas especializados. Pero la tecnología electrónica progresó muy rápidamente y los biólogos, que se habían familiarizado antaño con el manejo de válvulas y grandes componentes, pronto se vieron atrás debido a la nueva era de transistores y componentes en miniatura, y como los conocimientos de los antiguos investigadores quedaron anticuados, empezó a surgir una nueva generación de médicos y biólogos, sin ninguna práctica en el campo de la electrónica.

Los investigadores dentro del campo de la biología y la medicina vieron claramente que ganarían una incalculable cantidad de tiempo no sólo si se familiarizaban con los adelantos técnicos existentes, sino también si iban dando paso a los nuevos que fuesen llegando. Entonces surgió la necesidad de un nuevo tipo de profesionista capaz de lograr que el hueco que separaba a la elaborada tecnología de la ingeniería de las ciencias biológicas, se hiciera más estrecho. En pocas palabras, surgió la necesidad de los bioingenieros.

Fueron distintas instituciones las que por diferentes caminos vieron patente esta necesidad. Algunas empezaron a reclutar técnicos, que habían de trabajar casi exclusivamente al

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

desarrollo de los instrumentos y que, al menos en principio, no tenían la categoría de investigadores. Otras instituciones fueron más rápidas en darse cuenta de la importancia de este asunto y contrataron a personal graduado, equiparándole con sus compañeros médicos y biólogos.

Para entonces no había sido reconocida todavía la carrera de Bioingeniería, e incluso no se había acuñado la palabra correspondiente. Entonces ¿quiénes fueron, por tanto, los primeros bioingenieros en una época en la que todavía no existía un método adecuado para la formación de estas personas?

La mayoría de ellos fueron científicos del campo de las ciencias biológicas, con frecuencia médicos, los cuales se dedicaban a la ingeniería como entretenimiento o tenían un especial talento para ello. Esto no es sorprendente si uno piensa que es casi una tradición el que los médicos y cirujanos sean ingenieros aficionados.

En realidad, lo que hoy llamamos Ingeniería Biomédica se llamó al principio Electrónica Médica, y la asociación internacional constituida por los que practicaban esta actividad se conoció como "International Federation of Medical Electronics" (Federación Internacional de Electrónica Médica). Hasta 1965 no fue adoptado el título actual, mucho más adecuado, de "The International Federation of Medical and Biological Engineering" (Federación Internacional de Ingeniería Médica y Biológica).



Fig. 1.7 Sala de respiradores artificiales utilizada durante la segunda guerra mundial

## **Capítulo 2**

### **Vida y Calidad de vida: la problemática moral**

La bioética no es una disciplina científica, aunque parte de su interés son las repercusiones positivas y negativas de la aplicación de la ciencia y que, para la comprensión de la problemática que aborda, tiene que auxiliarse en muchos casos del conocimiento de las ciencias biológicas y las ciencias sociales.

Tampoco es un conjunto de códigos o normas para “comportarse correctamente”, como algunos quieren sostener, porque habría que aclarar, en principio, qué es lo correcto en un mundo donde siempre ha privado la diversidad de conceptos sobre cuál es el bien supremo que el hombre debe perseguir, y qué es producto de la evolución histórica y cultural de la humanidad.

#### **2.1 Historia de los códigos de ética profesional**

Desde tiempos remotos quienes ejercen una misma actividad han buscado agruparse con distintos fines, entre los cuales pueden señalarse, la prestación de ayuda mutua, la transmisión del conocimiento y la defensa de los mercados profesionales. En efecto, desde que el hombre existe, ha sido innato el agruparse. Los hombres prehistóricos formaban pequeños grupos por la necesidad que tenían de organizarse para sobrevivir.

Un grupo de personas se caracteriza por la necesidad permanente de comunicación e interrelación entre ellos. Sus integrantes conocen el papel que debe desempeñar cada uno y la interdependencia de las diversas responsabilidades del grupo. En la Edad Media, los comerciantes, los artesanos y los letrados se organizaron en gremios.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

En México, durante la época colonial, los profesionistas también se agruparon en gremios, los cuales definían y proponían al Ayuntamiento de la Ciudad de México las cualidades que debían reunir los que iban a ejercer la profesión.

Los gremios administraban su disciplina interna, manejaban sus fondos y representaban los intereses de los miembros frente al Ayuntamiento. Posterior a 1813, año en que se abolieron los gremios, empezaron lentamente a tomar forma las asociaciones de profesionistas, y las ya existentes, se adecuaron a la nueva legislación republicana, como fue el caso del Ilustre y Nacional Colegio de Abogados, fundado desde 1760.

Desde la independencia del país, hasta el porfiriato, la evolución de las profesiones fue multifacética. De 1867 a 1910, los profesionistas formaron una élite social e intelectual, consolidándose algunas agrupaciones profesionales que subsisten actualmente, en especial, de las profesiones liberales como es entre otras, la Asociación de Ingenieros y Arquitectos, decana de las organizaciones de ingenieros en el país y en Latinoamérica, fundada el 24 de enero de 1868.

Durante los tiempos de la revolución mexicana existió la conciencia, por parte de algunos líderes, de la utilidad en estrechar los lazos con ciertas asociaciones profesionales para poner en marcha los proyectos de reconstrucción nacional. Las asociaciones profesionales no sólo se encargaron de la protección de los consumidores, sino también del propio gremio, reuniéndose en grupo fraternal de progreso y defensa de sus miembros.

No fue sino hasta la década iniciada en 1940 que se tuvo una conciencia plena de las innumerables implicaciones que tenía la actividad profesional y por consiguiente, la necesidad de legislar las bases establecidas en nuestra Constitución de 1917, para proteger a la sociedad de quienes se dedicaban a estafar a las clases humildes y a desacreditar el ejercicio profesional.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

Así, se realizaron diversos intentos por reglamentar el ejercicio profesional, mediante proyectos elaborados por agrupaciones de profesionistas, por la Universidad Nacional Autónoma de México y por el Congreso de la Unión, esfuerzos que finalmente culminaron con el decreto publicado el 26 de mayo de 1945, de la Ley Reglamentaria de los Artículos 4º y 5º Constitucionales, relativa al Ejercicio de las Profesiones en el Distrito y Territorios Federales.

Actualmente, de acuerdo a lo dispuesto en dicho precepto constitucional, existen además de la Ley de Profesiones del Distrito Federal, 27 Leyes Estatales, un Reglamento de Campeche y el Código Administrativo de Chihuahua, que contiene disposiciones profesionales. Coahuila y Quintana Roo, no cuentan con normatividad en materia de profesiones.

Entre muchos otros aspectos que regula la Ley de Profesiones del Distrito Federal, se prevé el derecho de los profesionistas de constituir hasta cinco asociaciones civiles por rama profesional, integrados con un mínimo de cien miembros, que al obtener su registro ante la Dirección General de Profesiones se denominan Colegios de Profesionistas. De manera similar, las Leyes Estatales prevén el registro de los Colegios de Profesionistas. La historia de los Códigos de Ética Profesionales, está ligada a la constitución de los Colegios de Profesionistas de cada rama profesional.

### **2.2 Propósitos, alcances y límites de los Códigos de Ética Profesionales**

De acuerdo con la Ley de Profesiones entre los propósitos de los Colegios de Profesionistas se destacan:

- La vigilancia del ejercicio profesional con objeto de que éste se realice dentro del más alto plano legal y moral.
- Promover la expedición de leyes, reglamentos y sus reformas, relativos al ejercicio profesional.
- Auxiliar a la Administración pública con capacidad para promover lo conducente a la moralización de la misma.
- Denunciar a la Secretaría de Educación Pública o a las autoridades penales, las violaciones a la ley de profesiones, entre ellas cabe mencionar, la mala práctica profesional así como la usurpación de la profesión.
- Servir de árbitro en los conflictos entre profesionales, o entre éstos y sus clientes, cuando acuerden someterse los mismos a dicho arbitraje.
- Formular el estatuto del Colegio.
- Expulsar de su seno, por el voto de dos terceras partes de sus miembros a los que ejecuten actos que desprestigien o deshonren a la profesión y en la forma que determine el estatuto del Colegio.
- Para el cumplimiento de los propósitos anteriores y la Ley de Profesiones los Colegios de Profesionistas, es usual que en su estatuto se determine:
- Mantener un código de ética profesional que asegure la integridad de la profesión y la confianza del público en los servicios prestados por la misma.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

- Velar que el ejercicio profesional, tanto en la administración pública como en la práctica privada, se realice dentro del más alto plano moral y legal.

Además el estatuto señala que son atribuciones de la Junta de Honor:

- Revisar, cuando juzgue conveniente el Código de Ética Profesional, y someter las modificaciones, si las hubiere, a la Asamblea General.
- Propugnar por el decoro y buen nombre del Colegio y porque la conducta de los miembros no se aparte de las normas que establezca el Código de Ética Profesional. De lo contrario se harán acreedores a la imposición de sanciones: Amonestaciones, suspensión temporal o expulsión.

Lo anterior nos da una buena idea de los propósitos, alcances y límites de los códigos de ética profesionales, a cargo de los Colegios Profesionales.

### **2.3 Carácter moral, legal e institucional de los Códigos de Ética Profesional**

Un Código es un conjunto de normas sobre alguna materia. Por lo que, **ÉTICA PROFESIONAL O MORAL PROFESIONAL**, se define como la ciencia normativa que estudia los deberes y los derechos de los profesionistas en cuanto tales.

La ética profesional recuerda al universitario los principios estudiados en la ética general, para iluminar las situaciones prácticas de sus relaciones sociales específicas. Trata de analizar esas situaciones y, sobre todo, de inspirar la actitud personal que debe prevalecer en el alma del profesionista ante el conflicto permanente entre las sollicitaciones del mal y las exigencias de la buena conciencia que nos debe encauzar al bien actuar, basados en esa actitud y esa lealtad a los principios morales, fundamentales para las actividades personales

y profesionales responsables. Cualquier profesionista universitario, aunque sea muy confusamente, distingue dos ideas fundamentales.

- La profesión le proporciona una capacidad peculiar que lo faculta específicamente para contribuir con inteligencia y eficiencia al bien común.
- La profesión implica un deber para con la sociedad.

El carácter medular de la ética profesional es la moralidad. Todos los principios normativos y legales así como las aplicaciones prácticas de su casuística, deben estar impregnados e impulsados por la moral y establecidos en los códigos de ética profesional; institucionalmente a cargo de los Colegios Profesionales. Ante la relatividad radical de las situaciones humanas ¿puede pensar el profesionista que todo es elástico, variable y relativo, y por consiguiente arbitrario en la actuación y en la conducta profesional?, ¿existen algunos principios vertebrales para la conducta profesional?

Por todo lo anterior, y a continuación, analizaré los Códigos de Ética Profesional que tienen implementados algunos Colegios y Organizaciones de ingenieros.

### **2.4 Responsabilidad profesional, ética y legal de los ingenieros en la sociedad y consigo mismos**

Siendo el propósito de los Códigos de Ética Profesional de los Colegios de Ingenieros que los ingenieros proporcionen un servicio profesional con lealtad, honestidad y competencia. El profesional de la ingeniería debe ser responsable de los intereses de sus clientes y de sus empleados y salvaguardar la seguridad y el bienestar público. Recientemente se han recomendado, en términos de prioridades éticas que el ingeniero tratará con las necesidades de los otros de acuerdo con la siguiente escala, desde la más importante a la menos importante:



- La Sociedad y el público
- La Ley
- La profesión de ingeniero
- Otros ingenieros involucrados
- Los clientes del ingeniero
- Empresas u Organismos públicos o privados
- La persona del ingeniero

Lo anterior permite señalar que la función de un código de ética profesional de la ingeniería es ayudar a guiar responsable, ética y legalmente, las decisiones que los ingenieros ejecutan diariamente. La Ley de Profesiones al delegar a los Colegios de Profesionistas la vigilancia del ejercicio profesional dió origen a la creación de Colegios de las Profesiones que necesitan título para su ejercicio; siendo la ingeniería, en sus diversas ramas profesionales, una de las que lo requieren, se han establecido diversos Colegios y entre los que caben destacar:

El Colegio de Ingenieros Civiles de México, Asociación Civil, “CICM”, fue fundado en 1945, en el mismo año que fue decretada la Ley de Profesiones, y cuenta con su respectivo Código de Ética Profesional y en su estatuto está estipulado como se aplica.

El Colegio de Ingenieros Mecánicos Electricistas “CIME”, fundado el 8 de noviembre de 1945, y cuenta con su respectivo Código de Ética Profesional.

Complementariamente se han establecido las organizaciones de ingenieros siguientes:

La Unión Mexicana de Asociaciones de Ingenieros, A. C. fundada en 1952, a solicitud de la UPADI; une, coordina y representa a la ingeniería organizada de México, en todas sus

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

ramas y especialidades. Desde 1983 cuenta con el Código de Ética Profesional del Ingeniero Mexicano.

La Unión Panamericana de Asociaciones de Ingenieros, “UPADI” se formó en 1949 para integrar la Ingeniería organizada de toda América. Cuenta con su Código de Ética Profesional que asumen todas las organizaciones miembros de UPADI.

La Federación Mundial de Organizaciones de Ingenieros, “FMOI”, agrupa a más de 72 países, incluido México , a organismos regionales como la UPADI y a organismos nacionales como la UMAI. Recientemente, el 14 de septiembre de 2001, la Asamblea General de la FMOI aprobó por unanimidad el nuevo “Modelo FMOI” de Código de Ética de Ingenieros.

Se añaden los Principios de conducta ética en el ejercicio de la ingeniería de acuerdo con el Tratado de Libre Comercio de Norteamérica. Por considerar que las 5 organizaciones de ingenieros citadas anteriormente son las mas representativas al nivel nacional y global se anexan a continuación, copia de sus Códigos de Ética, en los que quedan enmarcadas la responsabilidad profesional, ética y legal de los ingenieros por lo que es conveniente analizar, reflexionar y debatir sobre el contenido de todos y cada uno de estos Códigos de Ética y considerar la conveniencia de aceptarlos y cumplirlos.

Finalmente, en la mayoría de los países con organizaciones de Ingenieros cuentan con Colegios Profesionales y también con Códigos de Ética Profesional. Su evolución histórica es muy variada pero en algunos Colegios de Profesionales de la Ingeniería de Estados Unidos de Norteamérica, cuentan con su Código de Ética desde principios del Siglo XX y éste ha sido modificado adaptándose al cambiante medio en que se desarrollan los ingenieros.

### **2.5 Análisis del Código de Ingeniería**

El ejercicio profesional de la Ingeniería en todas sus ramas, de sus profesiones afines y sus respectivas profesiones auxiliares, debe ser guiado por criterios, conceptos y elevados fines, que se apeguen a enaltecerlo; por lo tanto deberá estar ajustado a las disposiciones de las siguientes normas que constituyen su Código de Ética Profesional.

El presente Código de Ética Profesional será el marco del comportamiento profesional del ingeniero en general, de sus profesionales afines y de sus profesionales auxiliares y su violación será sancionada dependiendo del colegio de ingenieros de cada especialidad.

#### **2.5.1 Protesta como ingeniero**

Ante mis maestros, representados en este acto por los miembros del jurado que me examinó y aprobó, y ante los presentes, protesto que ejerceré la profesión de ingeniero con lo mejor de mis capacidades, conocimientos, entusiasmo y dedicación.

Que en tal ejercicio seguiré elevadas normas morales y técnicas como medio para servir a la sociedad y a quienes usen de mis servicios.

Que me esforzaré por mantener actualizados mis conocimientos profesionales y que cultivare una relación permanente con la Facultad de Ingeniería, mi alma mater, para contribuir a que esta siga brindando a otros jóvenes la generosa educación que a mi me dió.

## **2.5.2 Código Internacional de Ingeniería**

### **a. De los deberes y obligaciones de los profesionales de la ingeniería.**

- Cumplir con los requerimientos, citaciones y demás diligencias que formule u ordene el Consejo Profesional Nacional de Ingeniería respectivo o cualquiera de sus Consejos Seccionales o Regionales;
- Custodiar y cuidar los bienes, valores, documentación e información que por razón del ejercicio de su profesión, se le hayan encomendado o a los cuales tenga acceso; impidiendo o evitando su sustracción, destrucción, ocultamiento o utilización indebidos, de conformidad con los fines a que hayan sido destinados.
- Permitir el acceso inmediato a los representantes del Consejo Profesional Nacional de Ingeniería respectivo y autoridades de policía, a los lugares donde deban adelantar sus investigaciones y el examen de los libros, documentos y diligencias correspondientes, así como prestarles la necesaria colaboración para el cumplido desempeño de sus funciones.
- Denunciar los delitos, contravenciones y faltas contra este Código de Etica, de que tuviere conocimiento con ocasión del ejercicio de su profesión, aportando toda la información y pruebas que tuviere en su poder

### **b. Prohibiciones generales a los profesionales de la ingeniería.**

- Nombrar, elegir, dar posesión o tener a su servicio, para el desempeño de un cargo privado o público que requiera ser desempeñado por profesionales de la ingeniería o alguna de sus profesiones afines o auxiliares, en forma permanente o transitoria, a personas que ejerzan ilegalmente la profesión.
- Permitir, tolerar o facilitar el ejercicio ilegal de las profesiones reguladas por la ley.
- Solicitar o aceptar comisiones en dinero o en especie por concepto de adquisición de bienes y servicios para su cliente, sociedad, institución, etc., para el que preste sus servicios profesionales, salvo autorización legal o contractual.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

- Ejecutar actos de violencia, malos tratos, injurias o calumnias contra superiores, subalternos, compañeros de trabajo, socios, clientes o funcionarios del Consejo Profesional Nacional de Ingeniería respectivo o alguno de sus Consejos Regionales o Seccionales.
- El reiterado e injustificado incumplimiento de las obligaciones civiles, comerciales o laborales, que haya contraído con ocasión del ejercicio de su profesión o de actividades relacionadas con este.
- Causar, intencional o culposamente, daño o pérdida de bienes, elementos, equipos, herramientas o documentos que hayan llegado a su poder por razón del ejercicio de su profesión.
- Incumplir las decisiones disciplinarias que imponga el Consejo Profesional Nacional de Ingeniería respectivo u obstaculizar su ejecución.
- Solicitar o recibir directamente o por interpuesta persona, gratificaciones, dádivas o recompensas en razón del ejercicio de su profesión, salvo autorización contractual o legal.
- Participar en licitaciones, concursar o suscribir contratos estatales cuyo objeto esté relacionado con el ejercicio de la ingeniería, estando incurso en alguna de las inhabilidades e incompatibilidades que establece la Constitución y la ley.

### **c. Deberes especiales de los profesionales de la ingeniería para con la sociedad.**

- Estudiar cuidadosamente el ambiente que será afectado en cada propuesta de tarea, evaluando los impactos ambientales en los ecosistemas involucrados, urbanizados o naturales, incluido el entorno socioeconómico, seleccionando la mejor alternativa para contribuir a un desarrollo ambientalmente sano y sostenible, con el objeto de lograr la mejor calidad de vida para la población.
- Rechazar toda clase de recomendaciones en trabajos que impliquen daños evitables para el entorno humano y la naturaleza, tanto en espacios abiertos, como en el

interior de edificios, evaluando su impacto ambiental, tanto en corto como en largo plazo.

- Ejercer la profesión sin supeditar sus conceptos o sus criterios profesionales a actividades partidistas.
- Ofrecer desinteresadamente sus servicios profesionales en caso de calamidad pública.
- Proteger la vida y salud de los miembros de la comunidad, evitando riesgos innecesarios en la ejecución de los trabajos.
- Abstenerse de emitir conceptos profesionales, sin tener la convicción absoluta de estar debidamente informados al respecto.
- Velar por la protección de la integridad del patrimonio nacional.

### **d. Prohibiciones especiales a los profesionales de la ingeniería respecto de la sociedad.**

- Ofrecer o aceptar trabajos en contra de las disposiciones legales vigentes, o aceptar tareas que excedan la incumbencia que le otorga su título y su propia preparación.
- Imponer su firma, a título gratuito u oneroso, en planos, especificaciones, dictámenes, memorias, informes, solicitudes de licencias urbanísticas, solicitudes de licencias de construcción y toda otra documentación relacionada con el ejercicio profesional, que no hayan sido estudiados, controlados o ejecutados personalmente.
- Expedir, permitir o contribuir para que se expidan títulos, diplomas, matrículas, tarjetas de matrícula profesional; certificados de inscripción profesional o tarjetas de certificado de inscripción profesional y/o certificados de vigencia de matrícula profesional, a personas que no reúnan los requisitos legales o reglamentarios para ejercer estas profesiones o no se encuentren debidamente inscritos o matriculados.
- Hacer figurar su nombre en anuncios, membretes, sellos, propagandas y demás medios análogos junto con el de personas que ejerzan ilegalmente la profesión.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

- Iniciar o permitir el inicio de obras de construcción sin haber obtenido de la autoridad competente la respectiva licencia o autorización.

### **e. Deberes de los profesionales de la ingeniería para con la dignidad de sus profesiones.**

- Respetar y hacer respetar todas las disposiciones legales y reglamentaras que incidan en actos de estas profesiones, así como denunciar todas sus transgresiones.
- Velar por el buen prestigio de estas profesiones.
- Sus medios de propaganda deberán ajustarse a las reglas de la prudencia y al decoro profesional, sin hacer uso de medios de publicidad con avisos exagerados que den lugar a equívocos sobre su especialidad o idoneidad profesional.

### **f. Prohibiciones a los profesionales de la ingeniería respecto de la dignidad de sus profesiones.**

- Recibir o conceder comisiones, participaciones u otros beneficios ilegales o injustificados con el objeto de gestionar, obtener o acordar designaciones de índole profesional o la encomienda de trabajo profesional.

### **g. Deberes de los profesionales de la ingeniería para con sus colegas y demás profesionales.**

- Abstenerse de emitir públicamente juicios adversos sobre la actuación de algún colega, señalando errores profesionales en que presuntamente haya incurrido, a no ser de que ello sea indispensable por razones ineludibles de interés general o, que se le haya dado anteriormente la posibilidad de reconocer y rectificar aquellas actuaciones y errores, haciendo dicho profesional caso omiso de ello.
- Obrar con la mayor prudencia y diligencia cuando se emitan conceptos sobre las actuaciones de los demás profesionales.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

- Fijar para los colegas que actúen como colaboradores o empleados suyos, salarios, honorarios, retribuciones o compensaciones justas y adecuadas, acordes con la dignidad de las profesiones y la importancia de los servicios que prestan.
- Respetar y reconocer la propiedad intelectual de los demás profesionales sobre sus diseños y proyectos.

### **h. Prohibiciones a los profesionales de la ingeniería respecto de sus colegas y demás profesionales.**

- Utilizar sin autorización de sus legítimos autores y para su aplicación en trabajos profesionales propios, los estudios, cálculos, planos, diseños y software y demás documentación perteneciente a aquellos, salvo que la tarea profesional lo requiera, caso en el cual se deberá dar aviso al autor de tal utilización.
- Difamar, denigrar o criticar injustamente a sus colegas, o contribuir en forma directa o indirecta a perjudicar su reputación o la de sus proyectos o negocios con motivo de su actuación profesional.
- Usar métodos de competencia desleal con los colegas.
- Designar o influir para que sean designados en cargos técnicos que deban ser desempeñados por los profesionales de que trata el presente Código, a personas carentes de los títulos y calidades que se exigen legalmente.
- Proponer servicios con reducción de precios, luego de haber conocido las propuestas de otros profesionales.
- Revisar trabajos de otro profesional sin conocimiento y aceptación previa del mismo, a menos que este se haya separado completamente de tal trabajo.



### **i. Deberes de los profesionales de la ingeniería para con sus clientes y el público en general.**

- Mantener el secreto y reserva, respecto de toda circunstancia relacionada con el cliente y con los trabajos que para él se realizan, salvo obligación legal de revelarla o requerimiento del Consejo Profesional respectivo.
- Manejar con honestidad y pulcritud los fondos que el cliente le confiare con destino a desembolsos exigidos por los trabajos a su cargo y rendir cuentas claras, precisas y frecuentes. Todo ello independientemente y sin perjuicio de lo establecido en las leyes vigentes.
- Dedicar toda su aptitud y atender con la mayor diligencia y probidad, los asuntos encargados por su cliente.
- Los profesionales que dirijan el cumplimiento de contratos entre sus clientes y terceras personas, son ante todo asesores y guardianes de los intereses de sus clientes y en ningún caso, les es lícito actuar en perjuicio de aquellos terceros.

### **j. Prohibiciones a los profesionales de la ingeniería respecto de sus clientes y el público en general.**

- Ofrecer la prestación de servicios cuyo objeto, por cualquier razón de orden técnico, jurídico, reglamentario, económico o social, sea de dudoso o imposible cumplimiento, o los que por circunstancias de idoneidad personal, no pudiere satisfacer.
- Aceptar para su beneficio o el de terceros, comisiones, descuentos, bonificaciones u otras análogas ofrecidas por proveedores de equipos, insumos, materiales, artefactos o estructuras, por contratistas y/o por otras personas directamente interesadas en la ejecución de los trabajos que proyecten o dirijan, salvo autorización legal o contractual.

### **k. Deberes de los profesionales de la ingeniería que se desempeñen en calidad de servidores públicos o privados.**

- Actuar de manera imparcial, cuando por las funciones de su cargo público o privado, sean responsables de fijar, preparar o evaluar pliegos de condiciones de licitaciones o concursos.

### **l. Prohibiciones a los profesionales de la ingeniería que se desempeñen en calidad de servidores públicos o privados.**

- Participar en el proceso de evaluación de tareas profesionales de colegas, con quienes se tuviese vinculación de parentesco, hasta el grado fijado por las normas de contratación pública, o vinculación societaria de hecho o de derecho. La violación de esta norma se imputará también al profesional que acepte tal evaluación.

### **m. Deberes de los profesionales de la ingeniería en los concursos o licitaciones.**

- Los profesionales que se dispongan a participar en un concurso o licitación por invitación pública o privada y consideren que las bases pudieren transgredir las normas de la ética profesional, deberán denunciar ante el Consejo Profesional respectivo la existencia de dicha trasgresión.

### **n. De las prohibiciones a los profesionales de la ingeniería en los concursos o licitaciones.**

Son prohibiciones de los profesionales en los concursos o licitaciones:

- Los profesionales que hayan actuado como asesores de la parte contratante en un concurso o licitación deberán abstenerse de intervenir directa o indirectamente en las tareas profesionales requeridas para el desarrollo del trabajo que dio lugar al mismo, salvo que su intervención estuviese establecida en las bases del concurso o licitación.

### **o. De las inhabilidades e incompatibilidades de los profesionales de la ingeniería en el ejercicio de la profesión.**

- Los profesionales que actúen simultáneamente como representantes técnicos o asesores de más de una empresa que desarrolle idénticas actividades y en un mismo tema, sin expreso consentimiento y autorización de las mismas para tal actuación.
- Los profesionales que en ejercicio de sus actividades públicas o privadas hubiesen intervenido en determinado asunto, no podrán luego actuar o asesorar directa o indirectamente a la parte contraria en la misma cuestión.
- Los profesionales no deben intervenir como peritos o actuar en cuestiones que comprendan las inhabilidades e incompatibilidades generales de ley.

## **2.6 Análisis del Código Médico**

El código de ética médica que ha ejercido una influencia más amplia sobre las facultades universitarias y escuelas de medicina del mundo occidental es el atribuido a Hipócrates y conocido generalmente como Juramento Hipocrático.

La fecha del juramento hipocrático no se conoce, las opiniones varían a que data entre el siglo VI a V a.C al I d.C. El primer manuscrito conocido en forma no modificada es el Codex Maxianus Venetus (siglo XI) que se conserva en la Biblioteca de San Marcos en Venecia. En la época medieval se introdujeron en él algunas modificaciones, a fin de convertirlo en aceptable por la iglesia cristiana y otras religiones.

La principal revisión moderna fue la llevada a cabo en 1984, en Ginebra, por la Asamblea General de la World Medical Association, cuya resultante es la conocida como declaración de Ginebra.

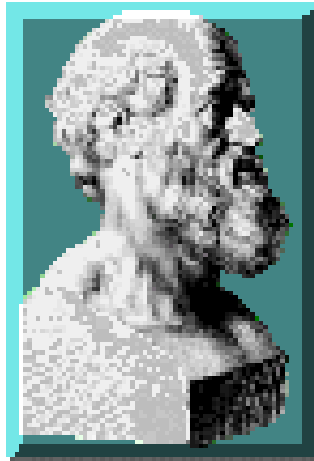


Fig. 2.1 Hipócrates

### **2.6.1 Juramento Hipocrático**

En el momento de ser admitido como miembro de la profesión médica, prometo solemnemente consagrar mi vida al servicio de la humanidad; mostraré a mis maestros el respeto y la gratitud que le son debidos; practicaré mi profesión con conciencia y dignidad; la salud de los pacientes será mi primer objetivo; respetaré los secretos que se me confíen aun después de morir el paciente; mantendré por todos los medios a mi alcance el honor y las nobles tradiciones de la profesión médica; mis colegas serán mis hermanos; no permitiré que consideraciones de religión, nacionalidad, raza, partido político o nivel social se interpongan entre mi deber y mis pacientes; mantendré el máximo respeto por la vida humana desde el momento de la concepción; incluso bajo amenaza, no usaré mis conocimientos médicos en contra de las leyes de humanidad. Hago estas promesas de modo solemne, libremente y por mi honor.

### 2.6.2 Código Internacional de Ética Médica

#### a. Deberes de los médicos en general.

El médico debe mantener siempre las más altas normas de conducta profesional. No debe permitir dejarse influir por meros motivos de beneficio personal.

Se condenan como no éticas las siguientes prácticas:

- Cualquier autopropaganda, excepto la expresamente autorizada por el código nacional de ética médica.
- Tomar parte en cualquier plan de cuidados médicos en el que el médico no tenga independencia profesional completa.
- Recibir dinero en relación con servicios prestados a un paciente, al margen de los honorarios profesionales adecuados, o pagar cualquier cantidad en las mismas circunstancias sin el conocimiento del paciente.

En ninguna circunstancia se permite al médico hacer cosa alguna que pudiese debilitar la resistencia física o mental de un ser humano, excepto por razones estrictamente profesionales y en interés de su paciente. Se aconseja a los médicos que procedan con la mayor precaución al publicar algún nuevo descubrimiento.

Lo mismo se aplica a los métodos de tratamiento cuyo valor no esté reconocido por la profesión. Cuando el médico es requerido para que preste declaración o certifique, sólo debe manifestar lo que pueda verificar.

#### b. Deberes de los médicos para con el enfermo

El médico siempre debe tener en mente la importancia que posee preservar la vida humana desde la concepción. El aborto terapéutico sólo debe realizarse si lo permiten la conciencia

del médico y las leyes nacionales. El médico debe a su paciente lealtad completa y todos los recursos de su ciencia. Siempre que un examen o un tratamiento se escapen a su capacidad, debe solicitar la ayuda de un colega con los conocimientos necesarios.

El médico también debe a su paciente secreto absoluto sobre todo lo que se le ha confiado y sobre lo que conoce debido a la confianza que ha depositado en él. El médico está obligado a proporcionar el tratamiento necesario en caso de urgencia, a menos que se asegure que será proporcionado por otros.

### **c. Deberes de los médicos entre sí.**

El médico debe comportarse con sus colegas como quisiera que ellos se comportasen con él. Evitará quitarle los enfermos a los colegas y debe observar los principios de “la Declaración de Ginebra”, aprobada por la World Medical Association.

### **2.6.3 Divagaciones en el ámbito de la moralidad y bioética médica**

Es fácil comprender que el hombre percibe su entorno social de manera distinta a como lo hicieron sus ancestros, pero en su mundo interior, donde habita el humanismo como expresión de su naturaleza reflexiva que le permiten distinguir los conceptos del bien y del mal, no cambia, pues la racionalidad inherente a su condición de ser social pensante es inseparable de la moralidad que le exige no causar daño a otros; por eso, no matar, no causar dolor, no privar de la libertad a un semejante, no engañar, no romper promesas hechas, no infringir la ley, no cumplir con “el deber” y otras prohibiciones, permanecen inmutables.

A estas reglas morales, de carácter general, se suman otras que rigen la moralidad en ámbitos culturales restringidos o en el seno de una subcultura particular; son éstas las que

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

matizan la moralidad que orienta los actos de quienes ejercen una profesión, desempeñan una ocupación o son miembros de un grupo formal. Así, la moralidad, la racionalidad y los valores éticos de la cultura legada por las generaciones anteriores, son el fundamento en el que se sustenta la convivencia y la interacción social de los hombres.

Es razonable pensar que si la formación moral de un adulto se inicia en su familia para proseguir ésta en su educación formal y en el seno de la sociedad, al llegar a su adultez tiene la capacidad de distinguir entre el bien y el mal: sea por la bondad o la malicia que impulsan los actos de una persona o por las consecuencias que su comportamiento ocasiona en otros. Son los fundamentos morales y los valores éticos aprendidos a lo largo de su vida, los que le permiten discernir la orientación lícita, que debe dar a su conducta social para guiar sus actos con sentido ético.

Estos argumentos hacen suponer que aquellos que por vocación se inclinan a estudiar la carrera de medicina, por la elección que hacen de ella dejan constancia unívoca de su bondad y respeto por la vida. Con este soporte moral y el del sistema social de valores éticos (el bien, el honor, la bondad, fidelidad al bien y otros). La racionalización que haga del valor de trascender en otra persona tomando decisiones en favor de su salud y bienestar, presagian que como profesionista la generalidad de sus decisiones éticas no precisarán de cuestionamientos filosóficos: las tomará apegado a los valores en defensa de la vida, la salud, el dolor y la eterna lucha contra las enfermedades y sus causas.

Generalmente se piensa que “El carácter ético y decisivo de la práctica médica se basa en el hecho de que, en gran medida, las situaciones médicas o clínicas son situaciones límite, donde justamente afloran grandes cuestiones éticas”; por eso considera que “la ética médica emana de la propia práctica médica y de las exigencias inherentes a esta práctica”; pero el médico tendrá que enriquecer sus fundamentos éticos racionalizando sus experiencias para juzgar las consecuencias de sus actos y de sus decisiones frente a sus enfermos.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

Desde un punto de vista histórico, por casi 25 siglos la medicina occidental fue ejercida como profesión, sin más límites que los deberes deontológicos del juramento legado por Hipócrates, (y otros que consignan varios de los libros del Corpus Hipocrático).

Sin embargo, el desarrollo expansivo de las ciencias y la tecnología médica después de la Segunda Guerra Mundial, plantearon dilemas inéditos en la historia de la medicina que iban más allá de los deberes consignados en el juramento de Hipócrates: precisaban de reflexión y de juicios de valor en el terreno de la ética, como lo requerían la experimentación con seres humanos y poco después el control de la natalidad y el aborto procurado. No porque estos problemas fuesen ajenos a los médicos de épocas pretéritas, sino porque eran percibidos de manera distinta: probablemente por el estigma de la guerra más sangrienta en la historia de la humanidad que hizo a los hombres, en general, y a los médicos, en particular, más sensibles a dilemas de la vida y el sufrimiento humano. Fue así que el Código de Nuremberg quedó como evidencia de la preocupación por normar la experimentación en humanos.

En un intento de ayudar a la racionalización de los dilemas éticos que surgían en la conciencia médica, Beouchamp y Childress publicaron en 1979 la primera edición de su libro: Principios de Bioética Médica. Era, en cierta forma, la respuesta a la preocupación generada por los cambios que venían sucediendo en el ejercicio de la medicina: ante la aparición de médicos especialistas, los cambios habidos en la relación médico-paciente, y en el ejercicio de la medicina institucionalizada y altamente tecnificada, en detrimento de la calidez ejercida por el “médico de la familia”.

En tal coyuntura, estos autores propusieron cuatro principios en qué basar el análisis de los conflictos bioéticos que emergen del ejercicio de la medicina: Autonomía, beneficencia, justicia y no maleficencia.



## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

Estos principios resaltan el derecho de los pacientes a ser tratados con dignidad y respeto (Autonomía) dejando que ellos, o sus representantes legales, sean quienes tomen sus propias decisiones. La no maleficencia, procurando no dañar a los enfermos; tratando a los pacientes con justicia, igualdad y equidad, viendo por su beneficencia, curándolos de su enfermedad, aliviándolos de sus sufrimientos, y de no ser posible, consolándolos, como lo menciona una vieja conseja.

Hay quien piensa que estos cuatro principios “son espejo del quehacer médico y corazón de los retos de la profesión”, pero en los últimos veinte años han aparecido nuevos dilemas éticos: suscitados por la donación y trasplantes de órganos, la reproducción in vitro, el hecho de prolongar la vida de enfermos con muerte cerebral, el rescate con vida a niños que nacen menos de 28 semanas de gestación, la posibilidad de manipulación genética, el uso que se les pueda dar a las células “madre”, la factibilidad técnica de clonar seres humanos, la eutanasia activa, los problemas médicos y sociales del SIDA y otros más que son de dominio público.

Para enfrentar estos dilemas ha sido necesario enriquecer los principios de la bioética, adicionándoles, a su vez, principios secundarios, reglas y hasta nuevos enfoques para estimular la reflexión antes de tomar decisiones que implican conductas médicas.

Por lo que se propone cuatro principios normativos: Autonomía, dignidad, igualdad e información, con ellos pretende dar respuesta a las siguientes preguntas: “¿quién debe decidir? (el enfermo, el médico, los familiares, el investigador); ¿qué daño y qué beneficio se puede (o debe) causar al paciente?; ¿cómo debe tratarse a un enfermo, en relación a los demás?; y ¿qué se debe decir y a quién?”

Se expone, a su vez, como principios secundarios los de: el paternalismo justificado, el utilitarismo restringido, y el trato diferenciado. Es a partir de estos tres niveles: de principios normativos, principios secundarios y las reglas aplicables a cada caso, que los

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

Comités de Ética de las instituciones de salud deberán dirigir su reflexión para discernir acerca de los problemas, bajo cinco condiciones:

1. Hacia la pluralidad.
2. Ser objetivas en cuanto a la satisfacción de necesidades básicas.
3. Asumiendo que su valor es de primera intención.
4. Distinguiendo entre principios primarios y secundarios, dando relevancia a los primeros.
5. La necesidad de transitar de los principios a las reglas para la resolución de los problemas.

El papel que juegan los Comités Asistenciales de Ética los hace imprescindibles en el ámbito hospitalario. Su principal objetivo es preservar y fomentar los derechos de los pacientes, particularmente su autonomía; pero, además, son una instancia a la que los médicos pueden recurrir para enfrentar los nuevos dilemas que emergen de la medicina altamente tecnificada.

Lejos estamos de poder discernir sabiamente, con sentido ético, ante los conflictos inéditos de la medicina que nos reserva el siglo XXI, para pensar que cumplir con el juramento de Hipócrates es suficiente para prosperar en la vida y profesión, y ser honrados en tiempos venideros, como vaticinaba este ilustre protomédico a quienes se comprometían a respetar sus cláusulas, pero intentarlo es nuestra diaria tarea.

## **2.7 El Ingeniero Biomédico ante la calidad de vida**

### **2.7.1 Calidad de vida**

La calidad de vida es el bienestar, felicidad, satisfacción de la persona que le permite una capacidad de actuación o de funcionar en un momento dado de la vida. Es un concepto subjetivo, propio de cada individuo, que está muy influido por el entorno en el que vive como la sociedad, la cultura, las escalas de valores, etc.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la calidad de vida es: “la percepción que un individuo tiene de su lugar en la existencia, en el contexto de la cultura y del sistema de valores en los que vive y en relación con sus objetivos, sus expectativas, sus normas, sus inquietudes. Se trata de un concepto muy amplio que está influido de modo complejo por la salud física del sujeto, su estado psicológico, su nivel de independencia, sus relaciones sociales, así como su relación con los elementos esenciales de su entorno”.

El concepto de calidad de vida en términos subjetivos, surge cuando las necesidades primarias básicas han quedado satisfechas con un mínimo de recursos. El nivel de vida son aquellas condiciones de vida que tienen una fácil traducción cuantitativa o incluso monetaria como la renta per cápita, el nivel educativo, las condiciones de vivienda, es decir, aspectos considerados como categorías separadas y sin traducción individual de las condiciones de vida que reflejan como la salud, consumo de alimentos, seguridad social, ropa, tiempo libre, derechos humanos. Parece como si el concepto de calidad de vida apareciera cuando está establecido un bienestar social como ocurre en los países desarrollados.

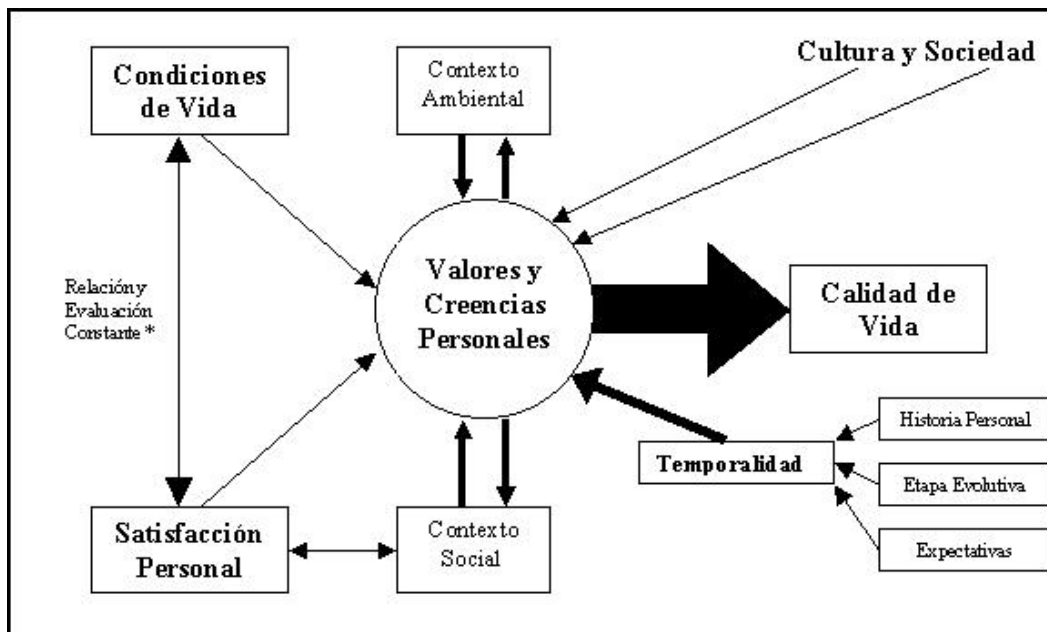


Fig. 2.2 Calidad de Vida desde la Subjetividad

### 2.7.2 Dimensiones de la calidad de vida

La calidad de vida tiene su máxima expresión en la calidad de vida relacionada con la salud. Las tres dimensiones que global e integralmente comprenden la calidad de vida son:

#### a. Dimensión física

Es la percepción del estado físico o la salud, entendida como ausencia de enfermedad, los síntomas producidos por la enfermedad, y los efectos adversos del tratamiento. No hay duda que estar sano es un elemento esencial para tener una vida con calidad.

#### b. Dimensión psicológica

Es la percepción del individuo de su estado cognitivo y afectivo como el miedo, la ansiedad, la incomunicación, la pérdida de autoestima, la incertidumbre del futuro.

También incluye las creencias personales, espirituales y religiosas como el significado de la vida y la actitud ante el sufrimiento.

### **c. Dimensión social**

Es la percepción del individuo de las relaciones interpersonales y los roles sociales de la vida como la necesidad de apoyo familiar y social, la relación médico-paciente, el desempeño laboral.

Casi podría hacer un paralelismo entre el concepto clásico de la felicidad, como se dice coloquialmente: “Tres cosas hay en la vida: salud (dimensión física), dinero (dimensión social) y amor (dimensión psicológica)”.

## **2.7.3 Características de la calidad de vida**

### **a. Concepto subjetivo**

Cada ser humano tiene su concepto propio sobre la vida y sobre la calidad de vida, la felicidad.

### **b. Concepto universal**

Las dimensiones de la calidad de vida son valores comunes en las diversas culturas.

### **c. Concepto holístico**

La calidad de vida incluye todos los aspectos de la vida, repartidos en las tres dimensiones de la calidad de vida, según explica el modelo biopsicosocial. El ser humano es un todo.

### d. Concepto dinámico

Dentro de cada persona, la calidad de vida cambia en periodos cortos de tiempo: unas veces somos más felices y otras menos.

### e. Interdependencia

Los aspectos o dimensiones de la vida están interrelacionados, de tal manera que cuando una persona se encuentra mal físicamente o está enferma, le repercute en los aspectos afectivos o psicológicos y sociales.

La medicina, la tecnología, los recursos económicos, políticos y sociales del mundo occidental ha conseguido aumentar la esperanza de vida dando años a la vida. El objetivo de la Ingeniería Biomédica a partir de las últimas décadas del siglo XX es dar vida a todos y cada uno de los años, es decir, aumentar la calidad de vida

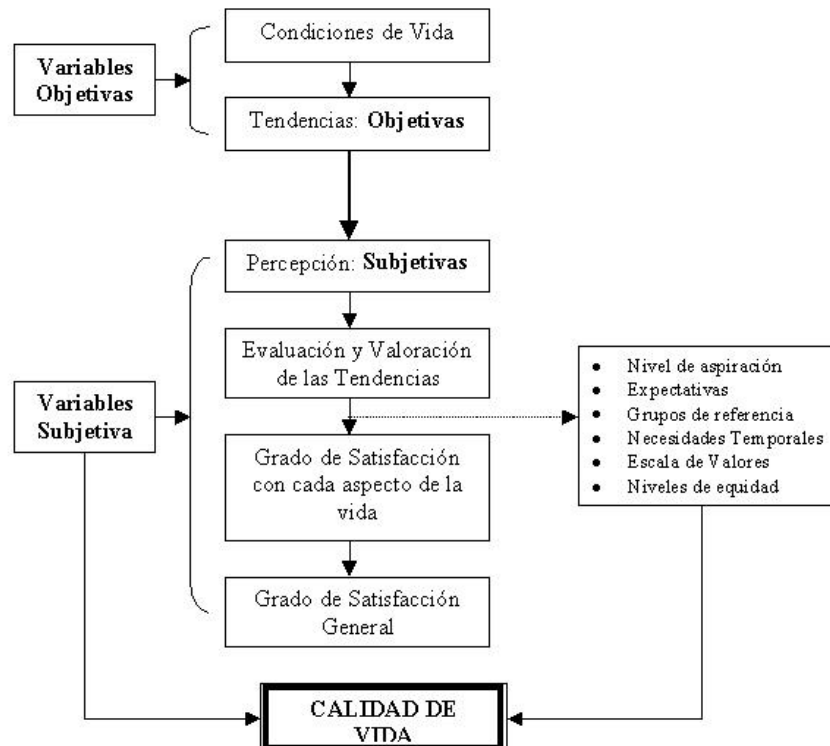


Fig. 2.3 Esquema sobre la calidad de Vida

### **2.8 La Ingeniería y la Moral**

Es imperativo dejar claros los conceptos que utilizaré, y es importante porque a pesar de que los usamos diariamente, generalmente tenemos una penumbra en la definición precisa de éstos.

Los valores, forman parte de los objetos, acciones y actitudes que el ser humano persigue por considerarlos valiosos. Dentro de este rubro se encuentran: la salud, la riqueza, el poder, el amor, la virtud, la belleza, la inteligencia, la cultura, etc. En fin, todo aquello que en un momento, deseamos o apreciamos. La clasificación de los valores en una escala preferencial, está a cargo de la disciplina denominada: “Axiología, o Teoría de los Valores”. La Axiología es una rama de la Ética, la cual a su vez, depende de la Filosofía.

Por otra parte, los principios son aquellos valores que recibimos en la primera infancia. Inculcados por nuestros padres, maestros, religiosos y por la sociedad. Estos valores no los cuestionamos, pues forman parte de la esencia misma del criterio, y de la conciencia individual.

La moral y la ética, son disciplinas normativas que definen el bien y el mal, y que nos encaminan hacia el primero. Sin embargo son diferentes en lo siguiente: La Ética se finca en la razón, y depende de la filosofía. La Moral se apoya en las costumbres, y la conforman un conjunto de elementos normativos, que la sociedad acepta como válidos.

Para apreciar más claramente los anteriores conceptos, coloquemos una línea y pongamos en el primer renglón, del lado izquierdo a la Ética y los valores y del lado derecho, a la moral y los principios.

## Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica

---

	<b>Ética y los valores</b>	<b>Moral y los principios</b>
<b>Autoridad</b>	Yo	La sociedad
<b>Normatividad</b>	Ética	Moral
<b>Axiología</b>	Valores	Principios
<b>Respuesta</b>	Racional	Dogmática
<b>Actitud</b>	Tolerante	Intransigente
<b>Juicio de valores</b>	Relativista	Inmutable

A primera vista parecerá que en ambas columnas se dan aspectos similares, pues tanto la Ética como la Moral, son disciplinas normativas que buscan el bien personal y colectivo. Y los principios y los valores son los objetivos de las mismas. Sin embargo hay un factor que distingue a los elementos de un lado de la línea, con los del lado opuesto. Y ese factor es el concepto de “Autoridad”.

Repasando mentalmente la identidad de la Moral, caemos en cuenta que está definida por una abigarrada mezcla de elementos normativos. Entre ellos destacan: La religión, las costumbres, la ley, los ritos sociales, las buenas maneras, etc. ¿Y quien es la autoridad que dicta las anteriores normas?

Referente a la religión se supone que es Dios. A través de la jerarquía eclesiástica, o de las escrituras, o de la tradición. Con respecto a las costumbres, es la sociedad. Las leyes, ritos y buenas costumbres son definidas también por la sociedad.

En este documento, el concepto “sociedad” se refiere únicamente a los sectores dirigentes de la misma. Pues las mayorías tienen escasa influencia, en la definición de los rumbos y



## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

los criterios normativos. Por otra parte, la Ética tiene como única autoridad, el juicio racional de cada uno de nosotros.

En el segundo renglón: debajo del concepto Ética, aparecen los valores. Y abajo de la Moral, se encuentran los principios.

De la Ética se desprenden un grupo de Valores, que son apreciaciones racionales de la bondad de las cosas. Estos elementos no son inmutables, pues generalmente los modificamos en función de la interpretación de la realidad que tenemos en cada etapa de la vida.

Como los valores no reconocen más autoridad que la razón, y su definición depende de nosotros mismos. Estamos dispuestos a modificarlos o alterar su escala de importancia, según la visión que tengamos en ese momento

Y es por ello, que cuando dialogamos sobre estos tópicos somos tolerantes y nos sentimos en plena disposición de alterar nuestro criterio. Si se nos convence de la validez de los argumentos contrarios.

Es importante aclarar que en algunos casos, existen conflictos entre los valores y los principios, y desde luego entre la ética y la moral.

Del lado derecho de la línea, se ubican los principios. Los cuales dependen de la moral. Formando parte de los principios, se encuentran los elementos de juicio que son aceptables para la sociedad. Estos elementos son generalmente inmutables, pues no depende de nosotros, la modificación de los mismos.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

Por ejemplo: Los mandamientos de la religión, los dogmas, las leyes, las reglas de etiqueta, y buenas costumbres. Si mañana se pretendiera modificar alguna de estas reglas, topáramos con toda la sociedad en nuestra contra. Un aspecto adicional que deseo tocar, es el de la Ley ya que ésta lleva un elemento adicional que la coloca formalmente, en el ámbito de normatividad positiva.

Volviendo al tema de la moral, apreciamos que el elemento mas importante que la rige es la religión (Religión=Unión). Que es la normatividad que define la unión del hombre con Dios, y genera una serie de reglas de orden moral, que son establecidas por la tradición, la inspiración y la interpretación de la jerarquía eclesiástica.

Antes de terminar con este tópico, quiero dejar sentado que existe una diferencia profunda en la definición del bien y el mal, desde el punto de vista de la ética, y de la moral. Como la moral es estática, su definición axiológica es inalterable. Y los planteamientos que se hacen en base a ella, tienden a tener proyección de eternidad. Y se les considera absolutistas o fundamentalistas.

La ética al contrario, ajusta su visión en función de la interpretación de la realidad de cada quien. Esto la coloca en una plataforma de relativismo, que es criticada severamente por los defensores de la moral tradicional.

Además se debe tener en mente, que el ser humano modela su esquema ético en función de sus intereses. Y nunca al contrario.

Dada la importancia que tiene la religión en el aspecto de la moral, debemos dar un repaso al cristianismo, que es la religión predominante en el mundo occidental. Análisis que pretendo hacer, desde un ángulo racional y desapasionado.

### 2.8.1 La religión

En la religión judeocristiana han aparecido tres pactos o normas de carácter moral. El primer pacto se dió alrededor del año 1700 A.C. y fue formulado entre Dios y Abraham. En este pacto la autoridad es Dios, y el hombre es el sujeto, que acepta la normatividad de reconocer una sola Divinidad. A cambio de una recompensa: “La descendencia del pueblo elegido”.

El segundo trato se pacta alrededor del siglo XIII A.C. Entre Moisés por una parte, como representante de Dios, y el pueblo Judío por la otra. En este trato, el pueblo acepta respetar el decálogo a cambio de la tierra prometida.

El último pacto, se registra en el Nuevo Testamento, en el siglo I D.C. Cuando se definen una serie de principios morales, que manifiesta el Mesías, principalmente en el Sermón de la montaña. Y el pueblo de Dios acepta reconocer a Cristo como ungido, a cambio de la vida eterna. (Yo soy el camino, la verdad y la vida, y quien cree en Mí no morirá para siempre).

Es muy clara la identidad moral de estos principios, pues se les llama: “Las bienaventuranzas”, o lo que acarrea lo bueno. Estas son, en orden de importancia:

- Bienaventurados los pobres de espíritu, porque de ellos, es el reino de los cielos.
- Bienaventurados los mansos, porque heredarán la tierra.
- Bienaventurados los afligidos, porque serán consolados.
- Bienaventurados los que tienen hambre y sed de justicia, porque serán saciados.
- Bienaventurados los misericordiosos, porque ellos la recibirán.
- Bienaventurados los puros de corazón, porque verán a Dios.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

- Bienaventurados los justos, porque serán llamados hijos de Dios.
- Bienaventurados los que son perseguidos, porque de ellos será el reino futuro.
- Bienaventurados los que son insultados y acusados falsamente, en mi nombre, porque su recompensa será en los cielos.

Esta es en esencia, la influencia mas notable de la religión cristiana, sobre la moral contemporánea.

Como la moral forma parte de la esfera de lo no cuestionable, y depende de la fe y la religión, no son elementos a considerar en la reglamentación pública contemporánea. Sin embargo no podemos cerrar los ojos al hecho de que la normatividad debe ser aplicable a una sociedad y las normas deben ser compatibles con los principios y valores morales de las mayorías, siempre y cuando no afecten el derecho de las minorías.

### **2.8.2 La filosofía**

La Filosofía es la rama del saber humano dedicada a la búsqueda de la verdad, y se compone de las siguientes disciplinas:

- La Metafísica (o Ontología) dedicada al conocimiento de las cosas, del yo personal y de Dios.
- La Epistemología o teoría del razonamiento.
- La Lógica o proceso del conocimiento, mediante verdades complementarias que no son excluyeres.
- La Ética o ciencia de la definición del bien y el mal.

De esta última disciplina se desprende la Política que es la ciencia del bien común.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

A manera enunciativa, citaré que existen variadas acepciones de la Ética, según el intérprete de la misma. Las mas comunes son:

- Ética del Egoísmo ( Hedonismo, Epicureismo ) o del deleite.
- Ética Ego-altruista ( Bentham.)
- Ética Utilitarista ( John Stuart Mill )
- Ética del deber y sacrificio. ( Kant )
- Ética Evolucionista ( Spencer y Guyau )
- Ética amoral ( Nietzsche )
- Ética de la solidaridad ( León Bourgeois )
- Ética del altruismo ( Augusto Comte. )
- Ética de la compasión ( Schopenhauer )

Para éste análisis, me centraré únicamente en las éticas utilitarista y la del deber, por ser las que tienen mayor influencia en el pensamiento contemporáneo de nuestra sociedad. Por último, es importante incluir el tema de la virtud y el vicio.

La definición de virtud, es de aquella costumbre buena que se hace hábito. Desde ese punto de vista, la virtud cabe tanto en el ámbito ético, como en el de la moral.

Uno de los estudios sobre ese tema es el que desarrolla Aristóteles en su tratado de “Ética a Nicomaco”.

Coloca Aristóteles a la virtud, en el justo medio entre dos vicios. El primero por exceso y el segundo por defecto. Así la virtud de la valentía se encuentra ubicada entre los extremos de la cobardía y de la temeridad.

### **2.8.3 Los valores**

Asumir la vocación humana y profesional, implica necesariamente la conciencia y aplicación de los valores a la responsabilidad moral en la acción.

#### **2.8.3.1 Virtud**

Capacidad o potencia propia del hombre, de naturaleza moral, es una cualidad estable y adquirida que facilita el acto honesto. A los filósofos de todas las épocas les han preocupado las virtudes que son:

1. Las cardinales, naturales o morales:

- prudencia
- justicia
- fortaleza
- templanza

2. Las teologales o sobrenaturales:

- fe
- esperanza
- caridad

3. Las intelectuales:

- prudencia
- ciencia
- arte
- sabiduría
- intuición

Las virtudes elevan al hombre más allá de lo común, le dan al sujeto una auténtica personalidad digna de admiración y de respeto.

### **2.8.3.2 Los valores**

Todo objeto de preferencia o elección.

- Es la significación o importancia de una cosa o acción.
- Es todo aquello que representa un interés por el hombre.
- Es toda contribución a una vida conforme a la razón.

Las doctrinas axiológicas más importantes han concluido que: El valor es una cualidad estructural dentro de una situación o relación.

#### **a. Caracterización**

Una característica fundamental de los valores es la polaridad. Los valores se presentan desdoblados en un valor positivo y el correspondiente valor negativo. Lo bueno se opone a lo malo, la belleza se opone a la fealdad, lo justo a lo injusto, etc.

Los valores son conceptos de cualidades atribuidas a determinados actos y objetos, capaces de producir ciertos estados de ánimo y emociones, ya sean agradables o desagradables.

Valorar es aceptar una verdad o un bien e incorporarlos a la dinámica de nuestra vida. El reconocimiento de la multiplicidad de los valores y de la importancia de la elección, que de continuo tal multiplicidad exige al hombre, ha dado origen a la teoría de los valores que es por fuerza un entrar en el campo de la crítica y al Sistema de Valoración.

### b. Jerarquización

Es una característica de los valores estar ordenados jerárquicamente. No es fácil, sin embargo, señalar los criterios que se deben usar para determinar tal jerarquía, ya que los valores mantienen una relación jerárquica a priori. La jerarquía reside en la esencia misma de los valores. La superioridad de un valor sobre otro se capta por medio del “preferir” que es un acto especial de conocimiento.

Quizá no sea prudente hablar de una tabla de valores o un orden jerárquico pues sugieren una jerarquía lineal, vertical e inmutable. Los valores nos deben dar el “para que” del hombre. Pero trataré de dar un criterio para determinar un orden de valores dentro de una situación concreta mediante la siguiente:

Físicos:	El cuerpo, sus funciones y satisfacciones: placer, salud, agilidad, destreza, belleza física.
Utilitarios:	Las satisfacciones: prestigio, influencia, control, poder, riqueza.
Éticos:	Verdad, Belleza, el Bien.
Espirituales:	Elevan al hombre encima de la Naturaleza.

Tabla. 2.1. Tabla de valores



### 2.8.4 Los valores y la Ingeniería

Parece innecesario señalar la importancia del problema de los valores en nuestros días. La crisis actual es una crisis de valores. No sólo de los valores que regían anteriormente, sino de su interpretación y jerarquía. La crisis actual alcanza el ámbito de la vida y de la teoría. La axiología puede ser el sostén de la actividad creadora y servir para esclarecer los problemas éticos, estéticos, políticos, económicos, sociales, educativos y profesionales.

Los ingenieros como profesionales de una carrera con grandes responsabilidades y trascendencias, debemos formarnos y superarnos continuamente en la vida personal, profesional, ciudadana y humana, para lo cual debemos fijarnos retos, basándonos en los valores más elevados y en especial en la cultura más avanzada que nos ayuden a superarnos. En efecto, determinando nuestras necesidades y nuestros recursos, debemos darle cualidad estructural a nuestros deseos y posibilidades de acción.

Tenemos posibilidades, fijémonos retos para alcanzar con éxito nuestros deseos y llegar a lograr los mexicanos la calidad y el nivel de vida al que debemos aspirar y al que tenemos derecho, aún en este mundo cada vez más globalizado y competitivo, en el que estamos inmersos y en el que debemos formarnos, trabajar y competir para ser dignos y exitosos participantes y no olvidemos que la valoración es la atribución del valor correspondiente a actos o productos humanos.

- La ciencia responde a la pregunta ¿por qué?, y busca el valor de la verdad.
- La tecnología responde a la pregunta ¿cómo?, y busca el valor de la utilidad.
- La administración responde a la pregunta ¿con qué recursos?, y busca el valor de la eficiencia.
- Las humanidades responden a la pregunta ¿quién soy?, ¿por qué existo?, ¿qué es la muerte?, y buscan el valor de la persona.
- Los valores responden a la pregunta ¿para qué?, y buscan enseñar el saber ser.

### **2.8.4.1 La transformación cultural y los valores humanos**

Si entendemos por cultura todo lo que hace el hombre y sabemos que cada forma cultural tiene su propio conjunto de valores, aunque no sean estables sino que cambien a un ritmo que tampoco es estable; podemos afirmar que cada época histórica tuvo su tabla de valores y que difícilmente podrá fijársela en forma definitiva.

Es por ello que a lo largo de la historia han existido culturas particulares que pretendieron encarnar valores universales y tener el derecho de imponerlos a otras culturas menos fuertes. No hay razones científicas ni morales que justifiquen tal pretensión. En efecto, como la jerarquía de los valores depende de tres factores -sujeto, objeto y situación- no puede haber un bien supremo común a toda la humanidad. Para unos el arte es la expresión máxima de su personalidad, para otros la ciencia, la filosofía o la reforma social.

También se debe tomar en cuenta que el valor no es una estructura, sino una “cualidad estructural” que surge de la reacción de un sujeto frente a propiedades que se encuentran en un objeto. Por otra parte, es relación que no se da en el vacío, sino en una situación física y humana determinada.

Como las cualidades no pueden existir por sí mismas, los valores pertenecen a los objetos, y se llaman “no independientes”, es decir, que no tienen sustantividad. Esta propiedad, aparentemente sencilla, es una nota fundamental de los valores. Muchos desvaríos de ciertas teorías axiológicas objetivistas se deben al olvido de que el valor es una cualidad, un adjetivo. Tales teorías resbalaron del adjetivo al sustantivo y al sustantivar al valor cayeron en especulaciones sin sentido y en la imposibilidad de descubrir su carácter peculiar. La filosofía actual se ha curado de la tendencia tradicional de sustantivar todos los elementos constitutivos de la realidad. Hoy han adquirido importancia los verbos, los adjetivos y aún los adverbios. Detrás de muchos sustantivos tradicionales hay un adjetivo implícito. No hay que dejarse engañar por el lenguaje.

La lengua asimila las formas de pensar que prevalecen y la nueva teoría no puede quedar prisionera de la lengua: exige hábitos lingüísticos que se adapten mejor a las nuevas formas de pensar.

### **2.8.4.2 Los valores en el futuro**

Ciertamente el futuro es impredecible e incierto, el presente nos lo muestra lleno de miseria material y espiritual. Sin embargo, nada está escrito, la esperanza en un futuro emancipador obliga a repensar el presente y el pasado en la búsqueda de alternativas. Pero ¿Cuáles serán los valores en el futuro de la humanidad? ¿Hacia dónde transita nuestra existencia axiológica? Estas son preguntas que no aceptan respuestas definitivas, lo más que podemos hacer es aproximarnos a un conjunto de hechos de la vida mundial y de ellos inferir tendencias generales valorativas.

## Capítulo 3

### Ética ¿dónde se aplica?

La vocación humanística es de vital importancia, tanto en las actividades personales como en las profesionales de los ingenieros, ya que implica necesariamente la conciencia y aplicación de los valores, para actuar con la responsabilidad social que es demandada.

El hombre tiene un sentido del deber, porque la ética es la fundamentación de su vida en formación, por lo tanto ÉTICA, del vocablo griego ethos - hábito, modo de ser. Comportamiento. Así que ética es la ciencia del comportamiento humano. Es una ciencia práctica y normativa que estudia racionalmente la conducta humana. (La bondad y la maldad de los actos humanos).

Se alcanza el nivel científico cada vez que se sabe dar la causa de lo que conoce, es decir, cada vez que conoce la razón de lo estudiado, “explica las cosas por sus causas”, es práctica porque está hecha justamente para realizarse en la vida diaria, o desemboca en la vida o no sirve para nada., es normativa porque da normas para la vida, orienta la conducta práctica y encauza las decisiones libres del hombre. Es rectora de la conducta humana y finalmente la ética es evitar cometer actos que puedan dañar a otros.

Los tres sentidos de la ética son:

1. Ética como sinónimo de moral.
2. Ética como parte de la filosofía, como teoría moral, intento de entender la moral como un proceso racional.
3. Ética en lo referente a los estándares de conducta que se aplican a los miembros de un grupo, justamente por ser miembros de dicho grupo.

Esto es, la interpretación, aplicación y revisión de estándares de conducta de las personas y de grupos a través de REGLAMENTOS O CÓDIGOS DE CONDUCTA. La ética es válida para todo aquel que use su capacidad racional para reflexionar, analizar, deducir y profundizar hasta las raíces de la solución al problema moral. Los juicios de la ética tienen validez, por derecho, en el orden racional.

### **3.1 Ética contemporánea (siglo XX)**

Dentro de la Ética Contemporánea incluimos no sólo las doctrinas éticas actuales, sino también aquellas que, no obstante haber surgido en el siglo XIX, siguen influyendo en nuestros días. La Ética Contemporánea aparece en la época de incesantes progresos científicos y técnicos, de un inmenso desarrollo de las fuerzas productivas, en su fase inicial no sólo conoce un nuevo sistema social (socialismo), sino también un proceso de descolonización y paralelo a él, una revaloración de conductas, principios y herencias que no encajan en el legado occidental tradicional.

El existencialismo fue una de las filosofías de moda del siglo XX. A partir de la segunda guerra mundial, cuando la escala de valores estaba en bancarrota, la corriente existencialista fue imponiendo su modalidad, y de tal manera que llegó a convertirse en objeto de curiosidad turística y tema de novela.

Nació el existencialismo con la obra del danés Sóren Kierkegaard, el cual imprimió en su pensamiento una fuerte orientación religiosa al estilo protestante. La obra de este autor ha sido la base, a partir de la cual la Filosofía ha virado en el sentido de la existencia.

Como conclusión en la búsqueda de posibles soluciones de los problemas éticos contemporáneos, cabe señalar que es muy importante que la filosofía cumpla su función de

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

“crítica de las críticas” y cumpla en primer lugar la finalidad de interpretar los acontecimientos para hacerlos instrumentos y medios de la estimación de los valores y en segundo lugar, la de renovar el significado de los valores mismos.

Esta tarea de la filosofía estaría condicionada por la renuncia a la creencia en la realidad necesaria y en el valor absoluto. La búsqueda de los valores a asegurar y de los que participarían todos, porque se apoyaría en los cimientos de la vida social, es una pesquisa en la cual la filosofía no encontraría rivales, sino colaboradores, en los hombres de buena voluntad.

Además en la ética contemporánea falta aún una teoría general de la moral que corresponda a la teoría general del derecho o sea una teoría que considere la moral como una técnica de la conducta y se aplique a considerar las características de esta técnica y las modalidades por medio de las cuales se realizaría en grupos sociales diferentes.

### **3.2 Ingeniería Biomédica en México**

Conforme las actividades humanas se han hecho más diversas, se incrementa su complejidad y aquellos oficios que sustentaban a una comunidad, ahora se transforman en profesiones que exigen una preparación académica elevada para resolver problemas específicos.

El universo en que se desenvuelve el ser humano de esta época, es de gran tecnificación, diverso y a veces increíble, resultado de una evolución científica que da origen a gran variedad de tecnologías, que permiten la existencia de aparatos inimaginables hace poco tiempo y que ahora hacen más "sencilla" la vida del hombre. El campo de la medicina no ha sido la excepción, y para beneficio de la salud, se han aplicado todas las tecnologías creadas.

El uso de estas, ha salido del campo de conocimientos tradicional de los médicos y motiva la existencia de profesionales auxiliares que coadyuvan a la atención de la salud.

La Ingeniería Biomédica es la especialidad profesional que integra herramientas técnicas y administrativas para facilitar y mejorar la atención de la salud. La importancia de esta profesión radica en los conocimientos de mecánica, electrónica, instrumentación, medicina, administración etc. que en conjunto permite desempeñar labores de alta especialización. Además, la filosofía con que son preparados los profesionales en las universidades, garantiza un desempeño con altos principios éticos.

En nuestro país ejercen la Ingeniería Biomédica diversas personas:

1. Entre los más antiguos, se encuentran personas que no recibieron una preparación profesional en esta especialidad pero por razones diversas laboran en este sector.
2. Otros, son profesionales con estudios relacionados al medio, que encontraron espacio para su desenvolvimiento, al tener afinidad personal por estos temas.
3. El tercer grupo son personas preparadas profesionalmente en estas labores, su nivel académico varía desde el nivel técnico hasta el nivel de doctorado y despliegan sus esfuerzos en las áreas relacionadas con la atención a la salud.
4. Trabajan en empresas particulares que ofrecen mantenimiento, venta y renta de aparatos, accesorios e insumos de uso medico o en hospitales.
5. Realizan labores de administración de los recursos tecnológicos con que cuenta el hospital (mantenimiento, supervisión, adquisición, operación, etc.). En la

actualidad, participan en la planeación de la evolución hospitalaria, es de primordial interés desarrollar y poner en práctica normas de seguridad y calidad intrahospitalaria que permita una mejor atención a los demandantes de servicio médico.

6. Otro campo de acción son las actividades académicas, trabajan en la preparación de otros ingenieros, en investigación y desarrollo tecnológico.

La Ingeniería Biomédica es una disciplina que impulsa el avance del conocimiento en ingeniería, biología y medicina, ayudando a mejorar la salud humana mediante actividades interdisciplinarias que integran las ciencias de la ingeniería con las ciencias biomédicas y la práctica clínica.

La Ingeniería Biomédica tiene el objetivo de atender importantes retos en el sector salud mexicano, en el cual aún subsisten grandes necesidades e insuficiencias. En la medicina moderna, la tecnología juega un papel cada vez más importante para poder ofrecer la cantidad y la calidad de servicios que la población demanda. Sólo con profesionales preparados es posible desarrollar y mantener toda la infraestructura tecnológica necesaria para asegurar lo anterior. A continuación se exponen algunas de las áreas específicas en que, en este contexto, la ingeniería biomédica juega un papel muy relevante:

- Dependencia tecnológica: Se busca formar profesionales capaces de crear una industria biomédica nacional, que permita disminuir la dependencia tecnológica del extranjero, diseñando, construyendo y/o adecuando el equipamiento médico que requiere el país.
- Mejores servicios médicos: Los ingenieros biomédicos son claves en la gestión de la tecnología médica, optimizando los recursos que clínicas y hospitales invierten en dicho rubro. Ante la creciente demanda de servicios de salud y los limitados



recursos económicos, sólo de esta manera es posible brindar a los pacientes mayor oferta de servicios aumentando a la vez la calidad de los mismos.

- Los ingenieros biomédicos tienen también la responsabilidad de capacitar al personal médico y de enfermería en el uso correcto de las nuevas herramientas tecnológicas, asegurando que se aprovechen a su máximo potencial.
- Rehabilitación de personas con discapacidad: La ingeniería de rehabilitación (una de las ramas de la ingeniería biomédica) tiene un papel fundamental en la atención de las necesidades de la población con discapacidad. Aporta soluciones tecnológicas que les permite a las personas con discapacidad tener una mejor integración a su medio familiar y social, promoviendo a la vez su inserción en actividades productivas que les den independencia y reconocimiento. En los casos de discapacidad media y, sobre todo en los de discapacidad severa, la pura rehabilitación física normalmente no es suficiente para lograr estos objetivos, por lo que resulta indispensable tener la posibilidad de ofrecer ayudas tecnológicas que compensen la discapacidad y permitan igualar las oportunidades de este sector con el resto de la población.
- Investigación: Con todo y el espectacular avance en la atención médica que se ha tenido en las últimas década y que, entre otras cosas, ha permitido aumentar considerablemente la esperanza de vida promedio, son todavía muchos los retos y oportunidades que existen en los innumerables problemas no resueltos. Es necesario contar con ingenieros capaces de investigar y desarrollar nuevas ideas y soluciones tecnológicas para estos problemas, poniendo especial énfasis en aquellos que por diversas razones (genéticas, geográficas, etc). son particularmente importantes para nuestro país.

### **3.3 Equipos médicos**

Los equipos médicos se pueden clasificar en tres grandes grupos: equipo médico de diagnóstico clínico, equipo médico para el tratamiento de enfermedades y equipo médico hospitalario de diagnóstico, a continuación se enunciarán las características de cada uno, así como la importancia que tiene que dichos equipos se encuentren en buen estado y en correcto funcionamiento.

#### **3.3.1 Equipo médico de diagnóstico clínico**

Estos equipos se caracterizan porque se encuentran instalados en laboratorios o clínicas, sirven como medios de detección primario de algunas enfermedades o trastornos presentes en el cuerpo humano que puedan desarrollar alguna otra complicación o padecimiento, son de dimensiones relativamente pequeñas y pueden ser sistemas muy sencillos como lavadores, lectores o centrifugas hasta equipos mas complicados como de hematología e inmunología, por lo general trabajan con sueros u orinas además de utilizar algún tipo de reactivo químico como catalizador para poder realizar la reacción necesaria y hacer la cuantificación de la concentración de la sustancia que se quiera conocer, entre los exámenes más comunes que se hacen con este tipo de equipos son: Química sanguínea, examen general de orina, perfiles tiroideos u hormonales, cancerígenos, hemoglobinas glicosiladas y pruebas de elisa.

#### **3.3.2 Equipo médico hospitalario de diagnóstico**

Son equipos de mayor dimensión y pueden llegar a ocupar un cuarto exclusivamente para sus módulos y su operación. Se utilizan para realizar exámenes más especializados de diagnóstico médico, generalmente por estas dimensiones se encuentran instalados en centros médicos nacionales y hospitales privados. Son más costosos en comparación con los equipos clínicos porque el equipo viene acompañado de sistemas de cómputo mas específicos que funcionan como interfaz entre el equipo y el operador, estos sistemas de

cómputo operan como sistemas de adquisición de datos y sistemas de procesamiento de los mismos.

Entre estos equipos se encuentran: equipos de ultrasonido, rayos x, tomografía, resonancia magnética y gamacámaras de medicina nuclear. Estos sistemas utilizan tecnología mas avanzada, la mayoría para su funcionamiento utiliza diferentes principios de radiación y materiales con una actividad radioactiva importante, por lo que es indispensable que la gente que opera estos equipos, así como los que se encargan de brindarles mantenimiento estén capacitadas en la operación del equipo y en el manejo del material radioactivo que se utilice en los exámenes, además de que se encuentre certificada ante los organismos competentes como **POE** (Personal Ocupacionalmente Expuesto) porque durante el funcionamiento de estos equipos este personal es radiado continuamente y ellos deben saber las precauciones y cuidados que deben tener al operar los mismos.

Estos equipos son utilizados por los médicos en pacientes en los que se necesite tener un diagnóstico de tipo morfológico, fisiológico o anatómico, para descartar tumores, soplos o malformaciones, así como también en el caso del ultrasonido para verificar el buen desarrollo del embrión.

### **3.3.3 Equipo médico para el tratamiento de enfermedades**

Estos se utilizan con el fin de auxiliar a los pacientes en su tratamiento, generalmente se utilizan por tiempos determinados porque la interacción con el paciente suplen total o parcialmente la función mecánica del órgano afectado por algún padecimiento crónico, por algún tipo de cirugía o por algún accidente. Se encuentran generalmente en quirófanos y salas de terapia intensiva. Dentro de estos equipos se cuenta con los respiradores artificiales, equipos de hemodiálisis, aceleradores lineares entre otros. Lo ideal sería que la interacción con el paciente fuera por muy poco tiempo, ya que suplen en un 90% la función mecánica del órgano afectado y en caso del acelerador lineal es utilizado para el

tratamiento del cáncer y su mismo uso desarrolla efectos secundarios perjudiciales importantes.

### **3.3.4 Relación de los equipos médicos con la ética**

Sin importar el tipo de equipo que sea, todos están diseñados y operan bajo los mismos principios mecánicos y electrónicos, además de que cuentan con mecanismos de protección o alarmas que informan a los usuarios de algún mal funcionamiento, sin embargo esto no es suficiente, pues durante la vida operativa del equipo se presentan situaciones que afectan el funcionamiento y por ende la autenticidad del resultado del examen realizado, existen muchos factores que ocasiona estas imprecisiones entre las que podemos mencionar:

En los equipos de diagnóstico clínico al ser de primera detección son muy comerciales, por lo que incontables laboratorios del sector público o privado cuentan con este tipo de sistemas, lo que hace que muchas veces la operación de los mismos sea intermitente, se tenga mucha carga de trabajo y por esta causa las partes mecánicas pierdan lubricación, tiendan a desgastarse o se dañen, además de las partes electrónicas y eléctricas por su misma naturaleza son propensas a tener un mal funcionamiento, esto sin contar que al haber interacción con sueros u orinas el equipo se contamina.

En estos equipos se vuelve imprescindible que tengan un mantenimiento periódico, el cual incluye limpieza general y lubricación de partes mecánicas, verificación del correcto funcionamiento de sensores, interfases y tarjetas de control, así como que se encuentre descontaminado y calibrado, es importante señalar que estos equipos trabajan con cantidades del orden de microlitros [  $\mu\text{l}$  ], de ahí la importancia de su calibración, de lo contrario pueden reportar resultados erróneos en alguno de los ensayos, que repercutiría en un mal diagnóstico por parte del laboratorio al médico tratante, lo que desencadenaría que se necesitaría realizar otro tipo de estudio mas avanzado y más costoso, además que demoraría la correcta atención del paciente.

Con los equipos de diagnóstico hospitalario al estar destinados a exámenes mas especializados para detectar algún trastorno de tipo morfológico, fisiológico o anatómico, para descartar tumores, soplos o malformaciones, es importante que se tenga mucho cuidado y precisión al momento de calibrar los dispositivos de detección de energía como los fotocátodos, se necesita tener una uniformidad en la detección, pues de presentarse una disparidad en la detección o la simple presencia de ruido en las imágenes que se forman, se puede confundir una simple mancha ocasionada por un detector en mal funcionamiento o descalibrado, por una malformación o la presencia de un tumor, y se desataría un sin fin de complicaciones y en el peor de los casos podría terminar en una intervención quirúrgica innecesaria y con resultados catastróficos para el paciente y su familia.

Por último en los equipos para el tratamiento de enfermedades, se necesita revisar diariamente el funcionamiento del mismo pues la demanda de estos equipos es demasiada, debido a las continuas intervenciones quirúrgicas que se tienen en la actualidad, los desafortunados accidentes que se presentan y tienen como consecuencia pacientes en estado delicado e incluso en coma, además de la sorprendentemente demanda creciente de órganos para pacientes que necesitan para su curación de algún tipo de transplante de riñón, hígado, pulmón, corazón o de médula ósea, y estos equipos se encargan de suplir la función del órgano que ya no realiza su función naturalmente en su cuerpo.

Lo que implica que se necesita tener extremo cuidado en estos equipos, pues un mal funcionamiento de estos provocaría lamentablemente una terrible complicación e inclusive se podría tener un desenlace fatal.

Sin embargo el Ingeniero Biomédico debe de estar conciente, que es imprescindible siempre y bajo ninguna excepción al momento de interactuar con cualquiera de estos equipos antes mencionados, actuar bajo los más exigentes principios de ética, pues las

consecuencias mas importantes no es un mal funcionamiento o un mal diagnóstico, ya que con una corroboración del estudio se puede descartar y detectar esos errores.

Por el contrario el daño mas importante y al que como ingeniero se le da la menor importancia seria el trastorno psicológico que sufriría al paciente, cuando el doctor le mencione que necesita hacerse otro estudio porque los resultados están confusos o necesita corroborarlos para poder dar un buen diagnóstico final, las horas de angustia por parte del paciente, el tiempo invertido por él en suposiciones y preocupaciones, posibles desenlaces, todo ese desgaste mental jamás es tomado en cuenta, sin embargo a mi parecer es el primordial y lo que esta tesis pretende demostrar.

### **3.4 Equipos esenciales en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades**

#### **3.4.1 Equipos de Hemodiálisis**

Dentro del cuerpo, los órganos y células crean desechos durante los procesos normales del organismo. Afortunadamente, el cuerpo tiene sus propios sistemas internos para remover los desechos, entre ellos, los riñones. Cada día, los riñones limpian los fluidos de su organismo y regulan el equilibrio químico del mismo.

La vida depende de ellos, ya que impiden que los desechos crezcan hasta niveles tóxicos.

Cada año, un número creciente de personas puede vivir, trabajar y disfrutar su vida a pesar de tener riñones que no funcionan apropiadamente. ¿La razón? La diálisis. La diálisis es una manera artificial de sacar "la basura" del cuerpo, quitando los desechos y los líquidos en exceso. No es un reemplazo perfecto ni una cura para los riñones, pero para millones de

personas en el mundo, esta es una oportunidad para seguir viviendo y una razón para ser optimistas sobre su futuro.

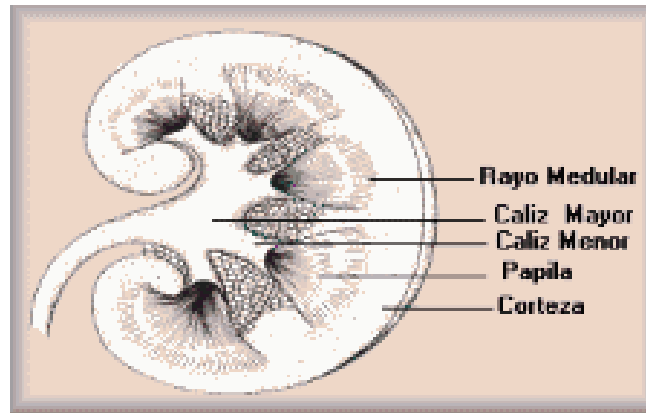


Fig. 3.1 Corte transversal del riñón mostrando sus estructuras principales

Muchas enfermedades o eventos pueden dañar los riñones y hacerlos fallar. Puede ocurrir de repente o puede tener lugar gradualmente durante meses o años. Las condiciones comunes incluyen la diabetes, la presión sanguínea alta, y una inflamación de los riñones llamada "glomerulonefritis".

Cuando los riñones no pueden funcionar a más del 10 por ciento de la capacidad normal, la persona necesita diálisis renal o un trasplante de riñón para sobrevivir.

El primer riñón artificial de aplicación práctica fue hecho por un hombre llamado Kolff, quien estaba trabajando en la parte ocupada de Holanda, durante la Segunda Guerra Mundial. Al verse enfrentado con un caso de fallo renal, hizo un drenaje en una arteria obligando a pasar la sangre del paciente a través de un largo tubo de celofán, en el cual se sometió a un proceso de filtrado similar al que proporciona el riñón sano. Luego se hacía volver a una vena.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

El tubo de celofán a través del cual se hacía circular la sangre se enrollaba en torno a un cilindro sumergido en un baño que contenía principalmente agua, pero también una serie de electrolitos en la misma concentración que se encuentran normalmente en la sangre. El celofán era permeable a las sustancias de bajo peso molecular, tales como la urea, pero no a aquellas otras de peso molecular elevado, como las proteínas.

Por ello, al pasar la sangre a lo largo del tubo, la urea y otras sustancias no deseables eran capaces de pasar a través de la pared de celofán hasta llegar a la solución acuosa.

Manipulando las concentraciones de los electrolitos presentes en el líquido de diálisis, resulta también posible retirar agua de la sangre del paciente. Esto es muy importante, en vista de que su función de mantener en el cuerpo el agua necesaria se ve alterada por la incapacidad de pasarla a la orina.

### **3.4.1.1 Bases Físicas de la Diálisis**

La diálisis es un proceso mediante el cual la composición de solutos de una solución X es modificada al ser expuesta a una segunda solución Y, a través de una membrana semipermeable. Conceptualmente, se puede imaginar una membrana semipermeable como una lámina con agujeros o poros. Las moléculas de agua y los solutos de bajo peso molecular (como los iones) de las dos soluciones pueden pasar a través de los poros y entremezclarse, pero los solutos de mayor peso molecular (como las proteínas) no pueden atravesar la membrana semipermeable, de manera que la cantidad de solutos de alto peso molecular a cada lado de la membrana permanece sin modificaciones.



### **3.4.1.2 Mecanismos para el transporte de solutos**

En la diálisis, los solutos pueden pasar a través de los poros de la membrana por dos mecanismos distintos:

#### **a. Difusión**

El movimiento de los solutos por difusión es el resultado de un movimiento molecular aleatorio. Cuando una molécula de soluto de la solución X se mueva, colisionará de vez en cuando con la membrana.

Si dicha molécula se encuentra con un poro de mayor tamaño que la misma, pasará a la solución Y. Lo mismo puede ocurrir con una molécula originaria de la solución Y. Recordemos que a cualquier temperatura por encima del cero absoluto, todas las moléculas se encuentran vibrando; si su entorno lo permite (como en una solución acuosa) las moléculas comienzan a moverse a altas velocidades.

La difusión depende de los siguientes factores:

- Diferencia de concentraciones entre las soluciones X y Y.
- Peso molecular de los solutos
- Características de la membrana
- Temperatura de las soluciones

### **b. Ultrafiltración o convección**

La ultrafiltración, también llamada transporte convectivo, se produce cuando el solvente (agua) es empujado por una fuerza hidrostática u osmótica a través de la membrana.

Los solutos que pueden pasar fácilmente a través de los poros de la membrana son eliminados junto con el agua. Este proceso se denomina "arrastré por el solvente". El agua empujada a través de la membrana suele estar acompañada de los solutos a una concentración cercana a la concentración inicial. Por otra parte, los solutos más grandes son retenidos porque no pasan por los poros.

La ultrafiltración depende principalmente de los siguientes factores:

- Presión transmembrana: el movimiento del solvente y de los solutos pequeños se produce en favor del gradiente hidrostático.
- Coeficiente de ultra-filtración (KUF): La permeabilidad al agua de la membrana varía considerablemente con el grosor de la misma. La permeabilidad de una membrana al agua se indica mediante su coeficiente de ultra-filtración

### **3.4.1.3 Tipos de diálisis**

Desde el ámbito temporal, las diálisis pueden clasificarse en agudas y crónicas. Hay que notar aquí que el término "agudo" indica un desarrollo temporal relativamente rápido (en contraposición con el término "crónico") y no la gravedad de una enfermedad o proceso.

### **a. Diálisis aguda**

Las diálisis aguda se indica comúnmente ante la presencia de síndrome urémico, hiperpotasemia, acidosis o sobrecarga de líquidos. Además, la diálisis se inicia normalmente de modo profiláctico, en pacientes con fracaso renal agudo, cuando el nivel de nitrógeno ureico plasmático alcanza el valor de 100 mg / dl o cuando el aclaramiento de creatinina desciende por debajo de los 7-10 ml /minuto / 1.73m<sup>2</sup>.

En ausencia de cualquiera de las manifestaciones típicas de la uremia y con niveles aceptables de potasio y bicarbonato plasmáticos, la diálisis aguda no debe necesariamente ser practicada cuando el nitrógeno ureico plasmático o el aclaramiento de creatinina sobrepasan dichos límites. Del mismo modo, la diálisis puede ser necesaria debido a la sobrecarga de líquidos o hiperpotasemia con un nivel ureico plasmático relativamente bajo o con aclaramiento de creatinina relativamente conservados.

Para la diálisis aguda se puede elegir entre la hemodiálisis, la diálisis peritoneal y las terapias lentas continuas.

### **b. Diálisis crónica**

En la enfermedad renal crónica, la diálisis debería iniciarse cuando el aclaramiento de creatinina caiga por debajo de cierto límite (usualmente de 10 ml / minuto / 1.73m<sup>2</sup> ). Incluso aunque el nivel ureico plasmático pueda mantenerse en niveles aceptables gracias a una restricción proteica rigurosa, la institución temprana de la diálisis de mantenimiento es preferida actualmente a un prolongado período de manipulación dietética rigurosa.

En el contexto crónico, la elección debe realizarse entre la hemodiálisis y la diálisis peritoneal.

Según los aspectos de procedimientos, las diálisis pueden clasificarse en tres grupos:

1. Hemodiálisis
2. Diálisis Peritoneal
3. Procedimientos Lentos Continuos

### **3.4.1.4 Métodos actuales de diálisis**

Hay varias maneras de realizar la diálisis. Todas ellas entran en dos categorías principales:

#### **a. Hemodiálisis**

La hemodiálisis quita los desechos y los fluidos filtrando la sangre a través de un riñón artificial, llamado "dializador". Para que esto ocurra, la sangre tiene que dejar el cuerpo, viajar hasta el dializador y luego retornar. Pero el proceso no es para asustarse, ni tan doloroso como podría parecer.

Antes de que un paciente se someta a hemodiálisis, un cirujano debe crear un acceso en sus vasos sanguíneos para que la sangre pueda salir y re-entrar en su cuerpo durante la diálisis. Normalmente, el acceso está en el antebrazo.

El procedimiento se diseña para aumentar el flujo de sangre agrandando un vaso sanguíneo o creando un vaso artificial. Cuando empieza la hemodiálisis, se insertan dos agujas en el acceso. Un tubo delgado lleva sangre al dializador (unidad que contiene fibras huecas ligeramente más gruesas que uno de sus cabellos). Cuando la sangre fluye a través de estas

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

fibras, los desechos pasan a través de las paredes de la fibra hacia una solución circundante, llamada "solución de diálisis" o "dializado".

La máquina de diálisis, conectada al dializador, proporciona la solución que baña las fibras y quita los desechos. También regula las características de la solución de diálisis para quitar el exceso de fluidos de la sangre.

Después de pasar a través del dializador, la sangre retorna a través de otro tubo. Menos de una taza de sangre está fuera del organismo en cualquier instante.



Fig. 3.2 Paciente conectado a un equipo de hemodiálisis

Usualmente, se necesita la hemodiálisis tres veces por semana. Las sesiones duran aproximadamente de tres a cuatro horas. Normalmente no se siente dolor ni incomodidad durante la sesión, pero el movimiento está limitado porque el paciente se conecta a la máquina. La mayoría de las personas leen, ven TV o duermen en un comfortable sillón. La hemodiálisis puede realizarse en la casa, pero la mayoría de las personas van a un hospital o centro de diálisis.

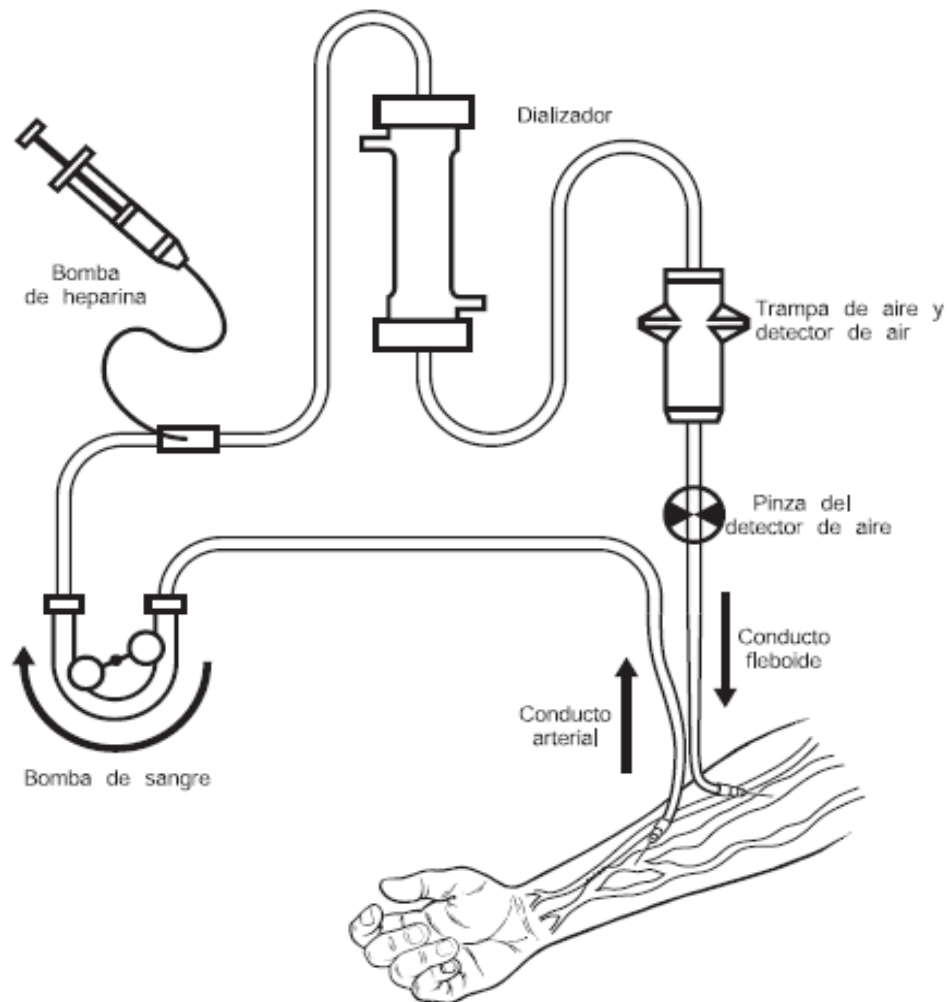


Fig. 3.3 Esquema de la hemodiálisis

### b. Diálisis peritoneal

Este tipo de diálisis normalmente se hace en el hogar, después de un período de entrenamiento. Usa el recubrimiento de la cavidad abdominal, llamado “membrana peritoneal”, para eliminar de la sangre los desechos y el fluido en exceso.

## Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica

---

La membrana peritoneal contiene una inmensa red de vasos sanguíneos. Durante la diálisis peritoneal, ellos actúan como las fibras huecas de un riñón artificial. Pero para que esto ocurra, la cavidad abdominal debe llenarse primero con la solución de diálisis. El fluido hace que los desechos de la sangre atraviesen las paredes de los vasos sanguíneos de la membrana peritoneal y alcancen la solución de diálisis.

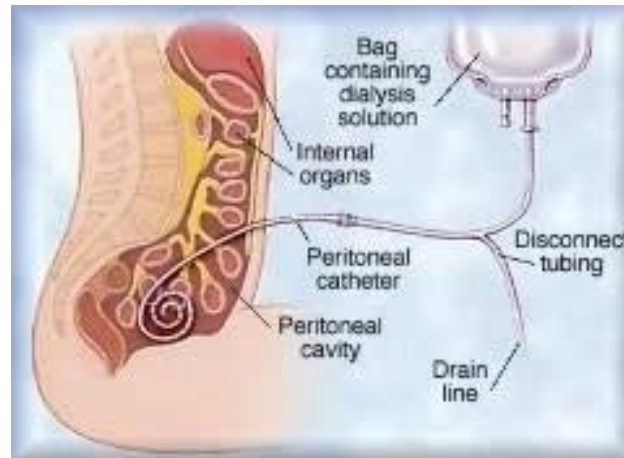


Fig. 3.4 Esquema de la diálisis peritoneal

Para ingresar el fluido en el abdomen (y removerlo una vez que está lleno de desechos) se precisa tener un catéter quirúrgicamente implantado en el abdomen. El catéter se parece a un tubo pequeño, la mayor parte del cual queda dentro de la persona.

Para empezar, se conecta una bolsa de solución de diálisis al catéter a través de tubos delgados similares a aquellos utilizados en hemodiálisis. Después que la solución de diálisis está dentro de la persona, se desconecta el tubo de la bolsa y se sella el catéter.

La solución permanece dentro durante varias horas, luego se drena e inmediatamente se reemplaza. El proceso de drenar y reemplazar el fluido es llamado "intercambio". Se necesitan varios intercambios cada día. Los intercambios pueden hacerse mientras se

realiza la rutina diaria, o por la noche si la persona tiene una máquina de diálisis peritoneal en su casa. La máquina llena y vacía fluido automáticamente cuando la persona duerme. Como en la hemodiálisis, este tipo de diálisis no es doloroso, pero los pacientes pueden encontrar que les lleva tiempo acostumbrarse a tener fluido en su abdomen.

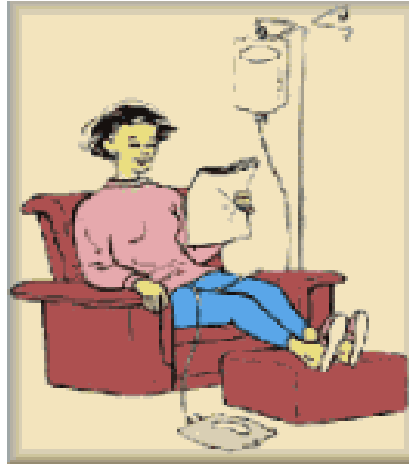


Fig. 3.5 Paciente con tratamiento de diálisis peritoneal

### **c. Procedimientos Lentos Continuos**

Los procedimientos lentos continuos ofrecen un cambio gradual de la composición de solutos plasmáticos y la eliminación de líquido de un modo similar al obtenido en la diálisis peritoneal.

Su ventaja principal es la mayor estabilidad hemodinámica. Su inconveniente principal es la necesidad de la implantación de un shunt arteriovenoso o la inserción y mantenimiento de catéteres en grandes vasos sanguíneos. Estos procedimientos requieren personal de enfermería dedicado e interesado para proporcionar una correcta monitorización del paciente.



### **3.4.1.5 Membranas para hemodiálisis**

Como se aclaró en la sección Bases Físicas de la Diálisis, las membranas para diálisis son elementos semipermeables que dejan pasar algunas moléculas y otras no. En los equipos de hemodiálisis las membranas se encuentran dentro del "dializador", un componente que posee dos compartimientos: el sanguíneo y el de dializado. La membrana se ubica como separador entre estos compartimientos.

#### **a. Membranas de celulosa**

Es el tipo más frecuente en los dializadores. Se conocen por diferentes nombres: Celulosa regenerada, cupramonio-celulosa (cuprofán), cupramonio-rayón, éster de celulosa saponificada.

#### **b. Membranas de celulosa sustituida**

El polímero celulosa tiene gran cantidad de radicales oxhidrilos libres en su superficie. En la membrana de acetato de celulosa, un número importante de esos grupos está químicamente unido a grupos acetato.

En la hemodiálisis realizada con membranas de celulosa no sustituida, se cree que los radicales oxhidrilos libres de la superficie activan el sistema de complemento de la sangre. La activación de éste es mucho menor cuando se utilizan membranas de celulosa sustituida o membranas sintéticas.

### **c. Membranas celulosintéticas**

Para fabricarlas se añade un material sintético (generalmente un compuesto amino terciario) a la celulosa licuada durante la formación de la membrana. Como resultado, se modifica la superficie de la membrana, aumentando su biocompatibilidad. Estas membranas se conocen con los nombres comerciales de Celliosyn y Hemofán.

### **d. Membranas sintéticas**

Estas membranas no contienen celulosa y los materiales utilizados incluyen poliacrilonitrilo (PAN), polisulfona, policarbonato, poliamida y polimetilmetacrilato (PMMA).

## **3.4.1.6 Máquinas de Hemodiálisis**

Los equipos comerciales destinados a llevar a cabo el proceso de hemodiálisis comparten los siguientes bloques:

### **a. Dializador**

El dializador es una caja con cuatro accesos, dos de los cuales comunican con el compartimiento sanguíneo y los otros dos con el compartimiento del líquido de diálisis. La membrana semipermeable separa ambos compartimientos. El área de contacto entre ambos compartimientos se maximiza al utilizar múltiples fibras huecas o placas paralelas.

### **b. Bomba de sangre**

Moviliza la sangre desde el acceso vascular hasta el dializador y la retorna al paciente, el flujo habitual en los pacientes adultos es de 200 a 350 ml / minuto.

### **c. Sistema de distribución de la solución de diálisis**

Existen dos tipos de sistemas para distribuir la solución de diálisis:

- Distribución central - toda la solución de diálisis requerida por la unidad de diálisis es producida por una sola máquina y es bombeada a través de cañerías a cada hemodializador.
- Distribución individual cada máquina de diálisis produce su propio dializado (solución de diálisis).

En ambos sistemas, la solución de diálisis debe ser calentada por la máquina hasta una temperatura entre 34 y 39 °C , antes de ser enviada al dializador.

Los pacientes son expuestos a unos 120 litros de agua durante cada sesión de hemodiálisis. Todas las sustancias de bajo peso molecular presentes en el agua tienen un acceso directo a su torrente sanguíneo (como si fueran administradas por vía intravenosa). Por esta razón es importante que la pureza del agua utilizada sea conocida y controlada. Además, los cultivos de bacterias deben mantenerse por debajo de 200 colonias/ml.

Para purificar el agua se utilizan los siguientes dispositivos:

- **Filtro de arena** - Elimina las partículas gruesas en suspensión (mayores a 10 micrones).
- **Ablandador** - Constituido por resinas de intercambio iónico
- **Filtro de carbón activado** - Posee poros con diámetros menores a 20 Å. Se utiliza para eliminar los contaminantes no iónicos, como la cloramina.
- **Microfiltro** - Retiene las partículas menores a 5 micrones.
- **Filtro de ósmosis inversa** - El agua es empujada a través de una membrana semipermeable con poros pequeños que restringen el paso de solutos de bajo peso molecular (moléculas superiores a 150 Dalton). Elimina más del 90% de las impurezas.

Para preparar la solución de diálisis se mezcla el agua purificada con una solución concentrada que contiene los solutos apropiados. En las máquinas de diálisis existe una bomba de solución de diálisis, situada en la línea que conduce desde el dializador al desagüe.

### **d. Sistemas de monitoreo y seguridad**

- **Presión en el circuito sanguíneo** - Se registran el nivel de succión de la bomba, la resistencia al retorno de la sangre en la rama venosa del acceso vascular y la presión en el compartimiento sanguíneo del dializador.
- **Presión a la salida de la solución de diálisis.**

- **Detector y atrapador venoso de aire** - Su finalidad es evitar que el aire que pudiese haber entrado inadvertidamente al circuito sanguíneo sea devuelto al paciente.
- **Conductividad de la solución de diálisis** - Si el sistema que mezcla en forma proporcional el concentrado con el agua funciona incorrectamente, se producirá una solución de diálisis muy concentrada o muy diluida. Dado que los solutos principales de la solución de diálisis son electrolitos, el grado de concentración de la solución de diálisis se verá reflejado en su conductividad eléctrica.
- **Temperatura de la solución de diálisis** - La utilización de una solución de diálisis fría no es peligrosa, excepto si el paciente está inconsciente, en cuyo caso puede producir hipotermia. Por otra parte, el uso de una solución de diálisis a más de 42 °C puede provocar hemólisis (ruptura de las estructuras sanguíneas).
- **Válvula bypass** - Si la conductividad o la temperatura de la solución de diálisis exceden los límites, se activa una válvula de bypass para desviar la solución de diálisis directamente al desagüe.
- **Detector de fuga sanguínea** - Se coloca en la línea de salida del dializado. Si se detecta la presencia de sangre, se activa la alarma correspondiente. Generalmente se utiliza un sensor infrarrojo para la detección de presencia de sangre.
- **Bomba de heparina** - Permite la infusión continua de heparina al paciente. La heparina es un anticoagulante.

- **Regulador de la concentración de bicarbonato** - Las personas generan ácidos a partir del metabolismo de los alimentos. En ausencia de función renal, estos ácidos no pueden ser excretados y se neutralizan con los buffers corporales. Por eso se agrega bicarbonato de sodio a las soluciones de diálisis, para aumentar el nivel plasmático de este buffer. También se utilizan aniones acetato para generar (indirectamente) aniones bicarbonato y se está experimentando con aniones L-lactato.
- **Regulador de la concentración de sodio** - Esta opción permite variar rápidamente la concentración de sodio en la solución de diálisis simplemente girando un selector. Un cambio en el nivel de sodio de la solución de diálisis modificará la concentración de los restantes solutos presentes
- **Sensor de urea del dializado** - Este sensor se utiliza para calcular la cantidad de diálisis recibida en términos de gramos de urea eliminados.

### **3.4.2 Equipos de Medicina Nuclear**

En 1971 la empresa discográfica EMI anunció el desarrollo del scanner, máquina que unía el cálculo electrónico a las técnicas de rayos X, constituyendo el mayor avance en radiodiagnóstico desde el descubrimiento de los rayos X. Su creador fue el Doctor Godfrey Hounsfield.

Hasta este momento la técnica de rayos X permitía la visualización en dos dimensiones, con el problema de que unas imágenes se superponían a otras, por lo que se perdía gran parte de la información.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

El tomógrafo axial computado de rayos X, nombre completo del aparato, permite observar cortes del cuerpo humano transversales a su eje principal con una resolución de hasta 1 mm, con lo cual hay muy pocas estructuras que quedan fuera de observación utilizando esta técnica.

Desde el primer tomógrafo hasta la fecha, la evolución tecnológica de estos equipos ha sido permanente, al punto de haberse convertido en la actualidad en una herramienta diagnóstica de uso tan cotidiano como los equipos de rayos X convencionales.

Cualquier método, por bueno que sea, presenta algunos inconvenientes. En este caso, el mayor de ellos es que cuantos más cortes se realicen, mayor cantidad de radiación recibe el sujeto. Hay que tener en cuenta que, por ejemplo, para un estudio de la cabeza hace falta un mínimo de 12-14 cortes tomográficos. En estudios de abdomen o tórax el número es mayor.

Presenta asimismo el inconveniente de ser una exploración bastante larga, si exceptuamos la tomografía realizada por los equipos de tercera y cuarta generación.

Frente a esto se presenta una serie de ventajas, como es el que no se escapa prácticamente ningún detalle superior a 1-2 mm, lo cual es fundamental para la localización de procesos expansivos de forma precoz. Permite asimismo determinar tamaños y sobre todo, lo que es más importante, dependiendo de su densidad nos da una aproximación al tipo de tejido que se está estudiando.

Para aumentar la definición de por sí alta, se pueden utilizar de la misma forma que en radiología, distintos medios de contraste, con lo que se obtendrá una imagen mucho más nítida.

### 3.4.2.1 Funcionamiento básico de un tomógrafo

Básicamente, el tomógrafo está compuesto por un tubo generador de rayos X y un detector de radiaciones que mide la intensidad del estrecho haz emitido por el tubo de rayos X, luego que atraviesa el objeto en estudio.

Conocida la intensidad emitida y la recibida, se puede calcular la atenuación o porción de energía absorbida, que será proporcional a la densidad atravesada.

Dividiendo el plano a estudiar en una serie de celdas de igual altura que el haz y el resto de las dimensiones elegidas de forma adecuada para completar el plano, la atenuación del haz será la suma de la atenuación de cada celda. Si se consigue calcular la atenuación de cada celda se podrá conocer su densidad y, por tanto, reconstruir un mapa del plano de estudio, asignando a cada densidad un gris de una escala de negro a blanco.

Cómo exploran el cuerpo los distintos tomógrafos para obtener las atenuaciones es lo que da lugar a las generaciones de tomógrafos, desarrolladas en la sección específica.

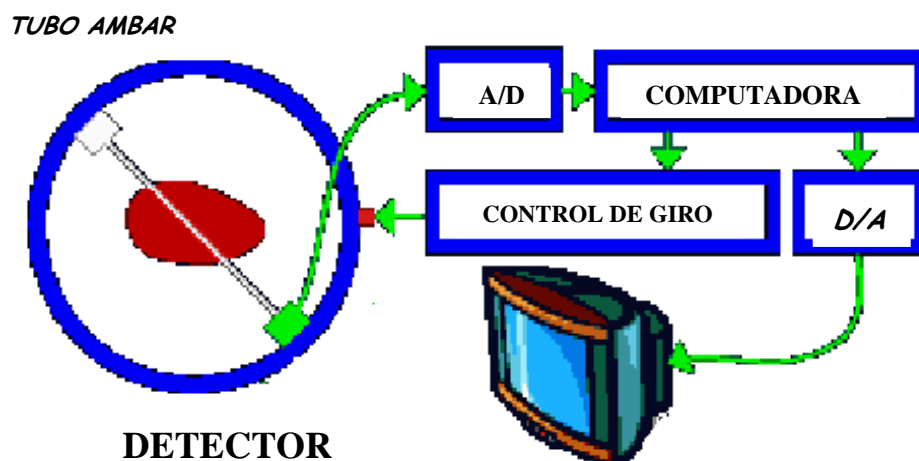


Fig. 3.6 Diagrama de bloques de un equipo de medicina nuclear



### 3.4.2.2 Generaciones de tomógrafos

Según el sistema de exploración utilizado, surgen las distintas generaciones de tomógrafos computados. El sistema de exploración es el conjunto formado por el tubo de rayos X y la unidad de detección con las partes mecánicas encargadas de proveer los movimientos. Hasta el momento, existen cuatro generaciones de tomógrafos. Sus características se detallan a continuación.

#### a. Primera generación (Traslación / Rotación)

Para llevar a cabo la exploración, las máquinas de primera generación realizan una serie de operaciones:

Estudiar la atenuación de 160 trayectorias paralelas mediante movimientos de traslación, posteriormente girar todo el conjunto 1 grado. Realizar nuevamente la operación 1, y así sucesivamente hasta que el conjunto gire 180°.

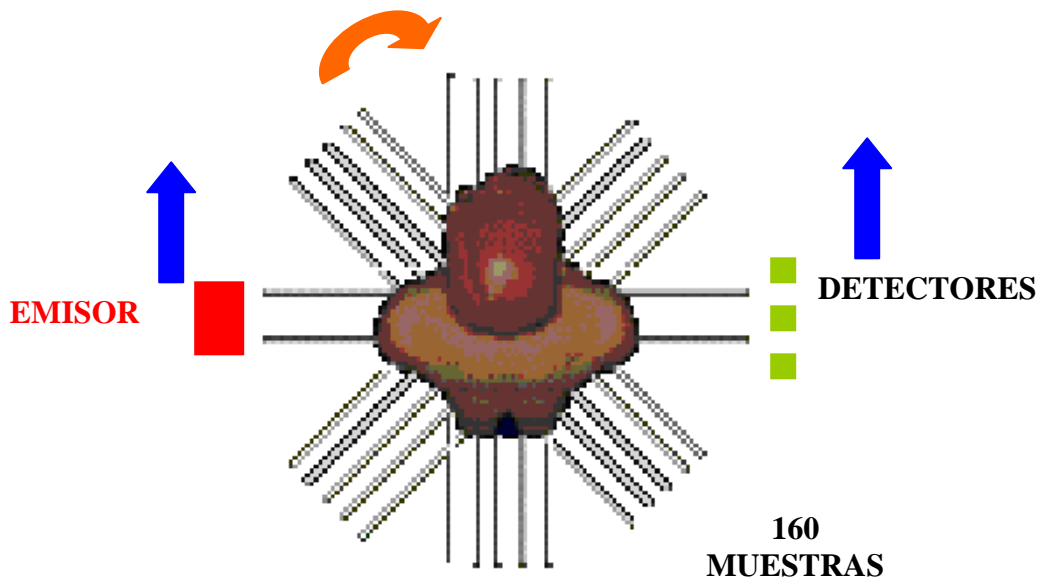


Fig. 3.7 Esquema de operación de un tomógrafo de primera generación

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

Es decir, se realizan 180 estudios de 160 muestras cada uno. Se tendrán pues 28800 atenuaciones para un total de 6400 celdas (resultado de dividir la imagen en una matriz de 80 x 80).

Para hallar la atenuación producida por cada celda hay que resolver 6400 incógnitas con 28800 ecuaciones, que según el principio de Hounsfield se puede resolver, pues el número de ecuaciones es mayor que el número de incógnitas.

La máquina tarda unos cinco minutos en realizar la operación completa. Los datos, previa conversión analógico-digital se almacenan en un registro magnético. Estos datos pueden procesarse mientras se realiza la siguiente exploración completa. Todos estos procesos suelen estar controlados por la computadora. Con los resultados obtenidos, mediante un conversor digital-analógico, se puede realizar la presentación de los diferentes planos en una pantalla de un tubo de rayos catódicos.

La imagen se produce utilizando la escala Hounsfield (números CT), la cual asigna el valor cero al agua y el valor -1000 al aire según la correspondiente absorción de energía.

Los tejidos blandos intracraneales corresponden a valores entre 22 y 46, mientras que los distintos tipos de hueso dan valores entre 80 y 1000. Todas las medidas utilizan una tensión de 120 kV en el generador de RX con una intensidad de 33 mA.s.

### b. Segunda generación (Traslación / Rotación)

Este sistema es similar al anterior en cuanto a los movimientos que realiza el conjunto, pero este modelo utiliza un haz de rayos X en forma de abanico con un ángulo de apertura de  $5^\circ$  aproximadamente y un conjunto de detectores cuyo número oscila entre 10 y 30. De esta manera, se logra reducir el tiempo de exploración a aproximadamente dos minutos.

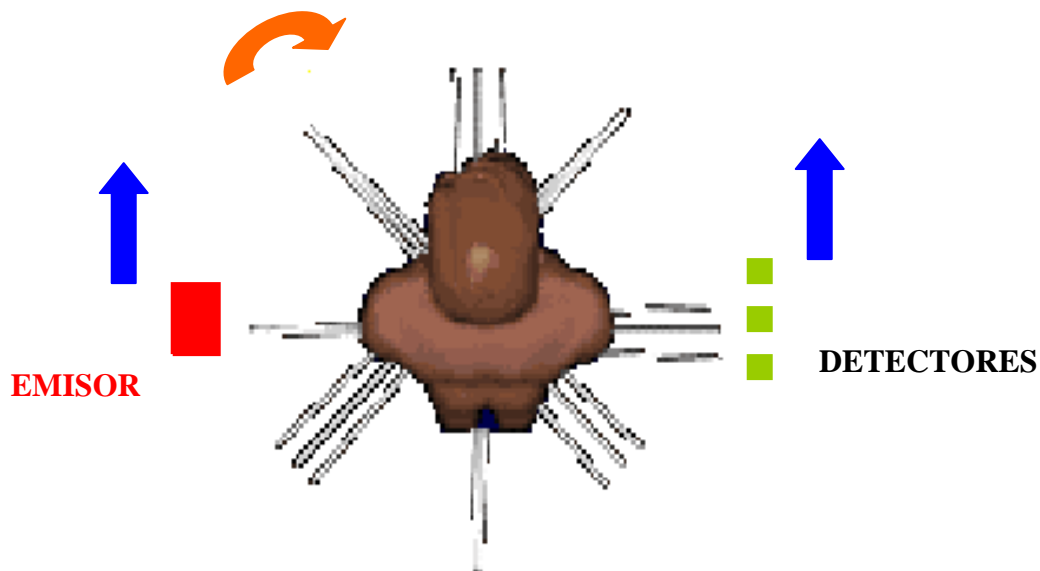


Fig. 3.8 Esquema de operación de un tomógrafo de segunda generación

### c. Tercera generación (Rotación / Rotación)

Esta es la generación de tomógrafos computados más utilizada en la actualidad. Aquí se utiliza un haz de rayos X ancho (entre  $25^\circ$  y  $35^\circ$ ) que cubre toda el área de exploración y un arco de detectores que posee un gran número de elementos, generalmente entre 300 y 500.

## Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica

Ambos elementos, tubo y banco de detectores realizan un movimiento de rotación de 360°. Este sistema ofrece dos ventajas importantes:

1. El tiempo de exploración se reduce notablemente al punto de llegar a sólo 2 o 3 segundos.
2. Se aprovecha en forma eficiente la radiación emanada del tubo.

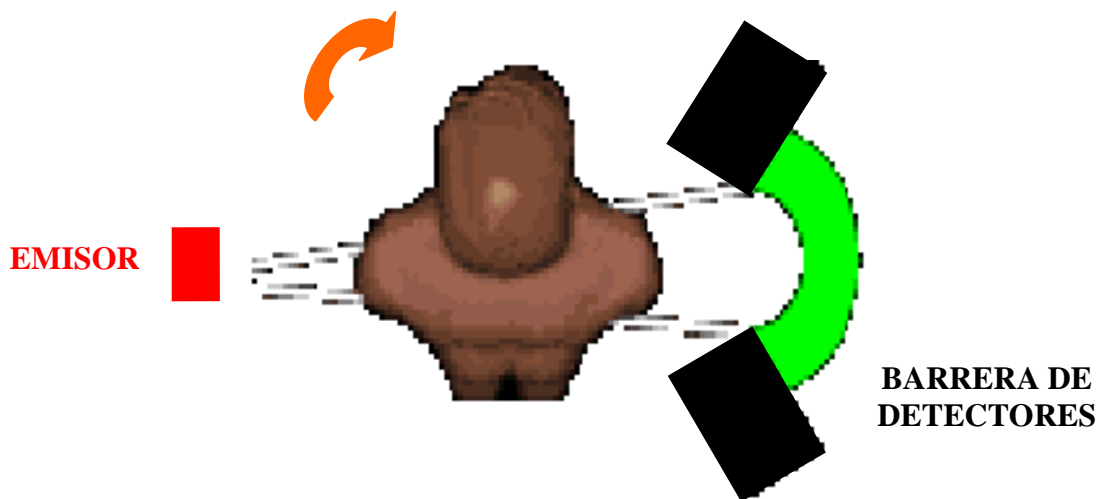


Fig. 3.9 Esquema de operación de un tomógrafo de tercera generación

### **d. Cuarta generación (Rotación / Estacionario)**

En la cuarta generación de tomógrafos se distinguen dos modelos, el de Rotación / Estacionario propiamente dicho y el de Rotación / Nutación. El primero utiliza un anillo fijo de detectores dentro del cual gira el tubo de rayos X.

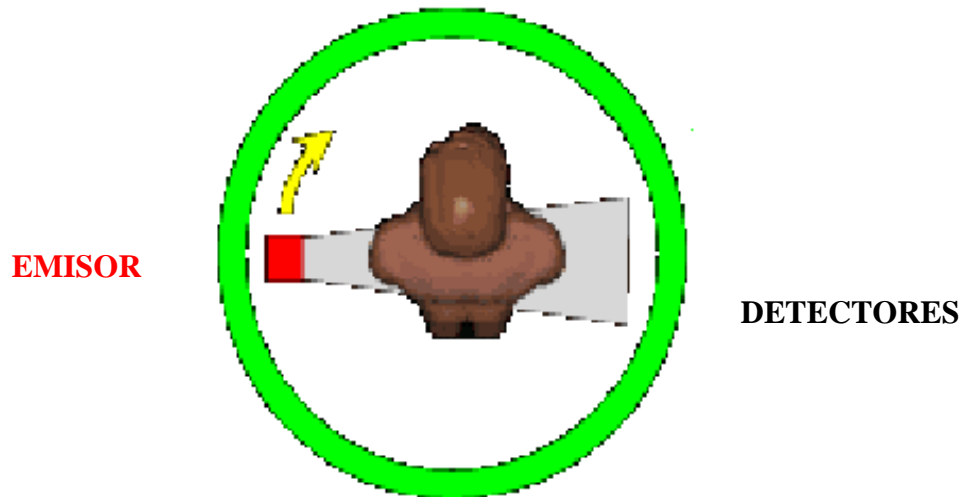


Fig. 3.10 Esquema de operación de un tomógrafo de cuarta generación rotación / estacionario

Las ventajas que presenta este sistema son las siguientes:

- El tubo puede girar a velocidades altas, disminuyendo el tiempo de exploración.
- El sistema es poco sensible a las variaciones o diferencias de comportamiento entre los detectores.

Como desventaja se puede citar el hecho de que, constructivamente, el gantry resulta muy grande y costoso, debido al gran número de detectores.

El segundo modelo mencionado (Rotación / Nutación) también utiliza un anillo de detectores, pero en este caso el tubo de rayos X gira por fuera del anillo y los detectores realizan un movimiento de nutación (oscilación de pequeña amplitud del eje de rotación) para permitir el paso del haz de rayos X.

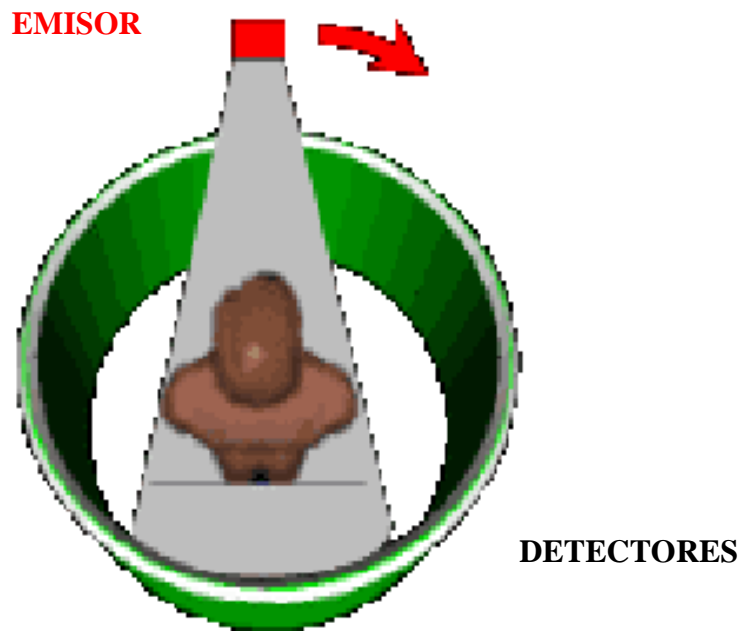


Fig. 3.11 Esquema de operación de un tomógrafo de cuarta generación rotación / nutación

Si bien el sistema mecánico para producir el movimiento de nutación de los detectores resulta complejo y costoso, con este tipo de tomógrafo se han obtenido exploraciones de muy alta resolución en tan sólo un segundo.

### **3.4.2.3 Aspectos teóricos**

#### **Principio de Hounsfield**

El coeficiente de atenuación lineal expresa la atenuación que sufre un haz de rayos X al atravesar una determinada longitud de una sustancia dada. Este coeficiente es específico de cada sustancia o materia.

## Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica

---

El problema de la formación de la imagen en tomografía se resume a determinar cuanto es atenuado un haz de rayos X cuando el mismo atraviesa una sección determinada, y a representar esta información en forma de imagen.

Para un rayo X monoenergético (compuesto por una sola longitud de onda) que atraviesa un trozo uniforme de material, la atenuación que sufre se expresa de la siguiente manera:

$$I_{OUT} = I_{IN} \cdot e^{-\mu L} \quad (1)$$

donde:

$I_{OUT}$  : Intensidad del rayo X luego de atravesar el material

$I_{IN}$  : Intensidad del rayo X incidente

$\mu$  : Coeficiente de atenuación lineal del material

$L$  : distancia recorrida por el rayo en el material

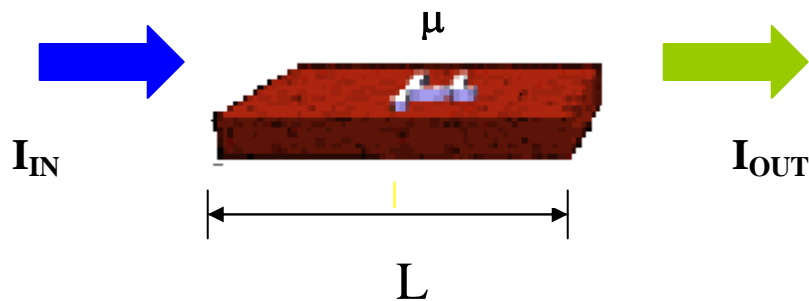


Fig. 3.12 Principio de Hounsfield

Se puede escribir también

$$\frac{I_{OUT}}{I_{IN}} = e^{-\mu L} \quad \text{ó} \quad \frac{I_{IN}}{I_{OUT}} = e^{\mu L}$$

Tomando logaritmo natural a ambos lados:

$$\ln\left(\frac{I_{IN}}{I_{OUT}}\right) = \mu \cdot L \quad (2)$$

Si, como ocurre en el cuerpo humano, el haz de rayos X pasa a través de materiales de distintos coeficientes de atenuación, podemos considerar al cuerpo como compuesto por un gran número de elementos de igual tamaño, de largo  $w$ , cada uno de los cuales posee un coeficiente de absorción constante.

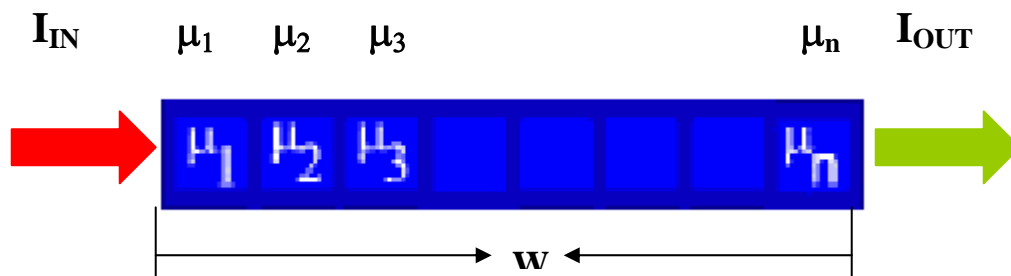


Fig. 3.13 Explicación del principio de Hounsfield

Estos coeficientes de atenuación están indicados como  $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ . Entonces, la ecuación (2) queda:

$$\ln\left(\frac{I_{IN}}{I_{OUT}}\right) = \mu_1 \cdot w + \mu_2 \cdot w + \mu_3 \cdot w + \dots + \mu_n \cdot w \quad (3)$$



Sacando  $w$  como factor común y pasándolo al miembro izquierdo,

$$\left(\frac{1}{w}\right) \cdot \text{Ln}\left(\frac{I_{\text{IN}}}{I_{\text{OUT}}}\right) = \mu_1 + \mu_2 + \mu_3 + \dots + \mu_n \quad (4)$$

Esta fórmula muestra que el logaritmo natural de la atenuación total a lo largo de un rayo particular, es proporcional a la suma de los coeficientes de atenuación de todos los elementos que el rayo atraviesa.

Para determinar la atenuación de cada elemento, debe obtenerse un gran número de mediciones desde distintas direcciones, lo cual genera un sistema de ecuaciones múltiples, que una vez resuelto dará el resultado esperado.

### **a. Presentación de la imagen. (números CT)**

El resultado final de la reconstrucción por la computadora es una matriz de números, la cual no es conveniente para su visualización en pantalla, de modo que un procesador se encarga de asignar a cada número o rango de números, un tono gris para formar en definitiva la imagen en pantalla.

Los valores numéricos de la imagen de tomografía computada están relacionados con los coeficientes de atenuación debido a que la disminución que sufre el haz de rayos X al atravesar un objeto depende de los coeficientes de atenuación lineales locales del objeto.

## Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica

---

Debido a esto, se han definido distintas escalas arbitrarias de valores CT. La gran mayoría asigna como valor cero de la escala al agua.

La fórmula que relaciona los números CT con los coeficientes de atenuación es

$$CT = \frac{\mu_{material} \cdot E - \mu_{agua} \cdot E}{K}$$

donde E representa la energía efectiva del haz de rayos X,  $\mu$  material y  $\mu$  agua son los coeficientes lineales de atenuación del agua y del material en estudio respectivamente y K es una constante que depende del diseño del equipo. Universalmente se ha adoptado la escala Hounsfield, la cual asigna el valor cero al agua y el -1000 al aire.

Hueso Compacto	1000
	800
	600
	400
	200
Sangre coagulada: 56-76	0
Sustancia cerebral gris: 36-46	
Sustancia cerebral blanca: 22-32	
Sangre: 12	
agua: 0	
Grasa: -100	
	-200
	-400
	-600
	-800
Aire	-1000

Tabla 3.1 Tabla de la escala de Hounsfield que asigna una constante a cada material

Una gran ventaja que ofrece el tomógrafo computarizado para la visualización de la imagen en pantalla es la posibilidad de seleccionar un pequeño rango de números CT para ser representados en toda la escala de grises.

Esta función, llamada ventana, permite diferenciar con gran claridad estructuras que poseen una pequeña diferencia de números CT, ya que al asignar toda la escala de grises (32 o más tonos) a un estrecho rango de números CT, logra un gran contraste entre ellos.

### **3.4.2.4 Equipos de Tomografía**

Todos los equipos de tomografía axial computarizada están compuestos básicamente por tres grandes módulos o bloques. Estos son: el gantry o garganta, la computadora y la consola.

#### **a. Gantry**

El gantry es el lugar físico donde es introducido el paciente para su examen. En él se encuentran el tubo de rayos X, el sistema de detección de rayos X y todo el conjunto mecánico necesario para realizar el movimiento asociado con la exploración. El tubo de rayos X es básicamente un tubo al alto vacío rodeado de una cubierta de plomo con una pequeña ventana que deja salir las radiaciones al exterior.

El espacio entre la funda aislante y el tubo está relleno de aceite, que actúa como disipador. El tubo de vacío (diodo) tiene un filamento en uno de los extremos (cátodo negativo) y un blanco metálico que puede ser fijo o móvil en el otro extremo (ánodo positivo).



Fig. 3.14 Gantry

Por el filamento del cátodo se hace circular una corriente que pone al mismo incandescente, liberando de esta forma gran cantidad de electrones que serán impulsados a gran velocidad hacia el ánodo, mediante la aplicación de una tensión muy alta entre el ánodo y el cátodo de alrededor de 120 kV.

Los electrones acelerados, que poseen una gran energía cinética, chocan contra el blanco metálico del ánodo, cediéndole toda la energía. Esta energía es transformada en un 99% en calor y un 1% en radiación X que se transmite al exterior del tubo.

El cátodo está formado por un filamento de tungsteno, arrollado en forma de espiral, similar al de una bombilla eléctrica común. Este filamento se coloca en un alojamiento en forma de copa, llamado copa enfocadora, que tiene la misión de lograr un haz de electrones de forma y tamaño adecuados y cuya dirección sea la correcta para impactar en el blanco metálico del ánodo.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

El ánodo está construido generalmente de cobre y posee en su cara exterior un recubrimiento de una aleación de tungsteno, renio y molibdeno (punto de fusión por encima de los 3300°C) en donde impactan los electrones. Para que los rayos X emerjan por el sitio deseado, el ánodo tiene una disposición oblicua al haz incidente.

Como se utiliza una alta densidad de radiación de electrones sobre el ánodo, con lo que su calentamiento sería excesivo, para prolongar su duración se utilizan ánodos circulares giratorios, con velocidades de giro entre 2500 y 3000 RPM.



Fig. 3.15 Foto externa del ánodo

### **b. Computadora**

La computadora es un módulo que está compuesto en general por tres unidades, cuyas funciones están claramente diferenciadas. Éstas son:

- Unidad de control del sistema (CPU).
- Unidad de reconstrucción rápida (FRU).
- Unidad de almacenamiento de datos e imágenes.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

El control del sistema o CPU tiene a su cargo el funcionamiento total del equipo. Su configuración es similar a la de cualquier sistema microprocesado con su software y hardware asociados.

La unidad de reconstrucción rápida o FRU es la encargada de realizar los procedimientos necesarios para la reconstrucción de la imagen a partir de los datos recolectados por el sistema de detección.

El sistema de almacenamiento de datos e imágenes está generalmente compuesto por uno o más discos magnéticos donde se realiza el almacenamiento no sólo de las imágenes reconstruidas y de los datos primarios, sino también del software de aplicación del tomógrafo.

### **c. Consola**

La consola es el módulo donde se encuentra el teclado para controlar la operación del equipo, el monitor de TV (donde el operador observa las imágenes) y, en algunos casos, la unidad de Display encargada de la conversión de la imagen digital almacenada en el disco magnético de la computadoras en una señal de vídeo capaz de ser visualizada en el monitor de TV. En los modelos más modernos de tomógrafos computarizados, la unidad de display está incorporada en la computadora en lugar de formar parte de la consola.

### 3.4.3 Equipo de análisis inmunológico

El analizador de inmunoanálisis es un instrumento de acceso aleatorio continuo que lleva a cabo ensayos inmunológicos quimioluminiscentes automatizados, este sistema utiliza bolas de plástico recubiertas de anticuerpos o antígenos específicos para el ensayo, como fase sólida, un reactivo marcado con fosfatasa alcalina y un substrato quimioluminiscente.



Fig. 3.16 Equipo de análisis inmunológicos

#### 3.4.3.1 Proceso del ensayo

La bola recubierta se aloja en un dispositivo de plástico denominada unidad de reacción, la cual actúa como recipiente para la reacción inmunológica, los procesos de incubación y lavado, así como en el desarrollo de señales. Después de incubar la bola con la muestra y el reactivo de fosfatasa alcalina, la mezcla de reacción se separa de la bola haciendo girar la Unidad de reacción a alta velocidad en torno a su eje vertical.

## Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica

Todo el contenido fluido (la muestra, el reactivo sobrante y la solución para lavado) se transfiere a una cámara coaxial de residuos en la unidad de reacción. La bola queda libre de marcaje residual. A continuación, se cuantifica la cantidad de marcador ligado utilizando substrato de dioxetano para producir luz. El Tubo fotomultiplicador (PMT) mide la emisión de luz y se calculan los resultados para cada muestra. El proceso de reacción se describe en la siguiente ilustración.

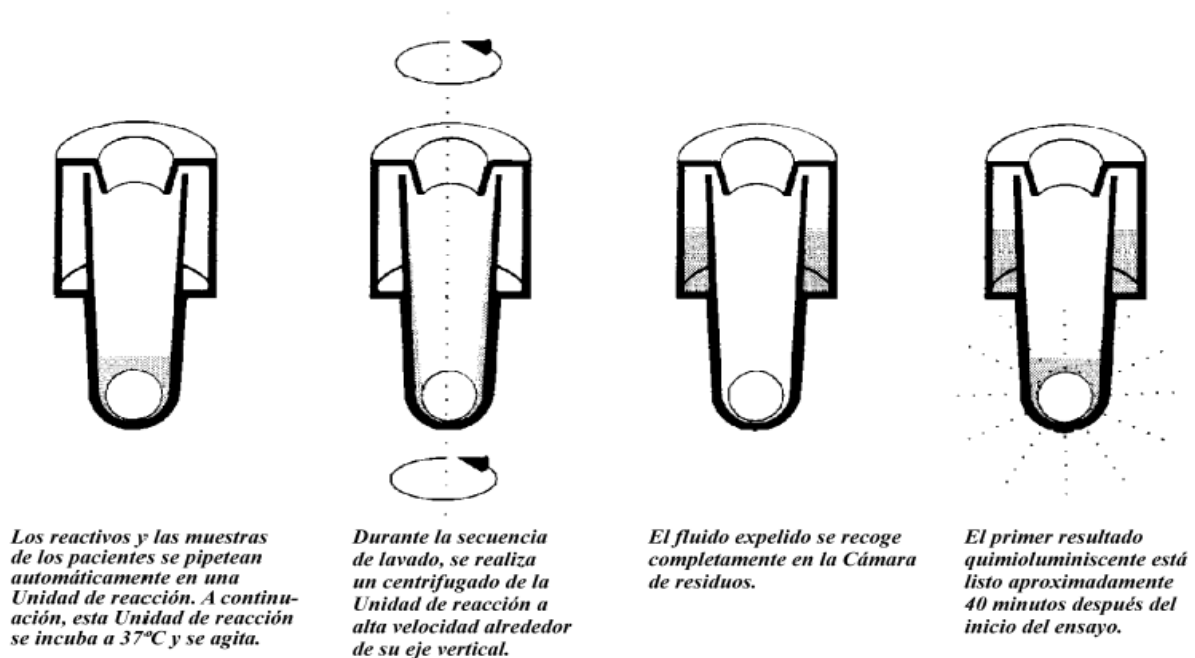
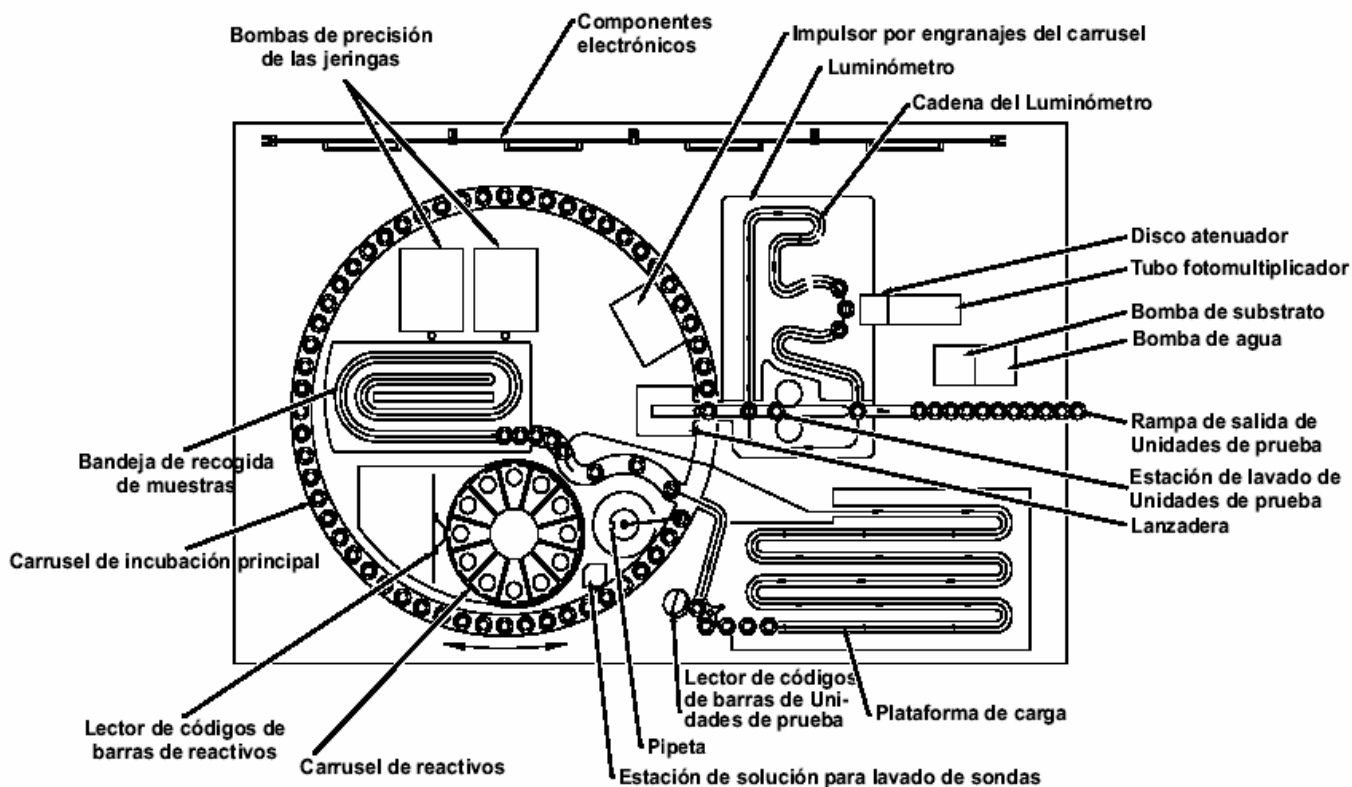


Fig. 3.17 Unidad de reacción y proceso del ensayo



Utilizando diferentes analitos o sustancias, las pruebas que realiza son:

- Andrógenos
- Diabetes
- Drogas de abuso
- Tiroides
- Crecimiento
- Suprarrenal
- Drogas terapéuticas
- Reproducción
- Metabolismo óseo
- Veterinaria
- Alergias
- Anemia
- Obesidad
- Otros analíticos



- 
- 

Fig. 3.18 Diagrama general de los componentes del equipo IMMULITE

### 3.4.3.2 Componentes del sistema

Componentes	Descripción.
Disco atenuador	Disco que gira delante del Tubo fotomultiplicador (PMT). Alberga un filtro de densidad neutra, que reduce la salida de luz de los tubos de muestras por un factor aproximado de 100.
Impulsor por engranajes del carrusel	Acciona el Carrusel de incubación principal.
Sistema electrónico	Placas alojadas en la parte posterior del instrumento.
Plataforma de carga	Proporciona acceso continuo para cargar Unidades de reacción y muestras. Transporta Unidades de reacción y muestras al Lector de códigos de barras de muestras.
Luminómetro	Alberga el PMT. Mantiene la temperatura de incubación de 37°C.
Cadena del luminómetro	Transporta las Unidades de reacción a través del Luminómetro y al PMT y a la Rampa de salida de la Unidad de reacción.
Carrusel de incubación principal	Mantiene la temperatura de incubación a 37°C . Asegura una cinética de ensayo óptima con agitación intermitente.
Tubo fotomultiplicador	Mide los recuentos de fotones.

<b>Componentes</b>	<b>Descripción.</b>
Pipeta	Transfiere el reactivo, la muestra y el diluyente a la Unidad de reacción. Detecta los niveles de reactivo y de muestra. Realiza un lavado de agua y detergente en profundidad que reduce notablemente el residuo de la muestra.
Bombas de precisión de las jeringas	Proporciona un transferencia de líquidos de precisión de reactivo, diluyente y muestra a la Unidad de reacción. Lleva solución de lavado y agua a la sonda de la pipeta.
Estación de solución para lavado de sondas	Permite lavar los excesos de reactivo o diluyente del extremo de la sonda tras la aspiración. Expulsa los fluidos de desecho y la solución de lavado.
Lector de códigos de barras de reactivos	Lee el código de barras de los viales de reactivo. La información de identificación del código de barras se envía entonces al software del Instrumento para que se muestre en la pantalla de estado de los reactivos.
Carrusel de reactivos	Enfría los reactivos cargados, asegurando la estabilidad durante la ejecución del ensayo. Identifica cada reactivo mediante la lectura automática del código de barras. Permite un fácil acceso para añadir o cambiar viales de reactivo y/o diluyente para un máximo de 12 pruebas cargadas.
Bandeja de recogida de muestras	Recoge las muestras pipeteadas en una bandeja extraíble para facilitar su recuperación. Avisa al usuario cuando está llena.
Lanzadera	Transfiere la Unidad de reacción desde el Carrusel de incubación principal a la Estación de lavado de Unidades de reacción.

<b>Componentes</b>	<b>Descripción.</b>
Bomba de substrato	Dispensa substrato procedente del contenedor de substrato a la unidad de reacción durante la ejecución de una prueba.
Lector de códigos de barras de muestras / Unidades de reacción	Gira y lee los códigos de barras de las copas de muestras, copas de dilución y Unidades de reacción. Según la información de los códigos de barras, las copas de muestras se envían a la zona de pipeteo y las Unidades de reacción se envían al Carrusel de incubación principal.
Rampa de salida de la Unidad de reacción	Transporta las Unidades de reacción desde la Cadena del luminómetro hasta el Contenedor de residuos sólidos.
Estación de lavado de Unidades de reacción	Realiza hasta cuatro ciclos de lavado con agua y centrifugado en cada Unidad de reacción en aproximadamente 20 segundos. El centrifugado a alta velocidad produce una excelente separación de la muestra ligada y no ligada.
Bomba de agua	Dispensa agua de la botella de agua para lavar la Unidad de reacción durante la ejecución de una prueba.
Kit de reactivos	Incluyen la información y los materiales necesarios para realizar ensayos.

## **3.5 Casos clínicos donde la ética y la moral crean conflicto**

### **3.5.1 Bioética: criterios de vida y de muerte**

El desafío de conceptualizar la muerte es uno de los temas más acuciantes de la bioética. La definición vigente de muerte cerebral plantea dilemas aún sin resolución. Contra lo que supone el sentido común, muchas veces la frontera que separa la vida de la muerte es difusa y difícil de establecer.

La búsqueda de criterios teóricos que definan lo que se entiende por muerte, criterios que puedan trasladarse sin mayores dificultades a la práctica médica cotidiana, es uno de los temas más complejos y discutidos que aborda la disciplina científica denominada bioética, que estudia los aspectos éticos de la medicina y la biología.

En las últimas décadas del siglo XX, los avances que ha experimentado la medicina y el conocimiento biológico han instalado complejos cuestionamientos en torno de la conceptualización de la muerte.

Si bien son muchos los hechos puntuales que han hecho estos problemas aún más complejos, son principalmente dos los que han funcionado como disparadores del concepto que actualmente se utiliza para determinar cuándo una persona ya no está viva. Por un lado, la invención del respirador artificial con motivo de la epidemia de polio de los años 50 permitió que muchas personas permanecieran vivas en situaciones en las que antes algo así era imposible; por otro lado, el primer trasplante de corazón que realizó en 1967 el doctor Christian Barnard y la necesidad de contar con estos órganos para trasplantes planteó la pregunta: ¿cuándo es razonable dejar de tratar a una persona conectada a un respirador?

### 3.5.2 Eutanasia

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la eutanasia como aquella “acción del médico que provoca deliberadamente la muerte del paciente”.

Esta definición resalta la intención del acto médico, es decir, el querer provocar voluntariamente la muerte del otro. La eutanasia se puede realizar por acción directa: proporcionando una inyección letal al enfermo, o por acción indirecta: no proporcionando el soporte básico para la supervivencia del mismo. En ambos casos, la finalidad es la misma: acabar con una vida enferma.

Esta acción sobre el enfermo, con intención de sacarle la vida, se llamaba, se llama y debería seguir llamándose homicidio. La información y conocimiento del paciente sobre su enfermedad y su demanda libre y voluntaria de poner fin a su vida, el llamado suicidio asistido, no modifica que sea un homicidio, ya que lo que se propone entra en grave conflicto con los principios rectores del Derecho y de la Medicina hasta nuestros días.

Para eutanasia se encuentran definiciones como las que se ven a continuación:

- En uso normalizado: “Muerte sin sufrimiento físico” o “la que se provoca voluntariamente”.
- Otro uso es el Fático “muerte sin dolor” o “muerte en estado de gracia”.
- Como significado etimológico. El de “Lucha contra el sufrimiento a cualquier precio”. Supresión de la vida en un enfermo incurable, sea a petición propia y de su familia.
- En el mundo grecorromano, era “morir bueno” Derecho a la propia muerte, con el significado de muerte apropiada, que otros llaman muerte digna.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

Ante esta disparidad de significados, hay que ver la historia del vocablo, mirando los significados que a lo largo del tiempo ha tenido: En el mundo grecorromano es “morir bueno”, morir bien, el que ha muerto bien. Pero estos tres términos han recibido diversos significados a lo largo de la historia, miremos primero el hecho de tener un “morir bueno” (sin dolor):

En la Historia Griega, Hipócrates en su juramento afirma que no dará medicamento mortal por más que se lo soliciten. En cambio Platón dice lo contrario en la república: “Se dejará morir a quienes no sean sanos de cuerpo”.

En los Romanos, la práctica es múltiple: Muerte sin dolor por miedo a afrontar conscientemente el sufrimiento y la propia destrucción.

Para efectos prácticos tomaré como definición de eutanasia la siguiente: Un derecho del paciente a decidir la forma y el momento de su muerte pero que busca como único fin el librar a una persona de sus intensos sufrimientos, de una agonía inmisericorde que padece como resultado de una enfermedad grave e incurable (por ejemplo algunos tipos de cáncer). Dicha enfermedad o estado debe haber sido diagnosticado suficientemente, de manera que su grado de irreversibilidad sea tal que se determine la muerte como algo inevitable. Dentro de la misma definición del concepto de paciente, como el del ser humano que padece algo, este puede ser un sufrimiento físico. Sin referirnos al sufrimiento moral o psicológico exclusivamente, aunque por esto no se descarta que el sufrimiento físico le pueda provocar un sufrimiento como los enunciados anteriormente, pienso que la eutanasia sí puede ser un derecho pero bajo ciertas condiciones.

### **3.5.2.1 Clasificación de la eutanasia**

La eutanasia se puede clasificar:

**a. Por su finalidad:**

- Piadosa: cuando se practica con el fin de aliviar los dolores y sufrimientos de un enfermo

**b. Por sus medios:**

- Positiva: (muerte por omisión o acción) cuando una persona con fines eugenésicos actúa sobre el enfermo en forma directa, positiva o activa provocándole la muerte.
- Negativa: (muerte por omisión) cuando la persona deja de hacer algo que permite proseguir con la vida del enfermo, omite practicar o seguir practicando un tratamiento activo.

**c. Por sus intenciones:**

- Directa: se entiende que existe el deseo o intención en la persona de provocar la muerte directamente. Es querer y desear la muerte intencionada y deliberada. Supone que existe la intención directa de terminar con la vida por medio de un homicidio, suicidio o suicidio asistido.



- Indirecta: técnicamente no es Eutanasia y su juicio moral es aceptable y positivo. Se considera que la muerte no es querida ni deseada en su intención pero sobreviene a causa de los efectos secundarios del tratamiento paliativo del dolor. Supone que aliviar el dolor siempre es filantrópico y caritativo, aunque como efecto secundario de la terapia se produzca la muerte.

### **d. Por su voluntariedad:**

- Voluntaria: la solicita el paciente por palabra o por escrito a través de un tratamiento biológico. Puede pedir medios positivos o negativos. Si el paciente es menor o está discapacitados puede solicitarla el padre tutor o familiar.
- Involuntaria: se aplica sin el consentimiento del paciente.

### **e. Por su actividad:**

- Pasiva: éste es un término mal utilizado por los medios de comunicación y a lo único que se refiere es a la muerte natural, suspendiéndose el uso de los instrumentos de apoyo de vida o el suministro de medicamentos para que se dé una muerte completamente natural que no contraria en nada la ley natural.
- Activa: este término se refiere a la muerte que se ocasiona de una manera directa para poner fin al sufrimiento del paciente.

### 3.5.3 Muerte cerebral

“La utilización de respiradores en pacientes que habían perdido el conocimiento irreversiblemente se estaba convirtiendo en un problema para los jefes de las unidades de cuidados intensivos. Empezaron a tener pesadillas con salas llenas de pacientes irreversiblemente inconscientes, en las que cada uno de ellos necesitaba no sólo un respirador y una cama, sino también una asistencia médica especializada. Para la familia, el respirador prolongaba la agonía. Si la persona que querían ya no podría recuperar nunca el conocimiento, éste ya se había ido para siempre. Sin embargo, no estaba muerta y, por lo tanto, no podían aliviar su dolor con los habituales rituales de muerte, entierro y luto”, escribe el filósofo australiano Peter Singer, especialista en bioética, en su libro “Repensar la vida y la muerte. El derrumbe de nuestra ética tradicional”.

Fue esta la situación en la que se planteó la necesidad de contar con un criterio que sirviera para decidir si a un paciente que había perdido irreversiblemente la conciencia, pero que mantenía aún sus funciones vitales gracias al respirador artificial, estaba vivo en términos médicos.

Esta situación se tornó más crítica ante la posibilidad de realizar trasplantes de corazón, para lo que es necesario que el órgano se extraiga lo antes posible, luego del deceso del potencial donante. “Ante la posibilidad de realizar trasplantes de corazón, de repente se consideró desde otro punto de vista a los males de pacientes en permanente estado de inconsciencia que llenaban las salas de los hospitales de todo el mundo. En vez de ser una carga cada vez más intolerable para los recursos del hospital, se podían convertir en un medio para salvar la vida de otros pacientes”, recuerda Singer.

A tan sólo un mes del primer trasplante de corazón realizado por Barnard, se creó el llamado “Comité Ad Hoc de la Facultad de Medicina de Harvard para Examinar la

Definición de Muerte Cerebral”, también conocido como “Comité sobre la Muerte Cerebral de Harvard”, compuesto por diez médicos, un historiador, un abogado y un teólogo.

Luego de deliberar, en agosto de 1968 este comité publicó en el Journal of American Medical Association su definición de que la muerte cerebral (o coma irreversible) debe ser utilizada como sinónimo de muerte. En dicho informe, el comité argumentaba de esta forma sus decisiones: “Nuestro principal objetivo es definir el coma irreversible como un nuevo criterio de muerte. Hay dos razones por las que es necesaria una definición. Primero, los avances en los métodos de resucitación y mantenimiento de la vida han dado como resultado esfuerzos cada vez mayores para salvar a aquellos que sufren lesiones graves. A veces estos esfuerzos sólo tienen un éxito parcial, y el resultado es un individuo cuyo corazón continúa latiendo, pero cuyo cerebro está irreversiblemente dañado. La carga que supone para los pacientes que sufren una pérdida permanente del intelecto, para sus familias, para los hospitales y para aquellos que necesitan las camas hospitalarias que ocupan estos pacientes en coma es grave. Segundo, los criterios obsoletos para definir la muerte pueden causar controversia a la hora de conseguir órganos para trasplante”.

Si bien la muerte cerebral ha sido adoptada como concepto de muerte en casi todo el mundo desarrollado (Japón es la excepción), esta conceptualización también deja serios dilemas médicos sin resolver, por lo que existen quienes plantean la necesidad de revisar el concepto de muerte.

“Ahora, el coma irreversible como resultado de una lesión cerebral permanente no es de ningún modo lo mismo que muerte de todo el cerebro argumenta Peter Singer, un acérrimo enemigo del concepto de coma irreversible como sinónimo de muerte. La lesión permanente de las partes del cerebro responsables de la conciencia puede conducir a un estado que se conoce como estado vegetativo persistente. En estas personas, el tronco encefálico y el sistema nervioso central siguen funcionando, pero se ha perdido irreversiblemente el conocimiento. Hoy en día ningún sistema jurídico considera muertas a las personas en estado vegetativo persistente”.

“¿Por qué deberíamos elegir entonces la muerte del cerebro como el único rasgo determinante de muerte, en vez de la muerte de los riñones o del corazón, cuando se puede reemplazar la función de todos ellos? La respuesta es que no son realmente las funciones integradoras y coordinadoras del cerebro las que hacen que su muerte sea el final de todo lo que valoramos, sino más bien su asociación con la conciencia y la personalidad”.

Para Singer, la muerte cerebral es tan sólo una “ficción práctica” que permite salvar órganos para trasplante y suprimir tratamientos médicos inútiles.

### **3.5.4 Casos clínicos de eutanasia**

#### **a. Donald Herbert**



Fig. 3.19 Donald Herbert

La súbita recuperación de Donald Herbert, en estado semi-vegetativo desde diciembre de 1995, ocurrido en Estados Unidos ha vuelto a reabrir el debate en torno a la eutanasia. Tras haber sufrido hace doce años un accidente en acto de servicio que le dejó primero en coma y después en una larga fase de “tenue consciencia”, el bombero Donald Herbert se recuperó inesperadamente el pasado 30 de abril en la residencia de la localidad de Orchard Park, Nueva York, donde estaba ingresado.

Herbert, de 43 años de edad, quedó sepultado bajo una lluvia de escombros cuando intentaba con sus compañeros sofocar un incendio en Búfalo el 29 de diciembre de 1995. El bombero permaneció sin oxígeno alrededor de seis minutos, lo que le dejó en un estado de coma durante dos meses y medio.

Posteriormente recuperó un hilo de conciencia, pero aparentemente no reconocía a nadie, su visión quedó también afectada por el accidente y se ha pasado los días sentado en un sillón o en una silla de ruedas y con la vista fija en un televisor.

Sin embargo, hace dos años recuperaba de forma espontánea la capacidad de comunicarse. “Quiero hablar con mi esposa”, dijo de repente ante el estupor de las enfermeras que le atendían y que nunca, cuando le preguntaban, le habían oído articular más que algún que otro aislado “sí”, o “no”. “¿Cuánto tiempo he estado lejos?”, preguntó a continuación el ex bombero, que creía que habían pasado tan sólo unos tres meses desde el accidente.

Su mujer, Linda, así como sus cuatro hijos y otros familiares y amigos se reunieron inmediatamente con él y permanecieron hablando durante 16 horas seguidas, hasta que volvió a entrar en un profundo sueño que se alargó unas 30 horas.

### b. Erika Sotelo



Fig. 3.20 Erika Sotelo antes del accidente

Carlos Abarca, un motorista de Carabineros retirado hace 4 años de la institución policial, es esposo de Erika Sotelo desde hace veintinueve años, pero desconectada de este mundo en el Hospital de Neurología del Salvador desde hace doce. Tiene la mirada perdida, su rostro se desfigura a ratos como si sintiera algún dolor o malestar, y mantiene sus manos recogidas. Cierra los ojos, y luego los vuelve a abrir, en un ritmo sin sentido de sueño y vigilia.

Hace exactamente doce años que la conciencia de Erika vaga en otra parte. Vidas paralelas pero muy distintos destino. El 3 de marzo de 1995, por culpa de una supuesta negligencia médica, ella quedó en “estado vegetativo persistente”.

Desde ese día “en que todo se rompió” –como dice Carlos–, sus únicos cables a tierra son una sonda gástrica, por la que recibe los alimentos y líquidos que la mantienen viva, y un pequeño tubo que se asoma por su pecho –una traqueotomía–, que le permite respirar.

Fue en noviembre de 1994 Erika tuvo que internarse en el Hospital del Salvador “para hacerse un raspaje porque tenía miomas”, recuerda su esposo.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

Todos pensaron que el problema había quedado resuelto, pero las persistentes hemorragias que ella sufría alertaron a los médicos, quienes indicaron que lo mejor era extraerle el útero.

Mientras le suministraban la anestesia, ella sufrió un paro respiratorio que, junto con dañar gravemente su cerebro por la falta de oxígeno, la dejó en estado vegetal para siempre. “Me dijeron que había sido algo fortuito, pero después, indagando, supimos que hubo problemas y ahora esto es materia de una demanda ante la justicia. Yo creo que le pusieron una sobredosis de anestesia”, comenta Carlos.

“Cuando le doy un beso y la rozo con el bigote, se ríe. También cuando le hago cosquillas. Y si llego a verla y me pongo a conversar con las enfermeras, se inquieta, como si me escuchara. Pero no puedo decir que alguna vez me haya apretado la mano, comenta con resignación su marido”.

Su familia, a través del abogado Tomás Zamora, interpuso una demanda civil en contra del Servicio de Salud Oriente –del cual depende el Hospital del Salvador– por “falta de servicios”. El 13° Juzgado Civil de Santiago falló el 26 de diciembre de 2001 a favor de la familia y condenó al servicio a pagar \$30 millones por daños morales.

Sin embargo, los parientes de Erika apelaron pues esperan una indemnización de \$300 millones. También se entabló una querrela criminal por negligencia en contra de los médicos que la atendieron, pero el caso no prosperó y se sobre selló temporalmente.

Según los antecedentes del abogado Zamora, hubo fallas de procedimiento durante la aplicación de la anestesia. “Cuando el anestesista se dió cuenta que a Erika le faltaba oxígeno, comenzaron las maniobras, pero se demoraron 15 minutos en intentar intubarla. Hubo cuatro intentos en circunstancias que, según las recomendaciones médicas, si al segundo no resulta, se debe hacer un procedimiento de emergencia, como una

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

traqueotomía. Finalmente, producto de no haber recibido oxígeno durante 15 minutos, ella quedó en estado vegetal”.

El profesional añadió que “mientras no esté a firme el fallo respecto del servicio de salud, lo mínimo es que por ética el hospital mantenga a Erika con los cuidados médicos que corresponden”.

Carlos Abarca jamás se ha planteado la posibilidad de cortarle el alimento a Erika. “Nunca”, dice enfático. Sería terrible pensar en algo así. Es como matar a una persona. Ella está existiendo, tiene su corazón bueno, está respirando y lo que estamos haciendo es alimentarla. Sólo Dios sabe hasta cuándo vivirá. Nadie tiene el derecho de quitarles la vida a los demás. Sólo Dios dice “hasta aquí llegamos”.

Y añade que “tampoco me he planteado que Dios se la lleve para tener una vida más tranquila. Si tengo que cuidarla y gastar lo que sea, lo seguiré haciendo y no es algo que me duela. Siento la satisfacción de que ella está bien y que no le falta nada”.



Fig. 3.21 Erika Sotelo después del accidente



### c. Ramón Sampedro



Fig. 3.22 Ramón Sampedro

En España un hombre tetrapléjico desde hace 30 años, llevaba más de 25 años exigiendo a la justicia su derecho a poner fin a su vida con la eutanasia; desde 1968, cuando un accidente le quebró la séptima vértebra y quedó postrado para siempre. El 12 de enero de 1998 murió y a los pocos días se descubrió, ante la conmoción de todo el país, que había fallecido tras un suicidio asistido con cianuro.

Sampedro llegó a la Comisión de Derechos Humanos para pedir que se escuchara su petición. Pero en España, así como en la gran mayoría de países del mundo, la eutanasia no es legal. Sólo en el norte de Australia, una ley federal permitió poner fin a la vida de los enfermos terminales, pero esta ley fue derogada a los seis meses de aprobada.

El caso de Ramón Sampedro abrió nuevamente el debate sobre un tema tan polémico. Hoy la justicia española está buscando a los amigos que lo ayudaron a realizar su deseo.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

Repartió 11 llaves entre sus amigos. Y a cada cual le encomendó una tarea: uno compró el cianuro; otro lo analizó; el siguiente calculó la proporción de la mezcla; una cuarta persona lo trasladó de lugar; el quinto lo recogió; el sexto preparó el brebaje; el séptimo lo introdujo en un vaso; el octavo colocó la pajita para que Ramón, imposibilitado del cuello para abajo, pudiera beberlo; el noveno lo puso a su alcance. Una décima mano amiga recogió la carta de despedida que garabateó con la boca. Y otra, tal vez la más importante, se encargó del último deseo de aquel hombre que quería morir: grabar en vídeo el acto íntimo de su muerte.

De esta manera abandonó el tetrapléjico Ramón Sampedro el mundo de los vivos, después de tres décadas de lucha incansable por el reconocimiento legal de la eutanasia.

Acudió a la justicia. Pidió a los juzgados de Barcelona y La Coruña que le permitieran rechazar las sondas con las que se alimentaba, o que los médicos pudieran recetarle fármacos sin incurrir en un delito de ayuda al suicidio, castigado con penas de entre dos y cinco años de cárcel.

Estos dos tribunales de primera instancia denegaron su petición; después recurrió, también sin éxito, ante las audiencias de Barcelona y La Coruña. La negativa del Tribunal constitucional a admitir uno de sus recursos de amparo lo condenaron a vivir.

A partir de ese momento fue consciente de que su muerte sólo podría ser clandestina, y que quienes le ayudaran a morir serían perseguidos por la justicia. Así que trazó un plan minucioso para protegerlos, ninguno de los actos de los 11 amigos que participaron en su muerte puede considerarse un delito en sí mismo. Pero nadie en este círculo supo que hizo el otro, ni cuándo, ni cómo.

### d. El dilema de Terri Schiavo: Muerte cerebral contra vida física



Fig. 3.23 Terri Schiavo en el hospital

Los informes noticiosos han trazado paralelos con casos como los de Karen Quinlan de Nueva Jersey en los años setenta y Nancy Cruzan de Missouri a principios de los noventa. Pero en esos casos, los miembros de la familia estuvieron de acuerdo en que las jóvenes deberían ser desconectadas de los dispositivos que las mantenían con vida.

El caso de Schiavo es mucho más complicado porque los miembros de la familia están sumidos en un rotundo desacuerdo en cuanto a lo que podría significar la palabra “estar viva” para Schiavo.

Según los expertos, su condición siempre se ha ubicado en una especie de zona gris entre muerte cerebral y vida física.

Los médicos aseguran que la mujer de Florida de 41 años se encuentra en un “estado vegetativo permanente” desde hace quince años, desde que su corazón se detuvo temporalmente debido a un desequilibrio químico, que se cree fue causado por un trastorno alimenticio.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

Desafortunadamente, “esa es la naturaleza del estado vegetativo y eso es lo que desconcierta a los familiares y al equipo médico que cuidan de ella”, explicó el Dr. Timothy Quill, profesor de medicina, psiquiatría y humanidades médicas del Centro Médico de la Universidad de Rochester en esa ciudad del estado de Nueva York.

“La base de su cerebro, encargada de las funciones corporales básicas, se encuentra intacta”, continuó Quill, autor de un comentario sobre el caso Schiavo publicado en la edición del 25 de marzo de 2005 del *New England Journal of Medicine*.

Sin embargo, las escanografías cerebrales iniciales indicaron que la corteza cerebral de Schiavo, esa parte del cerebro encargada de las funciones cognitivas superiores, quizá dejó de funcionar poco después del paro cardíaco que la llevó al hospital en 1990. Los médicos también concuerdan en que, en este momento, no hay esperanzas de recuperación para Schiavo.

Según Quill y otros especialistas, la corteza cerebral contiene todas aquellas cosas que nos otorgan nuestra humanidad básica, nuestra personalidad, la capacidad para interactuar y comunicarnos, nuestra conciencia y los recuerdos.

En ese sentido, dijo, Terri Schiavo ha estado “ausente” desde 1990, aunque su cuerpo, su rostro y sus ojos sigan en movimiento. “El asunto para cualquier neurólogo que la examina es ‘¿será que estos movimientos están relacionados con algo de su entorno?’” aseguró Quill. “Y el consenso es, por parte de muchos de los neurólogos que la han visto, es que no existe relación, independientemente de lo que piense la familia”.

Gregory Pence, profesor de filosofía y ética médica de la Universidad de Alabama en Birmingham, ha estado siguiendo el caso de Schiavo durante años. Estuvo de acuerdo con Quill en que Schiavo quizá ya ha perdido cualquier semblanza de conciencia humana.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

Además, sostuvo que incluso si cualquier rezago de corteza que funcione sobreviva, la pregunta vuelve a ser “¿Qué hubiera querido Terri?”

“Supongamos que le queda un mínimo de conciencia que intenta darle sentido a un mundo confuso. No lo lograría. No hay sentido de diligencia”, dijo Pence. “Sería como estar en el fondo de una piscina y tratar de ver la luz”. “¿Qué querría ella entonces?” se preguntó. “¿qué querría cualquier persona razonable?”, Quill recalcó que, a pesar de la falta de evidencia de cualquier actividad eléctrica en su corteza cerebral, técnicamente Schiavo no está muerta cerebralmente.

“En la muerte cerebral, la corteza no funciona, como es el caso de Terri Schiavo, sino que también la base del cerebro no funciona”, explicó. Los neurólogos concuerdan en que la paralización tanto de la corteza como de la base del cerebro constituyen “una razón médica para suspender el tratamiento”, sostuvo.

Sin embargo, como la base del cerebro de Schiavo todavía funciona y, aunque “sigue habiendo mucha discusión, no hay ningún consenso [entre los expertos] de que esto constituya la muerte”, aseveró Quill.

Esto significa que los pacientes como Schiavo están en un limbo ideológico y médico, en algún lugar entre la vida y la muerte. “Yo quisiera enfatizar, de todos modos, que esto no significa que ya no sea más una 'persona', porque sigue teniendo su dignidad y debe ser respetada”, advirtió Quill.

En el caso Schiavo, su esposo, Michael, ha alegado durante años que el deseo de su esposa, que no quedó por escrito, era no ser mantenida viva de manera artificial. Sus padres, Bob y Mary Schindler, insisten en que Terri algún día podría mejorar.

No sólo los juzgados podrían estar involucrados, sino también el Congreso y la legislatura. Y la peor pesadilla para todo el mundo es que estos grupos estén involucrados en una decisión que es personal y médica.

### **3.6 Análisis ético y moral de casos clínicos**

#### **3.6.1 Estudio de casos**

El método del caso se define como un diálogo metódico sobre situaciones reales. Enseñanza por descubrimiento la cual utiliza racionalidad, es un método social de aprendizaje que tiene por objetivo plantear soluciones a las situaciones propuestas. Dicho método plantea las siguientes preguntas basándose en diferentes enfoques:

1. ¿Qué haría yo si fuera responsable de esa situación? - Individual
2. Discusión en equipo - Equipo
3. En sesión plenaria - Todo el grupo
4. Situación real. (Final o concluyente)

Es un diálogo metódico sobre situaciones reales.

- Análisis de los hechos distinguiéndolos de las diferencias entre opiniones
- Síntesis de los problemas y su jerarquía
- Análisis de las soluciones posibles
- Síntesis de la decisión

Hay soluciones que no son posibles porque los hechos no lo permiten por lo que se analizan hechos, se conjugan situaciones y se define la decisión final.

### **3.6.2 Análisis de casos**

Para poder analizar los casos utilizando este método se requiere contar con las siguientes habilidades:

- Habilidad para percibir claramente el significado y relaciones potenciales entre hechos tanto de personas como de cosas
- Capacidad para hacer juicios sanos basados en esas percepciones
- Destreza para comunicar en forma oral o escrita sus juicios a otras personas, de tal forma que produzcan los resultados deseados en el campo de la acción

Para resolver los casos generalmente se utilizan los siguientes pasos:

1. Análisis de los hechos mas significativos con el objetivo de diferenciar los hechos de las opiniones por lo que se recomienda leer rápidamente el caso, tomando notas, subrayando los hechos mas importantes, tomando en cuenta la cronología de los hechos, los aspectos importantes, las situaciones en conflicto y exponiendo brevemente lo que está pasando y los resultados que se obtuvieron con esos hechos.

2. Realizar la síntesis del o los problemas y determinar su jerarquización, es decir identificar las áreas problema, fundamentarlo con hechos tal jerarquización, utilizando evidencias para diagnosticar las áreas problemas. Declarar el problema principal en una sola oración y jerarquizar los problemas menores. Separarlos entre importantes y urgentes.
  
3. Análisis de las posibles soluciones realistas, para generar soluciones realistas y posibles (factibles), se debe evaluar cada una de ellas a la luz de los criterios de valoración. Listando los pros y contras para cada alternativa, considerando los pros y contras, con el fin de escoger la mejor decisión posible y establecer la decisión final. Llegar a esta decisión es bastante complicado porque no hay una solución única, pero la solución determinada hay que llevarla a la práctica. Hacer una lista de preguntas acerca de la factibilidad de la solución determinada para así poder desarrollar la defensa de cada punto y no dejar alguno débil en argumentos.
  
4. Establecer el plan de acción y elaborar un plan de contingencia.

### **3.6.3 Posiciones frente a la eutanasia**

#### **a. Religión**

La Iglesia Católica Romana, la Luterana y la Episcopal han emitido declaraciones formales opuestas a la eutanasia y al suicidio asistido. Los grupos de fe Evangélica y Fundamentalista están también en desacuerdo con estas prácticas. La Asociación Unitaria - Universalista, un grupo liberal, emitió una declaración en 1988 a favor de la eutanasia y, si hay condiciones adecuadas, del suicidio asistido. Declaraciones similares han sido hechas por la Iglesia Unida de Cristo y la Iglesia Metodista.



Las otras Iglesias parecen divididas en este punto. La mayoría de los cuerpos religiosos no se oponen a la eutanasia pasiva que no es más que dejar que la muerte se produzca de una manera natural sin aplazarla ni acelerarla.

### **b. Jurídico**

Todos tienen derecho a la vida y a la integridad física y moral sin que en ningún caso puedan ser sometidos a torturas ni a penas o tratos inhumanos o degradantes. Queda abolida la pena de muerte.

### **c. Posiciones que pretenden justificar la eutanasia**

Se suelen presentar las siguientes razones en pro de la eutanasia voluntaria positiva:

1. La vida de una persona que sufre de una enfermedad terminal ha venido a ser inútil para su familia, para la sociedad y para el mismo paciente. Una persona sana no debe cometer suicidio porque tiene muchos deberes para con su familia, la sociedad y su propio desarrollo. Por el contrario, una persona que sufre de una enfermedad terminal no tiene ya más deberes que cumplir, sencillamente porque se encuentra en incapacidad de hacer algo por sí misma o por los demás. Nadie saca ningún provecho de que su vida continúe, cargada como está con el peso del sufrimiento. Por tanto es razonable afirmar que tal persona se encuentra justificada para poner fin a su propia vida, por su cuenta o con la ayuda de los demás.
2. Cuando uno se encuentra ante dos males, tiene que escoger el mal menor. La prolongación de un sufrimiento inútil es un mal mayor que el procurarse una muerte inmediata, que de todas maneras pronto iría a sobrevenir.

3. Resulta inhumano e insensato conservar en vida a un paciente terminal cuando él ya no quiere vivir más, y una simple inyección podría poner fin a su lamentable estado, sin dolor.
4. Una persona puede razonablemente concluir que el hombre es el dueño de su propia vida. En consecuencia, puede decidir libremente poner fin a su propia vida, por su cuenta o con la ayuda de otros, cuando ya no tiene más deberes que cumplir con respecto a su familia y a la sociedad.
5. La libertad del hombre para obrar no debe cohibirse a menos que haya razones convincentes de que su libertad entra en conflicto con los derechos de los demás. Ahora bien, no puede demostrarse tal conflicto en el caso del enfermo terminal. Por tanto tal persona tiene el derecho a morir como ella escoja.
6. La eutanasia voluntaria positiva es un acto de delicadeza para con la propia familia y para con la sociedad, ya que el enfermo terminal decide no seguir siendo oneroso para ellos prolongando su enfermedad, con los consiguientes costos y todo el trabajo de cuidar a un paciente enfermo de gravedad. Es mejor liberar los escasos recursos médicos y financieros para que se empleen en curar a aquellas personas que pueden llevar una vida útil.

### **d. Valoración desde diferentes teorías éticas**

#### **1. Utilitaristas**

Para los utilitaristas la Eutanasia se muestra como una opción más práctica en el caso que se presente una existencia marcada por el dolor y sin posibilidades de felicidad. Desde esta perspectiva, la eutanasia es buena dados los dolores que se le quitan a quien los está sufriendo, se disminuyen los daños a la sociedad y se termina con una “carga” para la familia.

#### **2. Kant**

A Kant no le importa la singularidad, el suicidio es malo porque viola deberes de consigo mismo, el respeto por nosotros mismos. Frente a la eutanasia tiene en cuenta la potencialidad de ese ser humano que se quita la vida, las posibilidades de desarrollo de sus capacidades. La vida no vale por sí misma, sino en función de un proyecto de vida ligado con una libertad y una autonomía, ésta se justifica si permite la base material para una vida digna.

### **e. Valoración personal**

La eutanasia es una forma de poner fin a la vida de una persona enferma que desea morir y no se vale por sí misma para suicidarse, por lo que necesita ayuda de un tercero. Ahí se genera el problema, porque hay gente que dice que esa tercera persona es un asesino por haber matado a ese enfermo, y hay gente que dice que “toda persona tiene derecho a una muerte digna” por lo que les parece bien la eutanasia. Yo me incluyo en estos últimos, porque pienso que no merece la pena prolongar la vida de una persona si esta no quiere seguir viviendo, y no se puede suicidar sin ayuda de otro.

Por otra parte hay que ponerse en el caso de los enfermos que llevan años y años postrados en una cama sin poder mover nada más que su cabeza. Estas personas se encuentran en una situación muy lamentable, por lo que es normal que pidan la eutanasia a gritos. Las personas que la critican dicen que es inmoral, cosa que yo no creo, porque nadie tiene por qué sufrir.

¿Por qué no contar con una ley que permita morir con dignidad?

No se necesitan nuevas leyes. Ningún médico ha sido sometido a juicio en los E.U. por permitir que un paciente muera una muerte natural. Cuando existe seguridad de que un paciente está muriendo, los médicos pueden y deben usar su criterio para decidir si van a continuar realizando o no ciertos esfuerzos terapéuticos que no han podido curar al paciente y que, llegado el caso, pueden servir para posponer la muerte. La única obligación del médico, entonces, es mantener al paciente confortable y permitir que muera en paz.

En el pasado, los médicos fueron depositarios de la confianza de los pacientes porque todos sus esfuerzos estaban destinados a la curación. Pero si los médicos empiezan a practicar una medicina de exterminación y comienzan a matar, entonces el factor absolutamente esencial en la relación médico- paciente -una confianza total- quedará destruido.

¿Qué se puede decir de las “disposiciones de vida”?

Esta denominación es equivocada, porque no tienen nada que ver con la vida y todo con la muerte. Tampoco representan una disposición sino que son, más bien, “deseos para el momento de la muerte” o “directivas para la muerte”. El movimiento Right to Life está de acuerdo con que cada persona que lo desee puede dejar firmada una de ellas, pero se opone totalmente a hacerlas obligatorias por ley.

¿Por qué oponerse a convalidar legalmente los “deseos para el momento de la muerte”?

La Sociedad para la Eutanasia fue la que puso en marcha la idea, de modo que esto debería llevarnos a reflexionar:

- No puede darse un consentimiento después de haber recibido una información genérica y en relación con un problema desconocido del futuro.
- No hace falta legislación; ya tenemos suficiente intervención gubernamental.
- Un paciente consciente siempre puede negarse a recibir un tratamiento.
- Muchos pacientes cambian de opinión. Con un documento firmado que implique una obligación legal, podría ser demasiado tarde.

¿Cuál es el significado exacto de expresiones como “enfermedad Terminal” o “medios artificiales”, o “razonable expectación”, o “significativo”, o “medidas heroicas”? Estas definiciones cambian con el tiempo y difieren para cada caso.

¿Qué está pasando en los tribunales?

Un paso importante en tal sentido se dió cuando varios jueces redefinieron el término “tratamiento” para que incluyera alimentos y agua. Y sobre esta base, autorizaron la interrupción del “tratamiento” en el caso de ciertos pacientes.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

Estos pacientes no tenían dolor, no estaban moribundos, sino que se hallaban ¿permanentemente? en coma y se los alimentaba por medio de una sonda nasogástrica. Cuando se les dejó de dar alimentos y agua, murieron.

¿Existe alguna alternativa para la eutanasia?

La alternativa real para la eutanasia es cuidar con amor y adecuadamente a los moribundos. Un nuevo concepto para el manejo de estas personas surgió en Inglaterra, en donde instituciones llamadas hospicios se encargan de proporcionar un cuidado compasivo y calificado a estos pacientes. Este concepto se extendió a otros países en los que se tuvo una rápida aceptación.

“Una vez que un paciente se siente bienvenido y no una carga para otros, una vez que su dolor ha podido ser controlado y se han aliviado otros síntomas hasta llevarlos por lo menos a proporciones manejables, entonces el clamor por la eutanasia desaparece. No es que la cuestión de la eutanasia sea correcta o equivocada, deseable o repugnante, práctica o impracticable, sino simplemente que se trata de algo irrelevante. La alterativa es un cuidado adecuado, y este cuidado puede ponerse a disposición de todos desde el momento en que comience a brindarse una adecuada instrucción a los estudiantes de medicina en los hospitales docentes. Si nosotros fracasamos en esta obligación de dar cuidado, entonces no recurramos a los políticos para que nos saquen de esa intrincada situación”. Tres cuestiones complejas están presentes en el debate de la eutanasia: el consenso democrático, la dignidad de la persona humana y la autonomía personal.

El consenso convierte el principio legislativo en la única fuente de verdad y de bien, y deja la vida humana a merced del número de votos emitidos en un Parlamento. Las legislaciones sobre el aborto, la clonación humana, la fecundación extracorpórea y la experimentación embrionaria son consecuencia de la aplicación del principio de las mayorías.

Los derechos humanos no son otorgados por el número de votos obtenidos, ni por la sociedad, ni por los partidos políticos, aunque deben siempre reconocerlos y defenderlos. No se basan tampoco en el consenso social, ya que los derechos los posee cada persona, por ser persona. Las votaciones parlamentarias no modifican la realidad del hombre, ni la verdad sobre el trato que le corresponde.

Ninguna vida carece de valor. El hecho de nacer y el de morir no son más que hechos y sólo hechos, adornados naturalmente de toda la relevancia que se quiera. Precisamente por ello no pueden ser tenidos como dignos o indignos según las circunstancias en que acontezcan, por la sencilla y elemental evidencia de que el ser humano siempre, en todo caso y situación es excepcionalmente digno, esté naciendo, viviendo o muriendo.

Legalizar la eutanasia es una declaración de derrota social, política y médica ante el enfermo que no acabará con las perplejidades de la vida, ni de la muerte, ni con las dudas de conciencia de los médicos, de los pacientes y de los familiares.

### **f. Autonomía personal**

“El derecho a morir no está regulado constitucionalmente, no existe en la Constitución la disponibilidad de la propia vida como tal” Si existiera este derecho absoluto sobre la vida, existirían otros derechos como la posibilidad de vender tus propios órganos o aceptar voluntariamente la esclavitud.

La autonomía personal no es un absoluto. Uno no puede querer la libertad sólo para sí mismo, ya que no hay ser humano sin los demás. Nuestra libertad personal queda siempre conectada a la responsabilidad por todos aquellos que nos rodean y la humanidad entera. La convivencia democrática nos obliga a someternos y a aceptar los impuestos, las normas y las leyes que en ningún momento son cuestionados como límites a la libertad personal. ¿Por qué no queremos descubrir un bien social en la protección legal de la vida en su finitud?

¿Qué cultura dejaremos a nuestros hijos si les transmitimos que los enfermos no merecen la protección de todos? ¿Cómo queremos morir?

Todos queremos una buena muerte, sin que artificialmente nos alarguen la agonía, ni nos apliquen una tecnología o unos medios desproporcionados a la enfermedad.

Todos queremos ser tratados eficazmente del dolor, tener la ayuda necesaria y no ser abandonados por el médico y el equipo sanitario cuando la enfermedad sea incurable.

Todos queremos ser informados adecuadamente sobre la enfermedad, el pronóstico y los tratamientos que dispone la medicina, que nos expliquen los datos en un lenguaje comprensible, y participar en las decisiones sobre lo que se nos va a hacer.

Todos queremos recibir un trato respetuoso, que en el hospital podamos estar acompañados de la familia y los amigos sin otras restricciones que las necesarias para la buena evolución de la enfermedad y el buen funcionamiento del hospital.

### **g. Papel del médico**

El acto médico se basa en una relación de confianza donde el paciente confía al médico el cuidado de su salud, aspecto primordial de su vida, de sí mismo. En la relación entre ambos no puede mediar el pacto de una muerte intencionada. La eutanasia significará el final de la confianza depositada durante milenios en una profesión que siempre se ha comprometido a no provocar la muerte intencionalmente bajo ningún supuesto.

La eutanasia deshumanizará la medicina. Solamente desde el respeto absoluto es posible concluir que todas las vidas humanas son dignas, que ninguna es dispensable o indigna de ser vivida.



La eutanasia frenará el progreso de la medicina. Los médicos se irán volviendo indiferentes hacia determinados tipos de enfermedad, no habrá razones para indagar en los mecanismos patogénicos de la senilidad, de la degeneración cerebral, del cáncer en estadio terminal, de las malformaciones bioquímicas o morfológicas, etc.

La solución pasa por dar un cuidado integral a quien pronto va a morir, tratándole tanto los sufrimientos físicos como los sufrimientos psíquicos, sociales y espirituales.

Este es el fundamento de la Medicina Paliativa que desde la perspectiva del respeto absoluto debido a toda persona y ante los límites terapéuticos de la propia medicina, pasa a controlar los síntomas de la enfermedad, especialmente la presencia de dolor, acompañando al enfermo hasta la muerte.

### **h. Sedación terminal**

“Se entiende por sedación terminal la administración deliberada de fármacos para producir una disminución suficientemente profunda y previsiblemente irreversible de la conciencia en un paciente cuya muerte se prevé próxima, con la intención de aliviar un sufrimiento físico y/o psicológico inalcanzable con otras medidas y con el consentimiento explícito, implícito o delegado del paciente”. El recurrir al consentimiento implícito o delegado cuando el paciente puede conocer la información quita al moribundo su derecho a afrontar el acto final de su vida: su propia muerte. La familia y el médico suplantán y despojan al enfermo del conocimiento de esta decisión.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

El verdadero respeto a los derechos del paciente pasa por hacerlo partícipe de las decisiones sobre su cuidado, aunque éstas hayan de pasar por una información desagradable.

La sedación terminal es éticamente correcta cuando:

- El fin de la sedación sea mitigar el sufrimiento.
  
- La administración del tratamiento busque únicamente mitigar el sufrimiento y no la provocación intencionada de la muerte.
  
- No haya ningún tratamiento alternativo que consiga los mismos efectos principales sin el efecto secundario que sería el acortamiento de la vida. Entonces la acción es correcta y éticamente aceptable.
  
- La sedación terminal es correcta únicamente cuando se busca mitigar el sufrimiento del enfermo y no cuando la finalidad es acelerar su muerte. En este caso se trata de eutanasia activa.

### **i. Consecuencias de la despenalización de la eutanasia**

Las difíciles circunstancias que provocan algunas enfermedades o una experiencia familiar desagradable pueden ser causa de una posición personal a favor de la eutanasia. Pero los casos extremos no generan leyes socialmente justas, por las dificultades que estos mismos comportan.

Los casos extremos son utilizados y presentados como irresolubles, por lo que si hoy aceptamos matar intencionadamente a un paciente como solución para un problema, mañana podremos hallar una centena de problemas para los cuales matar sea la solución.

Un antecedente de lo expuesto puede considerarse en las consecuencias de la despenalización del aborto bajo los tres supuestos o excepciones a la norma en la ley del aborto de 1985: por violación, por malformaciones fetales o congénitas y por el peligro para la salud física o psíquica de la madre. El peligro para la salud psíquica de la madre se ha convertido en un cajón de sastre donde cabe todo ya que el 97,83% de los motivos se acogen a este supuesto. Hoy ya nadie habla del derecho a la vida de los no nacidos y el aborto se ha convertido en una práctica médico-social habitual sin control legal alguno en los supuestos contemplados por la ley.

Se habla del control absoluto del acto eutanásico ante su despenalización pero la evidencia es muy distinta pues el médico, si se despenaliza la eutanasia, tendrá impunidad para matar sin que nadie se entere.

### **j. ¿Qué pasará si se despenaliza?**

La despenalización de la eutanasia comportará una decadencia ética progresiva. Gonzalo Herranz describe en cuatro fases las situaciones por la que pasaremos en caso de ser despenalizada:

Se presentará la eutanasia como un tratamiento que sólo puede aplicarse en ciertas situaciones clínicas extremas, sometidas a un control estricto de la ley.

Tras pocos años, la reiteración de casos irá privando a la eutanasia de su carácter excepcional. La habituación se producirá con la idea de que es una intervención no carente de ventajas, e incluso una terapéutica aceptable. La eutanasia le ganará falazmente la

batalla a los cuidados paliativos por ser más indolora, rápida, estética, y económica convirtiéndose para el enfermo en un derecho exigible a una muerte dulce, para los allegados en una salida más cómoda, para algunos médicos un recurso sencillo que ahorra tiempo y esfuerzos, y para los gestores sanitarios una intervención de óptimo cociente costo/eficacia.

Para aquellos profesionales que acepten la eutanasia voluntaria, la eutanasia involuntaria se convertirá, por razones de coherencia moral, en una obligación indeclinable. Esta fase comporta la eutanasia involuntaria. El médico razona que la vida de ciertos pacientes capaces de decidir es tan carente de calidad, tienen tan alto costo, que no son dignas de ser vividas. Es muy fácil expropiar al paciente de su libertad de escoger seguir viviendo.

### **k. Razones políticas para decir no a la eutanasia**

El debate de la eutanasia pone al descubierto cuáles son deberes del Estado o políticos y cuáles son deberes personales.

La tutela de la vida humana es un deber político que no puede relegarse a la moral particular o privada de cada uno. La vida física es un bien universal que no puede ser amenazado por ninguna circunstancia.

Existen dos planos diferenciados:

#### **1. Jurídico-político**

Regula las relaciones entre los hombres - por la convivencia en paz, seguridad y libertad- y protege los bienes comunes de los que participamos todos y en los que la vida física de cada hombre es presupuesto necesario para la existencia de otros bienes.

No es un deber del Estado hacer bueno al hombre a través de las leyes civiles, pero sí proteger a todos los que pueden verse privados del derecho fundamental a la vida especialmente ante la vulnerabilidad que comporta la enfermedad.

### **2. Moral**

Regula los actos individuales. El presunto derecho al suicidio asistido es una opinión o deseo personal. Una cosa es el deseo que todos tenemos de morir bien y otra muy distinta despenalizar el acto intencionado de supresión de una vida: el homicidio.

El derecho a la protección de la vida física de cada persona y bajo cualquier circunstancia de enfermedad o de vejez es el fundamento que nos protege de los criterios éticos de los demás sobre la propia existencia, de la forma en cómo los otros “me ven”, e incluso de la moralidad particular de aquel que no descubre el respeto debido siempre al otro, como el médico que practica eutanasias.

### **1. Soluciones para el enfermo**

La solución a los sufrimientos que comporta la enfermedad no debe pasar por admitir el matar o la ayuda al suicidio de las personas enfermas. Matar nunca es una solución y aún menos el suicidio. El reto social y médico está en el desarrollo de una Medicina Paliativa eficaz, que admita la condición doliente del ser humano y que procure el control del dolor y el alivio del sufrimiento.

La verdadera alternativa a la eutanasia y al encarnizamiento terapéutico es la humanización de la muerte. Ayudar al enfermo a vivir lo mejor posible el último periodo de la vida. Es fundamental expresar el apoyo, mejorar el trato y los cuidados, y mantener el compromiso de no abandonarle, tanto por parte del médico, como por los cuidadores, los familiares, y también del entorno social.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

La eutanasia se basa en la desesperación y refleja la actitud de “ya no puedo hacer nada más por usted”. Hay que ayudar a vivir, pero no siempre es fácil; también habrá que dejar morir, pero matar es una solución demasiado sencilla.

La respuesta ante la petición de eutanasia no es la legalización sino una mejor educación y atención sanitaria y social.

La Medicina Paliativa procura responder a cualquier necesidad de los enfermos cuando se encuentran en una fase avanzada de la enfermedad o en situación terminal. La extensión de los programas de Cuidados Paliativos es muy importante para poder atender mejor a estos enfermos. Precisamente en España, el Plan Nacional de Cuidados Paliativos que están elaborando el Ministerio de Sanidad, el Insalud y los representantes de todas las comunidades autónomas, tiene como principal objetivo mejorar la calidad de vida de los pacientes en situación terminal.

La solución pasa por practicar una buena medicina, es decir, dar un cuidado integral a quien pronto va a morir, tratando tanto los sufrimientos físicos como los sufrimientos psíquicos, sociales y espirituales del enfermo.

Hay que ser respetuosos con la vida y también con la muerte. Al final de la vida, se deben suspender los tratamientos que según los conocimientos científicos no van a mejorar el estado del paciente; y únicamente se deben mantener los calmantes, la hidratación, la nutrición y los cuidados ordinarios necesarios, hasta el fin natural de la vida.

### **3.7 Problemas éticos en torno a la relación Ingeniería Biomédica y Medicina.**

En algunos países existe un aumento de las demandas por negligencia médica y las asociaciones médicas nacionales buscan los medios para hacer frente a este problema. En otros países, las demandas por negligencia médica son raras, pero las asociaciones médicas nacionales de dichos países deben estar alertas frente a los problemas y consecuencias que puede producir un aumento de las demandas contra médicos.

En esta declaración, la Asociación Médica Mundial desea informar a las asociaciones médicas nacionales sobre algunos de los hechos y problemas relacionados con las demandas por negligencia médica. Las leyes y los sistemas jurídicos en cada país, como las tradiciones sociales y condiciones económicas, influirán en la aplicación de ciertos elementos de esta declaración para cada asociación médica nacional. Sin embargo, la Asociación Médica Mundial estima que esta declaración debe ser de interés para todas las asociaciones médicas nacionales.

El aumento de demandas por negligencia médica puede ser el resultado, en parte, de una o más de las siguientes circunstancias:

- El progreso en los conocimientos médicos y de la tecnología médica permite que los médicos logren proezas que eran imposibles en el pasado, pero estos logros implican nuevos riesgos que pueden ser graves en varios casos.
- La obligación impuesta a los médicos de limitar los costos de la atención médica.
- La confusión entre el derecho a la atención, que es accesible, y el derecho a lograr y mantener la salud, que no se puede garantizar.

- El papel perjudicial que a menudo representa la prensa, al incitar la desconfianza en los médicos y cuestionar su capacidad, conocimientos, conducta y control del paciente, al sugerir a éstos que presenten reclamos contra los médicos.

Las consecuencias indirectas del desarrollo de una medicina defensiva, producidas por el aumento del número de demandas, se debe hacer una distinción entre la negligencia médica y el accidente durante la atención médica y el tratamiento, sin que haya responsabilidad del médico.

La negligencia médica comprende la falla del médico a la conformidad de las normas de la atención para el tratamiento de la condición del paciente, o falta de conocimiento, o negligencia al proporcionar la atención del paciente, que es la causa directa de un accidente al paciente.

Un accidente producido durante un tratamiento médico, que no se pudo prever y que no fue el resultado de falta de conocimiento por parte del médico tratante, es un accidente desafortunado del cual el médico no es responsable.

La indemnización de pacientes víctimas de accidente médico puede ser determinada hasta el punto que no existan leyes nacionales que prohíban esto, por sistemas diferentes si se trata de una negligencia médica o de un accidente desafortunado que ocurre durante la atención médica y el tratamiento.

En el caso de un accidente desafortunado sin responsabilidad del médico, la sociedad debe determinar si se debe indemnizar al paciente por el accidente y si es así, el origen de los fondos para cancelar dicha indemnización.



## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

Las condiciones económicas del país determinarán si existen dichos fondos de solidaridad para indemnizar al paciente, sin estar a expensas del médico.

Las leyes de cada nación deben prever los procedimientos necesarios a fin de establecer la responsabilidad de las demandas por negligencia médica y determinar la cantidad de la indemnización del paciente, en los casos en que se compruebe la negligencia.

Las asociaciones médicas nacionales deben considerar algunas o todas de las siguientes actividades, a fin de proporcionar un tratamiento equitativo y justo a pacientes y médicos:

- Para el público, campañas de información sobre los riesgos inherentes a ciertos tratamientos médicos y cirugía avanzados; para los profesionales, programas de formación sobre la necesidad de obtener un consentimiento informado de los pacientes sobre dichos tratamientos y cirugía.
- Campañas de sensibilidad pública para mostrar los problemas en medicina y la prestación de atención médica, según la estricta necesidad del control de los costos, además de campañas generales de la educación de la salud en el colegio y los lugares de reunión social.
- Elevación del nivel y de la calidad de educación médica para todos los médicos, incluyendo el mejoramiento de la formación clínica.
- Crear y participar en programas destinados a los médicos encargados de mejorar la calidad de la atención médica y de los tratamientos.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

- Implementar una política apropiada de formación para médicos que tienen conocimientos insuficientes, incluyendo una política de limitación del ejercicio profesional hasta que dichas insuficiencias sean corregidas.
- Informar al público y al gobierno sobre el peligro del desarrollo de diferentes formas de medicina defensiva (aumento de atención o, al contrario, abstención de médicos o incluso desinterés de parte de médicos jóvenes por ciertas especialidades a alto riesgo).
- Informar al público sobre la posibilidad de accidentes durante un tratamiento médico, que son imprevisibles y no son responsabilidad del médico, solicitar protección legal para los médicos cuando los pacientes sufren accidentes que no son resultado de negligencia médica.
- Participar en la creación de leyes y procedimientos aplicables a las demandas por negligencia médica. Oponerse firmemente a demandas poco serias y a cobros por contingencia de parte de los abogados.
- Explorar procedimientos innovativos para tratar las demandas por negligencia médica, como acuerdos entre las partes, en lugar de un proceso judicial.
- Promover la idea de que los médicos se aseguren contra demandas por negligencia médica, cancelando el seguro el mismo médico o el empleador si el médico está empleado.
- Participar en las decisiones relacionadas a la posibilidad de otorgar la indemnización de pacientes víctimas de accidentes sin negligencia médica durante el tratamiento. Hay que eliminar el sufrimiento humano, pero no al ser humano que sufre. Deben ser tratados como personas hasta el último momento.

## **Capítulo 4**

### **Necesidad de un Código Ético**

#### **4.1 Bioética: ética de la vida y vida de la ética en la época actual**

Voy a referirme a la bioética como ética de la vida y vida de la ética en el fin de siglo. Porque no hay duda de que esta disciplina viene a ser el ejemplo de la ciencia y la técnica desde el punto de vista de su control normativo. Y tampoco cabe duda de que en la actualidad, el discurso moral se ha transformado en el megadiscurso político, público, académico, institucional, etc. Todo es ética en este momento, lo cual no quiere decir que la realidad sea tal.

##### **4.1.1 Paradigma de la Ética Tecnocientífica**

La primera incursión es la del desarrollo de la ciencia y de la técnica en la época actual, con las ambivalencias del mismo y cómo estas ambivalencias reconocidas desde la más remota antigüedad, desde el mito, han llegado hoy a hacerse dramáticamente sensibles. El mito de Dédalo e Icaro ilustra en la antigüedad clásica, en Grecia, justamente este doble rostro del progreso; esto es, cómo la ciencia y la técnica tienen una cara positiva, se puede producir el bien como consecuencia de la aplicación del conocimiento a nuestros fines prácticos, pero también se puede caer en el error, en el mal y ésta es la cara negativa.

El tema es muy conocido, Dédalo e Icaro, padre e hijo, están encerrados en el laberinto que el primero había construido para encerrar al Minotauro y la única salida del laberinto se le ocurre a Dédalo, es a través del vuelo. Construye entonces unas alas que coloca en los hombros de él mismo y de su hijo, logrando así, con este invento fenomenal que es el vuelo, escapar del laberinto.

Pero ocurrió que Icaro no logra el éxito con esta operación, pues no sigue el consejo de su padre de no aproximarse demasiado al sol, porque el derretimiento de las alas podría precipitarle al mar.

Icaro, entusiasmado por el placer de volar, se aproxima al sol, desatiende el consejo paterno y fallece.

Los griegos quisieron dar a entender con esto que toda invención tecnológica comporta esta ambivalencia. Y los griegos también expresaron esta ambivalencia en una figura mitológica de la fantasía, un monstruo formado por las partes de distintos animales. Belerofonte fue el héroe que mató a la quimera, pero al matar la quimera, Belerofonte también sucumbió a una depresión que lo llevó al suicidio. Con esto, tal vez los griegos quisieron dar a entender que el hombre no puede dejar de pensar en la quimera, de crear la quimera.

Hoy en día tenemos la posibilidad de retornar a los monstruos: los dinosaurios de Jurassic Park, de alguna manera en el imaginario social nos recuerdan estas posibilidades que tiene el hombre con su poder tecno - científico de producir monstruos; pero no nos olvidemos que la quimera es también la metáfora de la fantasía, de la ilusión, de la imaginación, de la poesía, de la utopía. Sin quimera no hay posibilidad de vida para el hombre, como Belerofonte nos lo está señalando.

Siempre hemos sabido de esta ambivalencia, pero la ciencia y la técnica de la época actual la han llevado a la vehemencia. Primero, porque la ciencia tiene un poder en sí mismo destructivo, la humanidad lo ha experimentado: la bomba atómica, la explosión nuclear fue para la humanidad la toma de conciencia del pecado original; es decir, la posibilidad de que la ciencia y la técnica se empleen para el mal.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

Esta ambivalencia es la de un gran poder destructivo que implica el exterminio no solamente de algunos hombres, sino de la totalidad del género humano. Una caricatura de Quino nos recuerda el Holocausto Nuclear, cómo San Pedro ve la tierra explotar como una bomba atómica, preparando aureolas para todos los hombres.

El potencial destructivo de la física nuclear, ha sido uno de los grandes hitos del siglo pasado y presente y de nuestros puntos de referencia para sospechar del poder de la ciencia y de nuestra posibilidad de controlarlo.

Tanto es así que este poder destructivo se conjuga con otra novedad de la ciencia en el siglo XXI, que es su capacidad posible o creativa. La ciencia clásica, que se distinguía de la técnica, era una ciencia contemplativa, esto es, una ciencia que observaba, que pretendía no modificar la realidad, y cuando lo hacía, lo hacía a través de la técnica con criterios muy finalistas, prácticos y morales.

La ciencia moderna no es una ciencia contemplativa, sino una ciencia práctica, de acción que modifica la realidad sobre la cual actúa, y esto es en la física, en los quantum, en los genes, en los embriones, en los embriones - in vitro: para conocer necesito operar. Éste es el gran problema de nuestro conocimiento en la ciencia y en las técnicas actuales. Algunos ya hablan de tecnociencia porque nuestra ciencia es técnica, no podemos no actuar, para conocer necesitamos intervenir.

De ahí que este poder posible, creativo de la ciencia, sumado a la posibilidad de su utilización negativa o para el mal, cree algunas fantasías que en el imaginario social se reiteran con bastante frecuencia y son, fundamentalmente tres, aunque por supuesto hay otras:

1. Una de las leyendas que se relaciona con lo anterior, es la del aprendiz de brujo, una balada de Goethe, que recoge una vieja tradición europea por la cual se quiere dar a entender que nosotros podemos utilizar el conocimiento, pero éste puede utilizarnos a nosotros. Esta historia es bien conocida, llevada al cine por Walt Disney en “Fantasía”, donde el ratón Mickey lo protagonizó en forma excelente. La partitura de Paul Dukas le dió el toque necesario para ver qué pasa con esa escoba que se pone a barrer por su cuenta, que termina inundando el laboratorio del brujo, y si éste no llega a tiempo, el aprendiz hubiera sucumbido a la catástrofe. Esta posibilidad de catástrofe, de la biocatástrofe, está ya instalada en la comunidad científica. Recordemos que en 1976, en California, se reunieron doscientos biólogos moleculares para proponer una moratoria de las investigaciones biogenéticas con el propósito de evitar posibles efectos indeseados: los llamados bio-azares, por la salida al exterior de material de laboratorio, virus, etc.
2. Otra fantasía corriente en nuestros días, respecto del desarrollo tecnocientífico, es el Doctor Frankenstein, también argumento de 1818. Mary Godwin, esposa de Shelley, el gran poeta inglés, escribe esta novela gótica de terror, pero de alguna manera, creando el género de anticipación o de literatura ficción, porque es el caso de Frankenstein, tantas veces llevado al cine, desde Boris Karloff a Mel Brooks y recientemente, Coppola con Robert de Niro. Este tema de Frankenstein, ya no el bio-azar o la biocatástrofe, sino la biodisgénesis o la teratogénesis, se refiere a la capacidad que tienen la ciencia y la técnica de engendrar monstruos.
3. La tercera gran metáfora del imaginario social respecto al progreso tecnocientífico corresponde al famoso “Un mundo feliz” (Brave new world) de Aldous Huxley, novela que narra en forma de anticipación, en el año 1932, lo que sería una sociedad burocrática, una sociedad dominada, controlada, normatizada por el poder científico y técnico, muy particularmente, biológico. Las páginas de Huxley sorprenden todavía, en forma retrospectiva porque en ellas podemos encontrar la embriogénesis, la partenogénesis, la clonación, los bebés de probeta, la eutanasia,

los cuidados paliativos, los hospitales de moribundos, la psicofarmacología actual, etc. Realmente merecen un elogio a la imaginación creadora, a la literatura de ficción, al imaginario humano que tanto hace por mostrar lo previsible y conservar lo posible dentro de lo ético, dentro de lo conveniente a los fines humanos.

La ciencia, además de ser destructiva en su poder, tiene una posibilidad de ser creativo-factiva y no meramente contemplativa, como las historias anteriores nos lo han señalado, es una ciencia antropoplástica, una ciencia y una técnica demiúrgicas; la revolución biológica nos muestra esto de manera muy clara, como si nuestras capacidades de transformar la naturaleza cósmica estuvieran hoy día vueltas hacia la transformación de la naturaleza humana.

Y esto es lo verdaderamente inquietante, lo que desde el punto de vista moral crea la sorpresa, la pregunta y la incertidumbre de nuestros días.

En esta técnica demiúrgica, esta es técnica capaz de crear al hombre o, por lo menos, de transformarlo, de recrearlo, hay dos grandes líneas tecnológicas: a una la llamaríamos la cibernética, que a través de la inteligencia artificial y la robótica suple las capacidades humanas con la máquina, y a otra la llamaríamos la biogenética, que es la capacidad de producir la vida en el laboratorio.

Y ambas son realidades de nuestros días con la revolución biomédica.

El hombre terminal es una novela de los años setenta del siglo pasado de Michael Crichton conocido novelista norteamericano y autor de Jurassic Park, el libro Parque Jurásico. En esta novela, El hombre terminal, no es el caso de un moribundo, sino de un hombre conectado a la computadora (y se habla en los diarios de que para el 2010 se podrá conectar una computadora al cerebro humano, es decir, que el hombre terminal, quiero decir,

terminal de computadora, es un hombre posible, incluso experimentable). ¿Será un hombre terminal en el sentido que le damos a esta expresión al fin de la vida? Eso habrá que verlo, pero, en cualquier caso está esta posibilidad cibernética.

Sorprende la cantidad de películas que reflejan las transformaciones del cuerpo contemporáneo: “Alien”, “Batman”, “La mosca”, “La máscara”, como si el cine estuviese revelando en pantalla todas estas posibilidades de Pigmalión, que enseguida veremos como otro de los artífices de este cambio.

Y las transformaciones cinematográficas del cuerpo humano señalarán un nuevo camino, estético, por supuesto, pero también un camino tecnocientífico.

En la línea cibernética, en el imaginario histórico de la sociedad occidental por lo menos, desde Israel existe una vieja leyenda judeo-cabalística, que es la del Golem, a la que Borges dedicó un hermoso poema, e incluso está la edición de Gustav Meyrink, un escritor austríaco de los años anteriores a la primera guerra mundial, que resucitó este tema del Golem.

El Golem es un muñeco de barro sobre el cual, según la leyenda, pronunciando las palabras que Dios utilizó bíblicamente para engendrar al hombre, se puede entonces, recrear al hombre. La historia del Golem es muy triste, nunca llegó a ser un hombre completo, ha sido un hombre a medias, con deficiencias mentales y que ha terminado por ser destruido o por volverse contra su creador.

Pero, lo que interesa es constatar la presencia en el imaginario social de una idea que hoy está siendo utilizada por la ciencia y la técnica. Ir al mito no es un regreso patológico, sino una vuelta al originario. La ciencia y la técnica en muchos casos, no hacen más que realizar los sueños que la humanidad ha tejido desde sus comienzos, racionales por lo menos.



## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

El tema del Golem se resume en este primer verso hermoso de Borges que todos recordamos: Si como el griego afirma en el Cratilo (un diálogo platónico en el que Platón por primera vez plantea la cuestión acerca de si el lenguaje humano es algo convencional o una suerte de pictograma, de descripción de las cosas tal como ellas son), el hombre es arquetipo de la cosa, en las letras de rosa está la rosa, y todo el Nilo en la palabra Nilo.

Esta tendencia golémica de la tecnociencia se expresa en la cibernética; cuando se abrió en Israel en los años sesenta del siglo pasado, la primera gran computadora del Instituto Weizmann se bautizó Golema, es decir, que el imaginario del Golem, de crear la inteligencia artificial, de que el hombre puede transmitir a la máquina su capacidad mental, representa una línea de tecnología demiúrgica, capaz de crear al hombre.

La otra línea demiúrgica antropoplástica es la del homúnculo, que consistía, según la tradición hermética y también de los alquimistas y de Paracelso, entre otros hombres del Renacimiento, en producir al hombre en el laboratorio, en la probeta o en el alambique, a partir del semen. Esta historia hoy la hemos realizado con la fertilización in vitro; el hombre ha podido extraer el huevo del nido, ponerlo en la placa de Petri, fertilizarlo y luego hacer con él un montón de cosas más.

Esta fantasía del homúnculo no es una novedad, sino que ha existido siempre en el inconsciente humano y lo que quiero es recombinar las invenciones tecnológicas con los relatos literarios, pues se encuentran correspondencias realmente asombrosas y aprovechables.

Otro gran literato: Goethe, en el segundo Fausto tiene una descripción muy bonita del tema del homúnculo, se refiere al momento en que Fausto experimenta en el laboratorio y ve el in vitro, o sea, ve cómo a partir del protoplasma, como se decía entonces, se genera una forma humana, y con la masa agitada, la convicción se vuelve más evidente, lo que se honra como el misterio supremo de la naturaleza (esto es la reproducción, el milagro de

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

la vida), nosotros intentamos experimentarlo racionalmente, y lo que antes se dejaba organizar (que en el vientre naturalmente se desarrollara), nosotros lo hacemos cristalizar. Detengámonos en la metáfora del cristal: es fantástico, sólo un poeta del tamaño de Goethe podía realmente imaginar el in vitro.

Ni el hombre cibernético, ni el hombre biogenético terminan por convencernos como propuestas demiúrgicas transformadoras del hombre. De ahí que la alternativa de Pinocho viene siempre a cuento para recordar que el hombre no es un animal ni es una máquina, y ésta es su gran ambivalencia y su gran dificultad; el hombre no se reduce a la vida, ni siquiera en el laboratorio, ni se reduce a la máquina por más sofisticada o robótica que ésta sea.

El hombre es fundamentalmente un ser de cultura y cuyo desarrollo es la conciencia moral, el “deber ser”. El hombre es un ser debitorio, es un ser que se debe, que debe ser. La tierna historia de Pinocho que acuñó nuestros sueños infantiles y debemos a la pluma de Collodi o Carlos Lorenzini -Collodi era un seudónimo, del año 1882, salió como historieta para niños que muestra cómo el hombre no es ni una madera ni un espíritu, o sea, no es ni cuerpo ni es alma, sino un producto de la cultura y de la educación.

Pinocho es el típico perverso polimorfo, es el niño malo, desobediente, egoísta, ingrato con su progenitor, las hace todas, se junta con malas compañías; pero lentamente va desarrollando su conciencia moral hasta llegar a ser una persona de buen corazón. No nos olvidemos que el hombre es, fundamentalmente, un ser de cultura, no nos entusiasmemos demasiado con la posibilidad de reducirlo al laboratorio o a los artefactos de nuestra invención tecnológica.

Con esta primera parte queda expuesta la visión imaginaria de por qué la bioética es de alguna manera, el paradigma, el modelo de una ética de la tecnociencia, y por qué la ciencia y la técnica exigen hoy la ética, y antes no lo exigían porque pensaban que la ciencia y la

técnica respondían espontánea, naturalmente a los fines, intereses y deseos del hombre. Y hoy vemos que se debe investigar qué intereses o qué valores la ciencia pone en juego y controlar su poder.

### **4.1.2 Crisis de la vida y de la ética**

Ahora nos toca ver por qué hay una ética de la vida. Lo que ha ocurrido es una crisis de la vida, que me apresuro a decir pasa por tres crisis:

- La catástrofe ambiental, el problema ecológico, que afecta la supervivencia de la especie y de la naturaleza
- La revolución biológica, que está transformando la naturaleza humana
- La medicación de la vida, o los problemas que acarrea la atención de la salud en una cultura-salud, en una sociedad cada vez más medicada, esto es, que cae bajo el control de conocimientos médicos y las praxis médicas

La cuestión nominal de la bioética señala que el mismo nombre bioética es una novedad y como dice Juan Ramón Jiménez, “Inteligencia, dame el nombre exacto de las cosas, que mi palabra sea la cosa misma, creada por mi alma nuevamente”.

La cuestión del hombre no es una cuestión azarosa, inesencial, accidental a la materia de estudio, es fundamental y la historia de la Bioética lo demuestra a todas luces, cómo esta palabra ha tratado de imponerse, ha costado que se impusiera, pero, finalmente lo ha logrado.

Bioética es una palabra compuesta de dos términos griegos: bios, que significa vida, y más específicamente vida humana, porque el griego para designar la vida en general habla de zoe, animal, de ahí nuestro zoológico, y etiqué, ética, que viene de ethos y significa carácter, costumbre y también lugar. Todo esto quiere decir que la bioética conjuga bios y etiqué, vida y ética; esta conjunción es realmente una novedad terminológica, antes no existía la bioética como término, y como concepto la bioética irá a designar una disciplina o multidisciplinaria que se va a encargar de todos estos temas que abordaré rápidamente aquí.

En el año 1971, aparece un libro que lleva por primera vez el nombre de la disciplina que más tarde sería llamada así: Bioética. Éste es un libro de un oncólogo de la Universidad de Wisconsin, Van Rensselaer Potter, y subtítulo Bioethics Bridge to the future; es decir, la Bioética, esta conjunción de bios y etiqué, de ciencia y conciencia, de técnica y moral, de las dos culturas, la humanística y la científica, es el salvoconducto de la humanidad del siglo XXI. Potter tenía detrás, como problema fundamental de esos días, los años setenta en el primer mundo, el tema ecológico.

Para Potter es fundamentalmente una macroética planetaria para la supervivencia de la especie. Este hombre, que era un investigador del cáncer a nivel molecular, un especialista en cinética celular, deja el microscopio y empieza a mirar la cosa en grande para ver cómo el problema de la oncogénesis, esto es, de la generación del cáncer, tiene sus causas más señaladas en el medio exterior. Entonces, él ve que hay un problema ecológico que está dando cuenta de la patología del siglo XX y no hacemos más que comprobar, a medida que pasan los días, la verdad de esta propuesta de Potter.

Éste pasa a ser el que crea la palabra; la bioética como disciplina no se conformó con esta idea de Potter. Sin duda, el gran problema, el problema macro de la bioética, es la crisis de la vida por la catástrofe ambiental; esta situación de la tierra en terapia intensiva, esto es, el hecho de que cada vez comprendemos más que nuestros recursos naturales se extinguen, se agotan y nuestro medio o hábitat de vida se deteriora, éste es el gran problema ambiental y

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

La tierra empieza a considerarse como en el mito, como Gaia, esto es un organismo en el equilibrio paradigmático u homeóstasis.

La tierra es un ser vivo al cual el hombre en su experimento civilizatorio ha desequilibrado y llevado a extremos de extinción. Ésta es la tesis de una ética de la vida en este nivel macro; la ética tradicionalmente, en Occidente al menos (en Oriente es algo distinto), no se ocupaba más que de las personas.

La ética es un problema de la responsabilidad, de la conducta de los seres racionales y libres; nada tiene que ver la naturaleza con los problemas morales, al contrario, parecería que un abismo separa a la naturaleza del espíritu y éste le corresponde la acción moral, pues la naturaleza es inmoral o, por lo menos amoral.

Pues bien, hoy no pensamos así, hace falta una ética de la vida que quiero simbolizar con una figura bíblica, la de Noé, cuyo libro extraordinario, tremendo, fascinante, del diluvio universal, la fabricación del arca y la salvación, nuevamente, de la especie humana es el argumento ecológico en el imaginario bíblico, perfectamente descrito allí.

Necesitamos hoy una ética de la Alianza, esto es, una simbiosis con la naturaleza, un reconocimiento de la naturaleza como nuestra socia, no como nuestra enemiga a quien debemos simplemente dominar tal como fue la consigna baconiana de los tiempos modernos: el hombre es el señor de la naturaleza, debe conquistarla, debe dominarla, someterla a su arbitrio. Y así, hemos hecho muchas cosas, grandes cosas, la revolución industrial finalmente, pero con ello hemos llegado también a los límites de nuestras posibilidades de habitar el planeta. La Alianza o el pacto es una imagen fecunda de cuál es nuestra instalación ética, nuestro nuevo peldaño moral del siglo que comienza.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

En el año 1971, ese mismo en que Potter publica su libro, se crea una institución muy importante para este tema de tesis, que lleva también el nombre de Bioética y, por caminos aparentemente independientes del de Potter, es el The Joseph and Rose Kennedy Institute of Human Reproduction and Bioethics, es decir, el Instituto Kennedy para la Reproducción Humana y la Bioética. Aparece la palabra bioética y otro motivo para esa palabra y ese concepto, que es la reproducción humana.

Los Kennedy son los que auspiciaron y financiaron este proyecto, pero el que lo dirigió es un tocoginecólogo holandés, Andre Hellegers que estuvo interesado, como embriólogo que fué, en el desarrollo del feto, y consideró que hay que destinar recursos para montar un centro de estudios morales sobre la reproducción humana. Desde el punto de vista demográfico está atento a las posibilidades de controlar el otro gran problema que afronta la humanidad: la explosión demográfica que estaba en la mente de este hombre ya fallecido, y que dió en sus momentos originales un impulso importante a la Bioética.

La bomba de tiempo, esto es, la explosión demográfica, es otra de las preocupaciones que, junto con la ecología, dominan el escenario de la época actual. La segunda crisis bioética es la revolución biológica con la fantasía del homúnculo, esto es, el hombrecito saliendo del tubo de ensayo según la doble hélice de Watson y Crick como estructura del ADN, y el hombre formulado, o reformulado en el laboratorio.

Una segunda figura correspondiente, no bíblica como la de Noé, sino mitológica es Pigmalión, escultor chipriota que se había enamorado de la estatua salida de sus propias manos y logró que Venus, la diosa del amor, le concediera el milagro de convertir a esta estatua en una mujer de carne y hueso, Galatea, con quien desposó Pigmalión. ¿Qué enseña Pigmalión?. Un mito, que en la cultura Occidental desde Ovidio hasta Bernard Shaw, es una constante. Pigmalión es la voluntad antropoplástica, en este caso muy machista, porque quiere hacer la mujer de sus sueños, y la cultura Occidental ha sido muy machista.

Pero, en general, el hombre aspira a plasmar al hombre, a reformular al hombre, y ésta es la propuesta pigmaliónica, antropoplástica, la posibilidad de modelar, de esculpir, de transformar el cuerpo humano, una de las grandes líneas de trabajo de la ciencia médica, como veremos enseguida. Revolución biológica, revolución pigmaliónica o antropoplástica, porque no se trataría tan solo de una revolución científica y tecnológica, que lo es.

La biología molecular y la biogenética son una verdadera revolución, un punto de inflexión, el desarrollo de la tecnociencia, como la fisión atómica y la teoría atómica fueron respecto de la física nuclear, un equivalente de lo que es la biología molecular. Pero, en cualquier caso, no me interesa tanto señalar esto como la posibilidad de que la revolución biológica sea una revolución cultural que transforme la sociedad humana tal como otras revoluciones anteriores, por ejemplo en el neolítico, cuando la revolución agraria logró transformar la civilización.

La cultura clásica y medieval ha considerado que el hombre debe adaptarse a la naturaleza, a través de medios o prótesis como son la vivienda, la vestimenta, la cocción de los alimentos. El hombre es un ser carenciado, minusválido, deficiente comparado con cualquier otro animal; pero el hombre logra compensar sus carencias originarias mediante un artefacto o aparato ortopédico que es el episoma o parasoma de la cultura; ésta es una prótesis que el hombre va fabricando para alcanzar los objetivos de su supervivencia. Tal concepción antigua de la técnica no encierra mayor problema moral porque la naturaleza era un punto fijo a la que había simplemente que adaptarse.

La modernidad trae una visión totalmente distinta; la naturaleza no está en ningún lado, el centro del mundo no existe, su circunferencia está en cualquier parte, el hombre no es el centro del universo, de la realidad no podemos conocer nada; el único punto fijo, la única certeza es la del sujeto pensante, el famoso cogito, ergo sum de Descartes, el punto de apoyo de la metafísica -si metafísica puede, a partir de entonces, llamarse a esta forma de pensar- es el sujeto. El mundo: la duda total; sólo hay una certeza: el sujeto pensante. Por lo tanto, la posmodernidad, si se quiere hablar así, ha dado otro punto de inflexión.

Ya ni la naturaleza, ni el sujeto son las palancas de apoyo de la acción humana, porque el sujeto ha empezado también a disociarse, empezamos a cambiar el cuerpo, a transplantar los órganos, a reproducirnos artificialmente, todo esto lleva a la disociación del sujeto; entonces, ya no tenemos ningún punto de certeza, ni la naturaleza ni el sujeto, y surge la inquietante pregunta de qué debemos ser, más allá de qué debemos hacer.

La tercera expresión bioética se produce en el año 1978, cuando aparece una enciclopedia con este nombre. Su editor Warren Reich vaciló muchísimo antes de ponerle ese nombre. En realidad se trata de una enciclopedia de moral médica ampliada, es decir, de la ética médica tradicional reformulada con extensión a la enfermería, a la atención de la salud, a los problemas sanitarios, a los problemas del medio ambiente, etc.

El doctor Knock es la figura que sintetizó este concepto de una crisis bioética (la palabra crisis en griego significa cambio, no necesariamente implica un valor negativo). Los hipocráticos fueron los primeros que introdujeron en el estudio clínico, el concepto de crisis para referirse a ese momento en que se produce el punto de inflexión en el curso de la enfermedad, donde se va al óbito o a la recuperación del enfermo.

Esta figura literaria es Knock, personaje de la famosa pieza de Jules Romain Knock o el triunfo de la medicina, estrenada en París en 1923. Knock tiene una tesis muy audaz para su época, que defendía con tanto entusiasmo como la bioética, la cual dice: “sano es un enfermo que se ignora; no existe la salud, lo único que existe es la enfermedad más o menos crónica, más o menos aguda, más o menos grave, más o menos ligera”.

No existen sujetos sanos, solo existen sujetos enfermos, y hoy, alguien ha dicho, recordando a Knock, que “sano es un sujeto insuficientemente explorado”, esto es que desde el punto de vista de la ciencia médica, no existen más que enfermos, o, por lo menos, como Knock decía, matizando la cosa: “no existe más que gente siguiendo un tratamiento”.



## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

Lo cual es evidente hoy en día, con la cultura medicalizada, con nuestra vida controlada por el poder médico, este fenómeno que Knock anticipa: en los años veinte para nada podía uno pensar que la medicina iba a tomar el rumbo de una nueva religión.

Hoy todos seguimos una dieta, hacemos ejercicio, controlamos nuestro cuerpo; lo que está bien y lo que está mal pasa por criterios que son de la ciencia médica. El poder de la medicina es extraordinario, no el de los médicos, el triunfo de la medicina es el fin de los médicos.

Un chiste de Quino es éste en que el paciente le dice al médico omnipotente: “Por terrible que sea, doctor, quiero que me diga usted la verdad. ¿Ser un ser humano es tener una enfermedad incurable? - él le responde- La vida es una “enfermedad” mortal, claro que sí”.

La trampa de Knock está en hacer pasar lo que es una condición del hombre, la finitud, su vulnerabilidad, su caducidad, su mortalidad, por una enfermedad, y entonces se medicaliza la existencia humana, una condición del hombre. La medicina siempre juega en este filo, entre lo espiritual y lo positivo, lo científico.

Pero, el abuso de este poder, el de medicalizar todas las condiciones de la existencia humana, es lo que ha llevado, a un gran incremento del poder de la medicina sobre la sociedad, a esto que llamamos la medicalización de la vida, e, incluso, más específicamente, la hospitalización de la vida. “Todos sabemos que los grandes ritos de pasaje de la condición humana, como el nacimiento, el matrimonio y la muerte están pasando por el hospital; el matrimonio todavía no”, pero esto es lo que anticipa Quino en esta humorgrafía.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

El matrimonio se lleva a cabo en el laboratorio, los test son de SIDA, los oficianes son médicos, enfermeras: es la hospitalización del matrimonio higiénico, cultura-salud. ¿No es cierto? Nacemos en el hospital y morimos, casi siempre, en el hospital, pero que nos casemos en el hospital parece un poco exagerado, pero, ésta es, también, la función del caricaturista: “el caricare”, esto es el recargar, el sobrecargar los rasgos que se consideran cómicos o sujetos de comicidad.

Ahora viene la historia de lo que ocurrió en los Estados Unidos a partir de los años sesenta y que dió origen, desde un punto de vista social, al surgimiento de la bioética. *Strangers at the bedside*, es un libro escrito por un historiador de la Universidad de Harvard, quien ha trazado, justamente, toda esta historia de cómo el derecho y la bioética se introdujeron en el ambiente de los médicos y la profesión médica, que nunca estuvo bajo la observación de las miradas inquisitivas del exterior (salvo en algún momento un juez o la policía), empieza a ser objeto de inspección de la gente, del público y de los periodistas.

Esta historia se podría contar con imágenes en las que visualizaríamos los problemas que dieron surgimiento a la bioética, pero sólo quiero señalar que en la existencia de la bioética han influido, desde el punto de vista médico, es decir, como cambio en la ética médica, las transformaciones que ha sufrido la medicina en los últimos 25-30 años.

Estas transformaciones son de tres tipos. Una transformación científica y tecnológica, estos cambios que estamos viendo, innovaciones tecnológicas y nuevas situaciones terapéuticas que están transformando el concepto de medicina.

Segundo, una transformación social, fundamentalmente, en las relaciones médico-paciente y de la medicina con la sociedad; se ha pasado de un modelo fiduciario, esto es, de confianza en la pareja médico-paciente, a un modelo contractual en el que, como en el matrimonio civil, existe el divorcio vincular, es decir, las partes pueden resignar su contrato cuando lo denuncian por incumplimiento de uno de ellos.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

Este modelo contractual se ha impuesto en la pareja médico-enfermo que antes, supuestamente, era más idílica y que se asemejaba más bien a la pareja de hombre viejo y mujer joven; es decir, había una suerte de romance en esta relación que, por otra parte, sigue existiendo (no en vano la consulta médica tiene una población femenina mucho más abundante que la masculina).

Finalmente, una revolución política, en la atención de la salud, porque la medicina tiene enorme poder, pues significa salud y, la salud significa bienestar y bienestar significa calidad de vida y tantas cosas más. Entonces, la salud es hoy fundamental pero constituye un gran problema económico; la salud crece en sus costos día a día y el control de estos costos es uno de los grandes desafíos que tiene la política sanitaria, que ya no es política sanitaria, sino que es una política global.

Estas tres transformaciones han dado lugar a que la bioética empezara a ver, para cada una de esas situaciones, la necesidad de recalcar ciertos principios.

Para las innovaciones tecnológicas rige el principio de beneficio, en el sentido literal de “bonum facere” esto es, producir el bien, no en el sentido filantrópico, o altruista o caritativo de beneficencia.

El otro principio importante en la relación médico-paciente es la autonomía, esto es la autodeterminación o autogobierno, en definitiva, la libertad que tienen los pacientes, de definirse como agentes morales, esto es sujetos racionales y libres, para saber y tomar parte en las decisiones que les competen, como son las decisiones sobre la salud y la vida.

Finalmente, la justicia, que ha venido a normalizar el campo de la asignación de los recursos en salud, recursos que, por naturaleza, son costosos y escasos.

Pensemos que aunque tuviéramos toda la plata del mundo no podríamos comprarnos los órganos; los recursos son escasos y la asignación de estos recursos exige, un criterio de justicia racional compartible, consensuable, por los miembros de una determinada sociedad.

### **4.1.3 Ética de la Medicina Posmoderna**

A continuación se trata de comprender el impacto de la bioética en la medicina, a partir de las transformaciones de ésta. La medicina está cambiando sus fines, y como los fines son los objetivos de la conducta moral, se debe examinar qué persigue la medicina y qué significado moral tiene este cambio de fines.

La medicina, desde sus orígenes hipocráticos, se definió, y así lo hace el diccionario, como el arte de curar las enfermedades y de prevenir la salud; es decir, la medicina ha tenido inicialmente dos grandes objetivos: curar las enfermedades una vez instaladas ellas en los hombres o en la sociedad, lo que se llama epidemia y prevenirlas o promover la salud, todo esto que constituye el concepto más de salud que de enfermedad.

Pues bien, la medicina curativa tradicional, restaurativa, se va encaminando más y más, hacia una medicina que algunos han llamado del deseo, pero con un tono despectivo que yo no comparto, al menos del todo. Una medicina desiderativa, del deseo que se aparta de esa función meramente restaurativa o recuperadora del orden fisiológico.

Decía Chesterton en los años veinte, que ningún médico propone construir un nuevo tipo de hombre, con una nueva distribución de sus ojos o de sus miembros; que el hospital podrá, por necesidad, mandar al paciente a su casa con una pierna de menos, pero en ningún caso se le ocurrirá, en un raptó creador, enviarle con una pierna de más.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

Esto ya no es tan así; que la medicina se conforme con el cuerpo humano normal, no es compartido por las técnicas, como la de transplantes y de fertilidad asistida y demás, que nos muestran instalada una medicina del deseo, -recordemos a Pígalión- y ahora buscaremos el tema de Narciso para el encuadre cultural posmoderno.

La llamada medicina preventiva -primaria, secundaria, terciaria, según la canónica de la higiene- hoy en día se está convirtiendo, en un concepto que es el nuevo nombre de la salud, el concepto de calidad de vida. No se habla casi más de salud, se habla de calidad de vida; salud todavía es un término fisiológico, biológico, organicista, médico, que corresponde a un paradigma de decimonónico positivista. Calidad de vida responde mejor a la cultura light, característica de nuestro tiempo.

Una medicina pígaliónica o desiderativa y el concepto de calidad de vida, coexisten en un cultura, en un contexto o en una condición que llamamos posmoderna y cuyos representantes son Pígalión y Narciso. Y la conjunción de Pígalión y Narciso, digamos un médico con poder de Pígalión y un paciente con actitud narcisista, puede llevar a una peligrosa alianza. Hace falta algún control a esta medicina del deseo y a esta cultura-salud de legitimación hedonista.

Los griegos ya habían visto que el arte de curar tiene estas dos formas y a Esculapio lo representaban con sus dos hijas: o con Higeia, que era la diosa de la salud (higiene) o con Panacea, la curalotodo, la que conoce los remedios.

Esta medicina del deseo, tiene cinco figuras: medicina predictiva, medicina psicoconductiva o psicagógica, medicina paliativa, medicina permutativa o sustitutiva y medicina perfectiva. No son nuevas líneas científicas, son orientaciones del deseo, pero todas las técnicas, hoy facilitan esta medicina.

### **a. Medicina predictiva:**

¿Qué duda cabe de que esta medicina existe gracias a la genética y a la inmunología?. Hoy nosotros podemos definir en el curso vital de un individuo el desarrollo de determinada patología. Esta es una capacidad nueva, el diagnóstico genético es una nueva capacidad de la medicina. El destino, ahora sabemos que no está en los astros sino que está en los genes, y la carta de identidad genética que muy pronto el proyecto genoma humano podrá poner a nuestra disposición, nos va a traer enormes problemas morales, porque esa información confidencial, reservada, de tanto valor, es, como suelen decir los ingleses “the burden of knowledge”, la carga del conocimiento, hasta qué punto saber o no saber.

Edipo, el hijo de Layo y de Yocasta, justamente, es el mejor ejemplo de ese intento por saber su filiación, su identidad, su origen y de lo que resultó, finalmente, en la tragedia cuando él supo la verdad de que había desposado a su madre, matado a su padre y destronado al rey. Los tres grandes crímenes de la humanidad: el magnicidio, el parricidio y el incesto. ¿Todo por qué? Porque quería saber. Por supuesto, en casos concretos, el diagnóstico prenatal y el aborto genético como posibilidad, ellos plantean nuevas responsabilidades de justificación moral.

### **b. Medicina psicoconductiva:**

Cada vez más la psicofarmacología, la psicocirugía, la psicoterapia y el psicoanálisis controlan nuestras conductas y nuestras mentes. Hoy en día existe la cultura del “prozac” y del “performance”, es decir, que se toman medicaciones no para controlar una enfermedad, sino para dar mejor resultado o rendimiento.

En una pastilla tenemos la vigilia, el sueño, el entusiasmo, el ánimo alto, el ánimo bajo; en una capsulita está todo. Es “soma” de Brave new world, esa famosa pastilla “soma” que en griego significa “cuerpo” y se daba para todo: para el delirio místico o el criminal. Para cualquier cosa el hombre puede recurrir a un espíritu químico que va a regular su vida.

### **c. Medicina paliativa:**

La medicina paliativa es medicina del confort, que intenta acompañar, ayudar a morir y controlar los síntomas, el dolor, las molestias. Y se representa con la figura de San Martín de Tours, que se desprende de un pedazo de su capa para cubrir las necesidades del menesteroso. Paliare, en latín, después palium, significa cubrir, manto, tapar. Lo que pretende la medicina paliativa no es curar, sino cuidar, con lo cual recupera una vieja dimensión del arte de curar. “Curar a veces, aliviar a menudo, consolar siempre”. Era un adagio que repetían los modernos desde Paracelso.

### **d. Medicina del confort:**

Cuando se enfrenta a problemas muy serios, como el del moribundo, una de sus alternativas es el “hospice” nacido en Inglaterra, y que prácticamente ahora se extiende en todo el mundo esta opción de socorro, de amparo, de protección, dándole al “hospice”, al hostel, al hospital, su auténtico concepto de hospitalidad, porque “hospice” es el lugar del huésped, donde uno se siente confortable, en un lugar de amparo, cosa que el hospital moderno ha perdido por su complejidad tecnológica, su burocracia administrativa y su decadencia económica, entre otras cosas.

La muerte está en juicio, como es el caso de Kevorkian, en Michigan, uno de los médicos más célebres en este momento. Una opción es el suicidio asistido, del que mostramos un caso célebre. Y si no la eutanasia: una radiofoto de hace unos meses, de eutanasia activa voluntaria, esto es, terminar la vida de un paciente mediante una inyección letal.

### **e. Medicina permutativa:**

Esta medicina es la que transforma nuestro cuerpo de una manera inédita hasta muy poco tiempo. Estas formas nuevas son los trasplantes de órganos y tejidos, la reproducción médicamente asistida y la ingeniería genética; se trata, entonces, de la medicina permutativa. En los años cuarenta la medicina podía apostar a que el gran desarrollo tecnológico, es decir, la generación técnica en medicina iba a seguir el camino de la penicilina, es decir, la “bala mágica”, el objetivo de alcanzar con un fármaco al agente “etiológico”, con lo cual se terminaría con la enfermedad.

La enfermedad reducida al agente causal, al microbio, al virus, al germen, lo que fuera, y un remedio que, con suficiente selectividad, llegara hasta él. Pues bien, esto no ocurrió así.

En los años cincuenta hubo un aparato muy distinto a la “bala mágica”, que fue el respirador, seguido de la diálisis renal. El hombre empieza a usar su cuerpo, mejor dicho, a utilizarlo como recurso ortopédico para mantener la función respiratoria, la función circulatoria, la función renal, etc.

Esto es lo que ha dado motivo a toda una nueva tecnología de recambio, o sustitución y las posibilidades de la bioingeniería, que son enormes, prácticamente hoy se puede construir el “cyborg ” es decir, el organismo cibernético.



## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

Entre las nuevas técnicas somatoplásticas, los trasplantes tienen vieja historia en el imaginario humano. Por lo menos en la Baja Edad Media ocurre un famoso milagro de los hermanos Cosme y Damián, -en el santoral cristiano los patronos de la medicina-, que realizan el trasplante de la pierna de un moro difunto a un sacristán que la tenía gangrenada; los santos doctores vuelven a poner la pierna gangrenada al cadáver del moro, y con esto dejan las cosas en su lugar, se conserva el cuerpo y se respeta el cadáver. Gran desafío éste de los trasplantes de órganos, porque implica muchos problemas éticos, sociales y políticos.

Una imagen de la Biblia, en las ilustraciones de Gustave Doré, se refiere a la creación de Eva, que fue el primer trasplante porque el Creador ofició aquí de cirujano, ya que tuvo que sacarle una costilla a Adán, con la cual construyó a la mujer. Algunos, entre ellos los viejos padres de la iglesia siempre consideraron que este trasplante no funcionó.

En cualquier caso, lo cierto es que el trasplante es contranatura, necesitamos inmunodeprimir el sistema defensivo del cuerpo para que éste no rechace un órgano extraño. Imaginamos los problemas que traerán los trasplantes: mañana, lo que será el trasplante de cerebro, ¿dónde estará el receptor? ¿dónde estará el donante?

Incluso con los xenotrasplantes, los trasplantes de animales, podremos fabricar la fantasía mitológica, mal que le pese de momento a nuestros congéneres más compatibles, los monos babuinos, ahora candidatos al xenotrasplante.

Otro tema es la infertilidad, uno de los grandes problemas que la medicina ha venido solucionando con las tecnologías reproductivas. Un fácil esquema muestra cómo se saca el huevo del nido y se incurre en un acto no menos prometeico y, por tanto, no más inocente ni menos diabólico que esto que es la reproducción asistida y que ha traído los mayores debates y va a seguir trayéndolos a la sociedad actual.

Quino también ha visto en su humorgrafía este carácter un poco fabril o industrial de la producción de los bebés; la revolución biológica ha empezado por ser revolución reproductiva, fue una revolución anticonceptiva en los sesenta y una revolución reproductiva, concretamente, en los años ochenta. Carlos Marx dijo, que la reproducción es la primera forma de economía, la primera forma de producción. Hoy podemos decir que la reproducción es la última forma de producción, es decir, que estamos reproduciéndonos artificialmente, que es una buena creación médica la de la procreación asistida.

Los problemas de esto ya los conocemos, los problemas prácticos como embarazos múltiples y tantos otros temas posibles como el embarazo masculino, que “Junior” ha traído hace algunos años, y que también está en el imaginario social.

### **f. Medicina perfectiva:**

Esta medicina perfectiva tiene ya una expresión cultural entre nosotros muy difundida, que es la medicina plástica, sobre todo la cirugía estética-cosmética. Un cuadro, de Tom Hanks, un cirujano plástico de los años anteriores a la primera guerra mundial, cuando nace la especialidad, por lo menos modernamente se entiende, y que era también un artista plástico, ilustra el nacimiento de la cirugía plástica.

Esta medicina tiene un auge extraordinario en los diez o quince últimos años, es una de las ramas del arte de curar que más difusión tiene y se debe, fundamentalmente, a una cultura de la imagen, del culto físico de la belleza, simbolizado en el film “Cleopatra”, que viene a cuento por aquel famoso dictum de Pascal cuando afirmó que si la nariz de Cleopatra hubiera sido más corta, el mundo hubiera sido distinto.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

Con esto, él daba a entender, en el siglo XVII la importancia que ya tiene la imagen en los eventos históricos. Y, mañana, la medicina perfecta será la genética, “The future now”, es decir, las posibilidades que tendremos de elegir el color de los ojos, el físico, el sexo, etc., y mejorar cualidades humanas que consideramos estimables, o deseables. Este es el desafío, todavía no instalado, el de una medicina perfecta que dejamos ya para el siglo que viene.

La calidad de vida, es el otro aspecto del arte de curar, el concepto de salud ha venido matizándose desde el año 1946. Desde ese año en que se crea la Organización Mundial de la Salud, en cuya carta fundacional se declara aquella famosa definición: “la salud es un estado de completo bienestar físico, psíquico y social, y no simplemente la ausencia de enfermedad”, la salud tiene una definición política, la del “Estado de Bienestar” la sociedad de consumo o el neo-capitalismo económico.

En los años sesenta comienza la teoría del bienestar, en los años setenta, el ambiente, el tema ecológico; en los años setenta y ochenta aparecen los estilos de vida, después aparecen los servicios de salud y, finalmente la genética.

Es decir, la salud o calidad de vida es el resultado de estos cinco grupos de factores cuya breve síntesis vemos ahora. “Salud para todos en el año 2000”, esto es un globo que ya se pinchó, que nadie está dispuesto a defender y, sobre todo, con el tema del SIDA, no se puede decir que vayamos del todo bien. Pero, es cierto que identificamos en un momento, en los años cuarenta, después de la guerra, la salud con el consumo y con el producto bruto interno, esto es con el bienestar; bienestar como concepto fundamentalmente económico.

En los años sesenta empieza la salud a entenderse desde el punto de vista ecológico, según el modelo epidemiológico Havell y Clark que justamente habla de la tríada ecológica, etc.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

La salud se ve como un tema ambiental según lo muestra él, al transmitir el concepto de que la salud no existe, sólo existe la estatua de la salud, un ideal, pero la salud real es la adaptación al ambiente, tanto para las plantas, como para el hombre, como para el pajarito que sufren de resfriado común.

Los estilos de vida, es decir, nuestras conductas, inciden de manera significativa en el proceso salud y enfermedad, pero la ambigüedad de los estilos de vida también está representada por el gordinflón que está haciendo la vida ociosa sobre sus aparatos de gimnasia.

Los servicios de salud tienen mucho que ver con la salud, cosa que antes no había por qué admitirlo, porque podría ser que la medicina fuera “iatrogénica”, que no necesariamente creara más salud. Pero no, es un hecho que la salud para nuestra sociedad depende en buena medida de la atención médica.

Y por último la genética, la herencia en el proceso salud-enfermedad, la cura repartida entre la Biblia y el código genético, da cuenta del hombre como cultura y naturaleza.

Dos figuras míticas resumen la calidad de vida y la medicina del deseo: la de Narciso, en la hermosa expresión de Caravaggio. Narciso, símbolo de la cultura posmoderna, de la justificación hedonista del sujeto y el individualismo contemporáneo; por otro lado, Pigmalión, el arte de transformar la naturaleza humana y la medicina del deseo. De ambos resulta el gran poder de la medicina, simbolizado por el Doctor Knock. Pigmalionismo, narcisismo y knockismo son las tres tentaciones que hoy tiene la medicina.

Quiero terminar con un mito clásico, muy bello y muy rico, el de Asclepio, la saga de Asclepio. Asclepio, o Esculapio era el dios de la medicina para los griegos y su saga, es muy conocida.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

Pero su poder lo llevó a cometer el pecado original de ética médica, la soberbia y la codicia. Esculapio empezó a resucitar a los muertos, considerando que él estaba en condiciones de transgredir los límites de la naturaleza, de hacer lo que estaba de alguna manera solo facultado a los dioses, pero no a los mortales.

Y, entonces, fue castigado por Zeus, con su saeta hoy modernizada del helicoide de Watson y Crick. Se dice que Asclepio aceptó resucitar a los muertos, un poco por hybris que decían los griegos, por soberbia; pero también por codicia, ya que pasaba honorarios altamente diferenciados por estas prácticas, también muy diferenciadas.

Así lo dice Píndaro: “¡Mas, ay! ¿Por qué se rinde a la codicia aún el más sabio? También él que con oro que a montones hicieron en su mano brillar, se corrompió y osó a la muerte arrebatarse a Hipólito difunto. Júpiter, irritado, a ambos dispara rayo homicida que el vital aliento del pecho les arranca y a cenizas los reduce instantáneo”.

Está en el imaginario ese doble pecado: soberbia y codicia juntas son un pecado difícil de perdonar por parte de los dioses, a menos que haya un retorno interesante a los dioses, refiero a nuestros dioses de la medicina hoy día.

Así como el estetoscopio introducido por Laennec a principios del siglo antepasado es el símbolo técnico de la medicina, hoy ésta necesita de un instrumento moral -el ethoscopio o visor de valores- para revelar el axiograma en las relaciones médico-paciente y medicina-sociedad.

La incorporación de la ética o la razón médica se traduce en una nueva historia clónica que registre el “axiograma” del paciente, como su competencia y consentimiento, instrucciones anticipadas y opciones entre los cursos posibles de tratamiento.

La epicrisis de nuestra cultura se resume en el mito griego clásico de origen del hombre, que destaca los respectivos dones de sendos protectores del género humano:

Prometeo y Hermes (o Mercurio). El primero aporta con el robo del fuego las artes ígneas, esto es, los saberes técnicos. El segundo distribuye igualitariamente las virtudes morales, vale decir, la piedad, pundonor y la justicia. La nueva cultura de la vida requiere una ética, la bioética, que aporte a las técnicas de Prometeo las virtudes de Hermes. Y la medicina es el epicentro de la gran empresa moral para el siglo que viene.

### **4.1.4 Ética contemporánea y la entidad persona**

La relación que ha supuesto que la razón controla el deseo ha conducido a un nuevo error, puesto que la misma no consiste solo en la capacidad de calcular y coordinar con distintos medios, sino que en la configuración de la razón se incluyen factores no intelectuales, como las emociones conscientes y no conscientes.

Así vista la razón en la persona, se transforma en un tema de negociación de procedimientos ante fines en conflicto. Se ha colocado al ser moral como núcleo de una entidad autónoma: la racionalidad y, por lo tanto, la autonomía es el agente moral, el agente racional, no un agente de sentimiento.

### **4.1.5 Ética y los avances en genética**

Con las implicancias de la nueva genética, así como el descubrimiento del ADN podemos concluir que cada día se aprende más sobre lo que el ser humano supuestamente cree que es. Aclaro que si bien las investigaciones genéticas dan pautas sobre qué realmente es el ser humano, también llevan a nuevos interrogantes éticos que superan la práctica y el

pensamiento anterior sobre la persona y tienen que originar una reformulación del fundamento de la vida moral.

Cabe mencionar a la industria de la fertilización in vitro, como efecto de considerar la esterilidad como una enfermedad pasible de tratamiento médico. Agregó el tema de la terminación selectiva como uno de los riesgos de la fertilización in vitro, puesto que una vez que han utilizado hormonas potentes para promover el desarrollo de huevos múltiples se pueden crear embarazos múltiples. Con el riesgo de perder a todos selectivamente se ha propuesto abortar a algunos de los fetos manteniendo a otros pero sin determinar sobre quién va a recaer la elección o qué va a motivar la misma.

La privacidad respecto a brindar información genética en cuanto a sí mismo es otro de los temas preocupantes ya que existe un derecho sobre la propia conformación genética que implica la pregunta sobre qué significa ser uno y tener derecho sobre el cuerpo, la vida y la historia. Aclaró que ese interrogante no se resuelve con la distinción entre lo que es de uno y lo que es del otro. Hay un laberinto conceptual en la determinación sobre quién es una persona y quién es otra y cómo se conectan con el cuerpo que experimentan como propio.

### **4.1.6 Ironía de la medicina contemporánea**

El cuerpo con vida y animado incluye a una persona, pero la persona cadavérica es muy difícil transformarla en objeto de la ciencia médica. Cito las palabras de teólogos modernos que pusieron especial énfasis en las acciones médicas de investigación en la cara, manos y genitales.

Estos teólogos se han planteado la focalización de dichas investigaciones en los genitales. Por lo tanto, se investiga sobre un cuerpo que da comunicaciones a través del mismo cuerpo.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

Este tipo de materialismo, evidente en la antropología de la medicina moderna, ya había sido aplicado por Galeno y luego suscrito por racionalistas o dogmáticos. La idea consiste en que el alma es solo un temperamento del cuerpo.

Al reconocer que existe toda una antropología enterrada en la medicina, en la ciencia biomédica y en la ética médica se confirma la incapacidad curiosa de poder dar sentido a esa antropología.

Las investigaciones en neurología y en inteligencia artificial obligan a enfrentar las perspectivas de un materialismo psicológico que reduce toda vida humana a una computadora biológica. Esto daría cabida a dejar de lado la conciencia.

William James en su descripción de la falacia del psicologista, menciona que cuando un observador supone que una persona observada experimenta ciertos contenidos que pueden estar en la vida sensorial o mental de la persona. Se puede observar hasta la información física que representa el vector de activación en el cerebro pero no se puede observar la sensación subjetiva del sabor.

James también manifestó que en el apuro para actuar todavía se tienen que considerar las implicancias completas del simple hecho de que en la ética contemporánea no se ha demostrado un esfuerzo concertado para entender, conocer, aunque no completamente, lo que constituye la humanidad.

La incertidumbre, la incapacidad para conocer, no solamente los efectos a largo plazo de nuestra tecnología en la vida humana del futuro, sino, también, cuál va a ser el efecto de la intervención en vida embrionaria o la intervención sobre algunas piezas del genoma que debe tener efecto sobre otras partes del mismo, obliga a actuar con exagerada cautela y tolerancia y a la necesidad profunda de pensar.



La ciencia y la tecnología, no se oponen vigorosamente, por el contrario, el significado de la ciencia tienen resultados tecnológicos inevitables pero, no sin crítica, ni sacrificando el valor y el significado de lo familiar y de lo humano. Es innegable, que se tiene acceso, sin críticas, a lo que es excitante y desafiante en lo nuevo. Existe el riesgo de quebrantar la tarea genuina de la medicina y de la investigación biomédica. No se tiene que perder la sabiduría del cuerpo común y siento que un buen ejemplo metafórico podría ser que el águila no pierde la visión en vuelo y que debe volver para buscar la vida sobre la tierra.

### **4.2 Propuesta de un Código Ético para el Ingeniero Biomédico**

En ocasiones, la falta de ética o un comportamiento poco ético pueden haber sido el motor generador de más de una enemistad, disgusto y de todo tipo de fenómenos negativos entre profesionales de una misma o de distintas especialidades . El fenómeno puede hacerse más notable cuando se trata de interrelaciones entre profesionales de diferentes especialidades.

Si tomamos como ejemplo el campo de la Ingeniería Biomédica, en que las interacciones entre ingenieros, médicos y personal paramédico se hacen más complejas al incluir al paciente, los conflictos éticos pueden agudizarse y resulta evidente la necesidad de aplicar los principios éticos adecuados y de brindar los conocimientos básicos que garanticen que el futuro graduado no se enfrente a los dilemas éticos totalmente desarmado.

La Bioética se ve, cada vez más, en la necesidad de tratar de nuevos dilemas éticos que se originan, de forma natural, como parte del desarrollo científico de la Medicina y de la Biología.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

Un ejemplo muy reciente es el relacionado con la obtención de células madres de embriones, que prometen un venturoso futuro de aplicaciones en el campo médico. Y cabe hacerse una pregunta: ¿acaso la ingeniería es diferente y no necesita de consideraciones semejantes? La respuesta, por supuesto, es que la ingeniería no es diferente y que, al igual que otras profesiones, necesita considerar la Ética, como necesita cuidar del medio ambiente.

La labor del ingeniero que trabaja en el campo de la Ingeniería Biomédica se relaciona no sólo con equipos o con sus aplicaciones. También se relaciona con otros colegas de diferentes profesiones (médicos entre ellos) y con los pacientes, lo que requiere de la aplicación de principios éticos. Para el ingeniero que participa en el diseño, ensayo y aplicación de equipos médicos, es de especial importancia el conocimiento y aplicación de los principios éticos adecuados, que deben estudiarse durante la carrera de ingeniería.

Su relación con los pacientes puede no ser tan evidente, pero no es menos cierto que cada vez que a un paciente se le aplica el equipo o dispositivo en cuyo diseño o producción él participó, ahí está su relación con el paciente, con su tratamiento y curación.

En México recientemente se estableció la carrera de Ingeniería Biomédica y está en el momento preciso para realizar los esfuerzos necesarios que permitan introducir los aspectos éticos como parte de la carrera. Lo que se necesita, no es una simple medida académica encaminada a crear una asignatura a tal efecto. Se deben dar los primeros pasos efectivos para comenzar su estudio y aplicación al trabajo diario del futuro ingeniero. Pero al igual que la enseñanza especializada para niños sordos o niños con deficiencias motrices requiere de sus maestros un entrenamiento especial, la introducción de estos nuevos conceptos en la Ingeniería Biomédica requiere de un entrenamiento adecuado de los profesores.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

En México se promueve con éxito, desde hace algunos años, el desarrollo de la Ingeniería Biomédica, por lo que existen varias instituciones dedicadas al diseño y producción de equipos médicos de alta tecnología. En ellas desarrollarán sus funciones muchos de los graduados de distintas especialidades de la ingeniería.

Por ello tiene especial interés e importancia reforzar, institucionalizar y perfeccionar la enseñanza de estos temas en las distintas carreras relacionadas con el diseño de equipos médicos. No es este el campo único de aplicación de los principios éticos: también lo son el mantenimiento y la reparación de los equipos existentes, así como las relaciones del ingeniero con los pacientes.

Por supuesto, esta propuesta no es solo aplicable a México, sino también para otros países, en algunos de los cuales puede no existir mucha experiencia en el tema.

Los casos de conflictos éticos pueden tener relación con el uso indebido del software o con los defectos o malas características del diseño o del producto en varios campos de la ingeniería. Es posible que el estudio de asignaturas como Análisis Matemático, Física o Química, así como otras asignaturas básicas contempladas en los programas, no se preste para la introducción de estos conceptos, lo que puede lograrse en otras asignaturas propias de la especialidad.

Por otra parte es verdad que cada vez que se toca el tema de la vida y el ser humano se entra en varias polémicas, pues convergen diferentes puntos de vista desde el religioso, pasando por el médico y terminando en el jurídico, toda esta corriente de ideas por ende afectan directamente la forma en la que son juzgadas estas cuestiones, sin embargo siempre se ha tratado al momento de definir estos conceptos tener un punto neutral y que ayude a manejarlos con la debida cautela.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

Es cierto que a lo largo de todo el análisis previo que se dió en los capítulos anteriores, los casos que se analizaron no ocurrieron en nuestro país, pero la intención de tomarlos como ejemplo es para poder sustentar el objetivo de este trabajo, donde propongo un código de ética para el ingeniero biomédico.

La ingeniería biomédica comparada con otras ingenierías es relativamente nueva, sin embargo los avances tecnológicos que se tienen en cuanto a equipo médico, nanotecnología y prótesis mecánicas son vertiginosos.

Un código de ética profesional para ingenieros biomédicos debe guiar responsablemente, legalmente, pero sobre todo dentro de los límites éticos las decisiones de los mismos. Los valores éticos presentes en dicho código deben ser: el bien, el honor, la bondad, la fidelidad, lealtad, honestidad y sana competencia.

La propuesta que a continuación se enuncia, para poder tener la connotación de “Código de Ética Para La Ingeniería Biomédica” requerirá que los colegios de profesionistas correspondientes analicen cada uno de los puntos, los discutan y los establezcan, y que con estas acciones pueda quedar establecido y aceptado como tal. Sin embargo, a título personal, y como parte de dicha comunidad de profesionistas, considero que en los puntos mencionados a continuación muestro la preocupación planteada al inicio del trabajo.

Para esta propuesta del código me he basado en el código internacional de Ingeniería mencionado en el capítulo 2, algunos puntos no cambian ya que son generales para todas las áreas de ingeniería, sin embargo otros han sido adaptados para Ingeniería Biomédica y otros mas son nuevas propuestas las cuales para su fácil identificación estarán marcadas en estilo cursiva.

## **Código Ético de Ingeniería Biomédica**

### **a. De los deberes y obligaciones de los profesionales de la Ingeniería Biomédica.**

- Cumplir con los requerimientos, citaciones y demás diligencias que formule u ordene el *Consejo Profesional Nacional de Ingeniería Biomédica* respectivo o cualquiera de sus Consejos Seccionales o Regionales.
- Custodiar y cuidar los bienes, valores, documentación e información que por razón del ejercicio *mismo* de su profesión, se le hayan *asignado* o a los cuales tenga acceso; impidiendo o evitando su sustracción, destrucción, ocultamiento o utilización *indebida*, de conformidad con los fines a que hayan sido destinados.
- Permitir el acceso inmediato a los representantes del *Consejo Profesional Nacional de Ingeniería Biomédica* respectivo, *así como a las autoridades legales*, a los lugares donde deban adelantar sus investigaciones y el examen de los libros, documentos y diligencias correspondientes, así como prestarles la necesaria colaboración para el *correcto* desempeño de sus funciones.
- Denunciar los delitos, contravenciones y faltas contra este *Código de Ética de la Ingeniería Biomédica*, del que tuviere conocimiento con ocasión del ejercicio de su profesión, aportando toda la información y pruebas que tuviere en su poder

### b. Prohibiciones generales a los profesionales de la Ingeniería Biomédica.

- Nombrar, elegir, dar posesión o tener a su servicio, para el desempeño de un cargo privado o público que requiera ser desempeñado por *profesionales de la Ingeniería Biomédica*, alguna de sus ramas afines o auxiliares *como de diagnóstico, in vitro, medicina nuclear, imagenología, tomografía, rayos x entre otras*, en forma permanente o transitoria, a personas que ejerzan ilegalmente la profesión, *o que no cuenten con los conocimientos necesarios para desempeñar adecuadamente dicha función.*
- Permitir, tolerar o facilitar el ejercicio ilegal de las profesiones reguladas por la ley.
- Solicitar o aceptar comisiones en dinero o en especie por concepto de *adquisición de bienes (equipo médico, insumos, refacciones, reactivos) y servicios para su cliente, sociedad, institución, etc.*, para el que preste sus servicios profesionales, salvo autorización legal o contractual.
- Ejecutar actos de violencia, malos tratos, injurias o calumnias contra *superiores, subalternos, compañeros de profesión, socios, clientes, médicos, pacientes o funcionarios del Consejo Profesional Nacional de Ingeniería Biomédica* respectivo o alguno de sus Consejos Regionales o Seccionales.
- *Cometer acciones que a propósito dañen a los equipos destinados para el tratamiento de enfermedades esporádicas, degenerativas o terminales, de otras marcas u otros representantes médicos, con el único fin de verse beneficiado en cuanto a comisiones o algún beneficio laboral, sin tomar en cuenta el daño físico y moral que pudiera ocasionar a médicos, pacientes y terceras personas.*

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

- Causar intencional o culposamente daño o pérdida de bienes, elementos, equipos, herramientas, *insumos, refacciones, reactivos* o documentos que hayan llegado a su poder por razón del ejercicio de su profesión.
- El reiterado e injustificado incumplimiento de las obligaciones civiles, *morales*, comerciales o laborales, que haya contraído con ocasión del ejercicio de su profesión o de *las* actividades relacionadas con *ésta*.
- Incumplir las decisiones disciplinarias que imponga el *Consejo Profesional Nacional de Ingeniería Biomédica* respectivo u obstaculizar su ejecución.
- Solicitar o recibir directamente o por interpuesta persona, gratificaciones, dádivas o recompensas en razón del ejercicio de su profesión, salvo *previa* autorización contractual o legal.
- Participar en licitaciones, concursar o suscribir contratos estatales cuyo objeto esté relacionado con *el ejercicio de la Ingeniería Biomédica, es decir a la instalación, operación o provisión de insumos, reactivos, refacciones y servicios de mantenimiento de cualquier tipo*, incumpliendo en alguna de las inhabilidades e incompatibilidades que establece la Constitución y la ley.

### c. Deberes especiales de los profesionales de la Ingeniería *Biomédica* para con la sociedad.

- Estudiar cuidadosamente *el grado que será afectado o beneficiado el paciente en cada proyecto a desarrollar, evaluando los impactos físicos y psicológicos que se presenten entre el paciente y los sistemas biomédicos involucrados, así como el entorno socioeconómico, seleccionando la mejor alternativa para contribuir a un desarrollo sostenible, buscando siempre lograr la mejor calidad de vida para la sociedad.*
- Proteger *la vida, salud e integridad física* de los miembros de la comunidad, evitando riesgos innecesarios en la ejecución de los *proyectos*.
- Abstenerse de emitir *conceptos profesionales, opiniones o dictámenes* sin tener la convicción absoluta de estar debidamente informados al respecto.
- *Estudiar el impacto que tendrá un proyecto a realizar, ya sea en algún sistema biomédico o con una aportación tecnológica médica en el ambiente, pero sobre todo en la sociedad.*
- *Evaluar las condiciones favorables o perjudiciales que se tendrán en una toma de decisión para con la sociedad ya que no debe perderse de vista que todo debe ser a su favor y buscando un beneficio sustentable.*
- *En caso de considerar que el proyecto o trabajo que se le encomiende realizar sea perjudicial para el ambiente y la sociedad rechazar todo contrato, proyecto o situación que comprometa al ingeniero y que sea ilegal.*



- *Está obligado a prestar servicios en caso de urgencia o tragedia en beneficio de la nación.*

### **d. Prohibiciones especiales a los profesionales de la Ingeniería Biomédica respecto de la sociedad.**

- Ofrecer o aceptar trabajos en contra de las disposiciones legales vigentes, o aceptar tareas que excedan la incumbencia que le otorga su título y su propia preparación.
- Imponer su firma, a título gratuito u oneroso, *en diagramas, especificaciones técnicas, informes, solicitudes de licencias para manejo de materiales radiactivos, tóxicos o biológicos infecto-contagiosos, reportes de mantenimiento y calibración a equipos de tratamiento o diagnóstico y otra documentación* relacionada con el ejercicio profesional, que no hayan sido estudiados, controlados o ejecutados personalmente.
- Expedir, permitir o contribuir para que se expidan títulos, diplomas, matrículas, tarjetas de matrícula profesional; certificados de inscripción profesional o tarjetas de certificado de inscripción profesional y/o certificados de vigencia de matrícula profesional, a personas que no reúnan los requisitos legales o reglamentarios para ejercer estas profesiones o no se encuentren debidamente inscritos o matriculados.
- Hacer figurar su nombre en anuncios, membretes, sellos, propagandas y demás medios análogos junto con el de personas que ejerzan ilegalmente la profesión.

- *El Ingeniero Biomédico tiene la obligación de mantenerse actualizado tanto en el área médica como en el de ingeniería, capacitarse continuamente, certificarse ante las instituciones correspondientes, ya que la responsabilidad que recae directamente sobre él es mayor, porque un error ocasionado por la falta de las mismas, podría costar más que un equipo dañado, una vida humana ,la cual es irremplazable.*

### **e. Deberes de los profesionales de la Ingeniería Biomédica para con su profesión.**

- *Respetar y hacer respetar todas las disposiciones legales y reglamentarias que incidan en actos de su profesión, así como denunciar todas sus transgresiones.*
- *Velar por el buen prestigio de su profesión y de la comunidad que representa.*
- *Sus medios de propaganda deberán ajustarse a las reglas de la prudencia y al decoro profesional, sin hacer uso de medios de publicidad con avisos exagerados que den lugar a equívocos sobre su especialidad o idoneidad profesional.*

### **f. Prohibiciones a los profesionales de la Ingeniería Biomédica respecto de la dignidad de su profesión.**

- *Recibir o conceder comisiones, participaciones u otros beneficios ilegales o injustificados con el objeto de gestionar, obtener, proveer de insumos y mantenimientos a equipos biomédicos, o acordar designaciones de índole profesional o la encomienda de trabajo profesional.*

**g. Deberes de los profesionales de la Ingeniería Biomédica para con sus colegas y demás profesionales.**

- Abstenerse de emitir públicamente juicios adversos sobre *la actuación de algún colega o profesional directamente relacionado en su entorno laboral*, señalando errores profesionales en que presuntamente haya incurrido, a no ser de que ello sea indispensable por razones ineludibles de interés general o, que se le haya dado anteriormente la posibilidad de reconocer y rectificar aquellas actuaciones y errores, haciendo dicho profesional caso omiso de ello.
- Obrar con la mayor prudencia y diligencia cuando se emitan conceptos sobre las actuaciones *de los demás profesionales involucrados en sus labores*.
- Fijar para los colegas que actúen como colaboradores o empleados suyos, salarios, honorarios, retribuciones o compensaciones justas y adecuadas, acordes con la dignidad de las profesiones y la importancia de los servicios que prestan.
- Respetar y reconocer la propiedad intelectual de los demás profesionales sobre sus diseños y proyectos.
- *Apoyar en todo momento al profesional médico para que pueda dar un diagnóstico acertado en cuanto a la enfermedad o padecimiento a tratar del paciente en cuestión.*

- *Los equipos biomédicos donde sea directamente responsable de su funcionamiento deben estar calibrados, actualizados y en excelente funcionamiento con el fin de evitar que un mal diagnóstico proporcionado por el sistema, se refleje en un mal diagnóstico y por consecuencia en un mal tratamiento de la enfermedad o trastorno físico.*

### **h. Prohibiciones a los profesionales de la Ingeniería Biomédica respecto de sus colegas y demás profesionales**

- Utilizar sin autorización de sus legítimos autores y para su aplicación en trabajos profesionales propios, *los estudios, cálculos, diagramas, diseños, logotipos, marcas, software y demás documentación* perteneciente a aquellos, salvo que la tarea profesional lo requiera, caso en el cual se deberá dar aviso al autor de tal utilización.
- Difamar, denigrar o criticar injustamente a *sus colegas y demás profesionales*, contribuir en forma directa o indirecta a perjudicar su reputación o la de sus proyectos o diseños con motivo de su actuación profesional.
- *Usar métodos de competencia desleal con los colegas y demás profesionales.*
- Designar o influir para que sean designados en cargos técnicos que deban ser desempeñados por los profesionales de que trata el presente Código, a personas carentes de los títulos y calidades que se exigen legalmente.
- Proponer servicios con reducción de precios, luego de haber conocido las propuestas de otros profesionales.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

- Revisar trabajos de otro profesional sin conocimiento y aceptación previa del mismo, a menos que este se haya separado completamente de tal trabajo.
- *Encubrir a un colega o profesional médico que por algún tipo de negligencia ocasione a un equipo biomédico un daño total o parcial, y por consiguiente provoque consecuencias mayores como agravar el estado de un paciente, incluso su muerte.*

### **i. Deberes de los profesionales de la Ingeniería Biomédica para con sus clientes y el público en general.**

- Mantener el secreto y reserva, respecto de toda circunstancia relacionada con el cliente y con los trabajos que para él se realizan, salvo obligación legal de revelarla o requerimiento del *Consejo Profesional de Ingeniería Biomédica* respectivo.
- Manejar con honestidad y pulcritud los fondos que el cliente le confiare con destino a desembolsos exigidos por los trabajos a su cargo y rendir cuentas claras, precisas y frecuentes. Todo ello independientemente y sin perjuicio de lo establecido en las leyes vigentes.
- Dedicar toda su aptitud y atender con la mayor rapidez y rectitud, los asuntos encargados por su cliente.
- Los profesionales que dirijan el cumplimiento de contratos entre sus clientes y terceras personas, son ante todo asesores y guardianes de los intereses de sus clientes y en ningún caso, les es lícito actuar en perjuicio de aquellos terceros.

### **j. Prohibiciones a los profesionales de la Ingeniería *Biomédica* respecto de sus clientes y el público en general.**

- Ofrecer la prestación de servicios cuyo objeto, por cualquier razón de orden técnico, jurídico, reglamentario, económico o social, sea de dudoso o imposible cumplimiento, o los que por circunstancias de idoneidad personal, no pudiere satisfacer.
- Aceptar para su beneficio o el de terceros, comisiones, descuentos, bonificaciones u otras análogas ofrecidas por proveedores de *equipos biomédicos, para la instalación y operación de algún fabricante en particular o para la provisión de insumos, reactivos, refacciones y servicios de mantenimiento de cualquier tipo y/o* por otras personas directamente interesadas en la ejecución de los trabajos que proyecten o dirijan, salvo autorización legal o contractual.

### **k. Deberes de los profesionales de la ingeniería *Biomédica* que se desempeñen en calidad de servidores públicos o privados.**

- Actuar de manera imparcial, cuando por las funciones de su cargo público o privado, sean responsables de fijar, preparar o evaluar pliegos de condiciones de licitaciones o concursos.

### **l. Prohibiciones a los profesionales de la ingeniería *Biomédica* que se desempeñen en calidad de servidores públicos o privados.**

- Participar en el proceso de evaluación de tareas profesionales de colegas, con quienes se tuviese vinculación de parentesco, hasta el grado fijado por las normas de contratación pública, o vinculación societaria de hecho o de derecho. La violación de esta norma se imputará también al profesional que acepte tal evaluación.

### **m. Deberes de los profesionales de la ingeniería *Biomédica* en los concursos o licitaciones.**

- Los profesionales que se dispongan a participar en un concurso o licitación por invitación pública o privada y consideren que las bases pudieren transgredir las normas de la ética profesional, deberán denunciar ante el Consejo Profesional *Nacional de Ingeniería Biomédica* respectivo la existencia de dicha trasgresión.

### **n. De las prohibiciones a los profesionales de la ingeniería *Biomédica* en los concursos o licitaciones.**

Son prohibiciones de los profesionales en los concursos o licitaciones:

- Los profesionales que hayan actuado como asesores de la parte contratante en un concurso o licitación deberán abstenerse de intervenir directa o indirectamente en las tareas profesionales requeridas para el desarrollo del trabajo que dio lugar al mismo, salvo que su intervención estuviese establecida en las bases del concurso o licitación.

### **o. De las inhabilidades e incompatibilidades de los profesionales de la ingeniería**

#### ***Biomédica* en el ejercicio de la profesión.**

- Los profesionales que actúen simultáneamente como representantes técnicos o asesores de más de una empresa que desarrolle idénticas actividades y en un mismo tema, sin expreso consentimiento y autorización de las mismas para tal actuación.
- Los profesionales que en ejercicio de sus actividades públicas o privadas hubiesen intervenido en determinado asunto, no podrán luego actuar o asesorar directa o indirectamente a la parte contraria en la misma cuestión.
- Los profesionales no deben intervenir como peritos o actuar en cuestiones que comprendan las inhabilidades e incompatibilidades generales de ley.



## **Capítulo 5**

### **Conclusiones**

A lo largo de la elaboración de esta tesis se ha tratado de analizar la necesidad de un Código Ético de Ingeniería Biomédica, analizando los diferentes códigos éticos, esencialmente el de ingeniería y medicina, con el fin de proponer los puntos significativos que debe contener dicho código, que permita al ingeniero actuar al ejercer su profesión conforme a su responsabilidad moral basada en sus conocimientos adquiridos, sustentándose en principios fundamentales técnicos, éticos y morales.

El objetivo de esta tesis es concientizar a la comunidad de ingeniería, especialmente a la de ingeniería biomédica que al desarrollar un proyecto, no sólo se tiene relación directa con personas de la misma profesión, sino que además, se debe interactuar con profesionistas médicos, enfermeras, químicos, técnicos laboratoristas, entre otros. Pero lo más importante en esta relación, son los pacientes, ya que son ellos el objetivo final de cada proyecto, el cual busca la salud y por ende mejorar la calidad de vida de la sociedad.

Es por esto que el Ingeniero Biomédico debe estar conciente que cada investigación o desarrollo de un proyecto que realice, interactuará directamente con sistemas biológicos específicos, que será utilizado en hospitales o laboratorios y al aplicarse a los pacientes con algún trastorno físico, dichos sistemas suplantarán total o parcialmente las funciones biomecánicas, es ahí la importancia de este trabajo.

En este trabajo a título personal realicé una propuesta de código ético, mi objetivo al realizarlo fue encontrar un punto común entre las profesiones de ingeniería y medicina, pues considero que al haber analizado diferentes casos médicos, algunos con desenlaces trágicos, dichas profesiones no deben trabajar por separado en cuestiones de tecnología,

porque el objetivo final de ambos es dar un buen diagnóstico de las enfermedades y por lo tanto mejorar la calidad de vida de los pacientes.

Por lo anterior es importante tener presente que los productos o equipos que salgan al mercado deben pasar por un control de calidad más estricto, tener mantenimientos y calibraciones periódicas, para evitar un mal funcionamiento y por lo tanto que el médico de un diagnóstico equivocado, lo que puede repercutir directamente al paciente, provocando efectos no solo en su salud física, también puede repercutir en su salud mental y desencadenar enfermedades mas serias.

Al tratar un tema delicado en esta tesis, debí tener en claro dos conceptos: la moral y la ética; la moral son las costumbres y normas de sociedad, son los elementos no cuestionables que dependen de la fe, religión y buenas costumbres, es decir, son normativos. En cambio, la ética es la razón, el saber lo qué es el bien y que no se puede ni debe cambiar algo sólo por “moda”, no es cuestionable.

Sin embargo al desarrollar este trabajo tuve la precaución de analizar los casos presentados de la forma mas imparcial posible, pues muchas veces diferentes puntos de vista o corrientes ideológicas pueden llegar a estar en desacuerdo con mis análisis o propuestas y podrían recibir calificativos de “fanatismos” o “partidismos”.

Los problemas o nuevas situaciones que enfrenta la sociedad, que son de dominio y preocupación mundial ha cambiado el dilema ético como: donación y trasplante de órganos, reproducción in Vitro, prolongar la vida de enfermos con muerte cerebral, rescate de vida a niños que nacen con menos de 28 semanas de gestación, manipulación genética, uso de células madre, clonar humanos y animales, eutanasia activa, problemas médicos y sociales como el sida, etc. Para este tipo de situaciones es necesario tener claros los principios de bioética como son: autonomía, dignidad, igualdad e información.

## **Análisis de la necesidad de un Código Ético para la Ingeniería Biomédica**

---

Porque ¿Quién debe decidir sobre algún problema de salud?, ¿El médico, el enfermo, los familiares o el investigador?, ¿Qué daño y que beneficio se puede o debe causar al paciente?, ¿Cómo debe tratarse a un enfermo en relación con los demás?, ¿Qué se debe decir y a quién?

Ya que estas dos áreas convergen en un punto: tratar con humanos y su propósito final es conseguir una Calidad de Vida, sin embargo cada persona tiene un concepto diferente a tal término, pero en general: El individuo debe estar físicamente sano, en el área psicológica deben ser individuos auténticos, sin trastornos como ansiedad, miedo, etc. Cada uno tiene el derecho a tener creencias espirituales y religiosas que considere convenientes, en el área social debe haber una buena relación de un individuo con la sociedad, es decir, tener la capacidad de interactuar con otros individuos y tener una relación sana, sin problemas. Estas tres áreas están interrelacionadas, y al fallar una, por consiguiente repercute en las demás.

La medicina, la tecnología, los recursos económicos, políticos y sociales del mundo occidental han conseguido aumentar la esperanza de vida dando más años de vida. El objetivo de la medicina y de la sociedad a partir de las últimas décadas del siglo XX es dar vida a todos y cada uno de los años, es decir, aumentar la calidad de vida y este debe ser también el propósito de la ingeniería biomédica.

Finalmente con la conclusión de este trabajo, también quise a manera de reto personal demostrar que el ingeniero, sin importar su especialidad, tiene una formación totalmente técnica, dejando siempre de lado la mirada humanista, y que generalmente al desarrollar sus proyectos demuestra poco interés en considerar el impacto ambiental y social, al evaluar si sus propuestas contribuyen en un desarrollo sustentable total para la sociedad.

### Bibliografía

#### Ética y la Clonación de Humana

- Stanford University's Human Cloning site provides an overview of three cloning methods. <http://www.stanford.edu/~eclipse9/sts129/cloning/methods.html>. Accessed 2/01.
- Author's updated reference: Whitehead Institute for Biomedical Research press release of 5 July 2001 "New study shows normal-looking clones may be abnormal." [http://www.eurekalert.org/pub\\_releases/2001-07/wifb-nss070301.php](http://www.eurekalert.org/pub_releases/2001-07/wifb-nss070301.php). Accessed 1/02.
- San Bernardino County Medical Society published its meeting's panel discussion on "Ethical Issues in Human Cloning" in its Nov./Dec. 1999 bulletin. <http://www.sbcms.org/southcalphysician/1999/nov-dec/art4.htm>. Accessed 2/01.
- Author's updated reference: Ciballi, J.B., R.P. Lanza, and M.D. West. 2001. "The First Human Cloned Embryo." *Scientific American*, Nov. 24 issue. <http://www.sciam.com/explorations/2001/112401ezzell/law.html>. Accessed 1/02; no longer available online.
- Roslin Institute Online, "Information on cloning and nuclear transfer." <http://www.ri.bbsrc.ac.uk/library/research/cloning/>. Accessed 2/01; no longer available online.

#### Problemas bioéticos para la donación postmortem para trasplantes de órganos

- Dickens B. Legal issues pertaining to the role of the family in organ retrieval. *Transplantation Today* 1987; 2:4.
- Cotton RD, Sandler AL. The regulation of organ procurement and transplantation in the United States. *J Leg Med* 1986; 7(1): 55-6.
- Carral Novo JM, Parellada Blanco JC. Organización del rescate de órganos para trasplante. *Rev Cubana Cir* 2001; 40(1): 78-80.
- Fuenzalida-Puelma HL. Trasplante de órganos: la respuesta legislativa de América Latina. En: *Bioética: Temas y Perspectivas*. OPS 1990; 108(5-6): 69-86.
- Cohen B. Organ donor shortage: european situation and possible solutions. *Scan J Urol Nephrol* 1985; 19(3): suppl 92: 79.
- Prottas JM. The rules for asking and answering: the role of law in organ donation. *University of Detroit Law Review* 1985; 63(145): 186-7.
- Pace RA. Aspectos éticos de los trasplantes de órganos. En: *Cuadernos del programa regional de bioética*. OPS-OMS 1997; 4: 149-70.
- Laín Entralgo P. *Cuerpo y alma*. Madrid. Espasa Calpe Segunda Edición 1995: 157.

- Gracia D. Vida y muerte: bioética en el trasplante de órganos. En: Muerte encefálica y donación de órganos. García AE, Escalante Cobo JL. Comunidad de Madrid. 1995:19.
- Casares Fernández A, Sánchez González M. Aspectos bioéticos del trasplante de órganos. En: Trasplantes. Cuadernos de Salud 1. Comunidad de Salud de Madrid; 1995.
- Wertheimer P, Jouvet M, Descotes J. A propos du diagnostic de la mort du système nerveux dans le coma avec arrêt respiratoire traités par respiration artificiale. *Press Med* 1959; 67: 87-8.
- Mollaret P, Goulon M. Le coma depasse. *Rev Neurol* 1959; 101: 3-15.
- Beecher HK. A definition of irreversible coma: report of ad hoc committee of the Harvard Medical School to examine the definition of the brain death. *JAMA* 1968; 205: 85-8.
- Guideline for the determination of brain death. Report of the medical consultant diagnosis of the death to the President's Commission for the study of ethical problems in medicine, biomedical and behavioral research. *JAMA* 1981; 246: 2184-6.
- Machado Curbelo C. ¿Cuándo se muere realmente?. *Rev Avances Médicos* 1996; 111(7): 42-4.
- Younger SJ, Barlett T. Human death and the destruction of the neocortex. En: Zanner R Med. *Death: beyond the whole brain criteria*. New York. Kluwer Academic Publisher 1988: 199-215.
- Machado Curbelo C. Una nueva definición de muerte según criterios neurológicos. En: Muerte encefálica y donación de órganos. García AE, Escalante Cobo JL. Comunidad de Madrid. 1995: 27-51.
- Hodelín Tablada R. Muerte encefálica y estado vegetativo persistente. *Controversias actuales*. En: *Bioética desde una perspectiva cubana*. Acosta Sarriego JR. Centro Félix Varela. Primera edición. 1997: 237-45.
- Lewis P. The drawbacks of research ethics committees. *J Med Ethics* 1982; 2: 61-4.
- Weatherall DJ. Commentary. *J Med Ethics* 1982; 8: 63-4.
- Riecken HW, Ravich R. Informed consent to biomedical research in veterans administration hospital. *JAMA* 1982; 248: 344-8.
- Meisel A, Roth L. What we do and do not know about informed consent. *JAMA* 1981; 246: 2473-7.

### Manipulación genética

- ALBURQUERQUER, Eugenio. *Bioética, Una puesta por la vida*. Madrid, Ed. CCS, 1992. GAFO, Javier. *Diez palabras claves en bioética*. 3º edición. Ed, Verbo Divino, 1997.
- PABLO IV. *Carta Encíclica, Humanae Vitae, Sobre la transmisión de la vida humana*. 1º edición, Bs. As., Ed. San Benito, 2001.
- M. DE MIRALLES, Alejandra. *Hablemos de la vida, Una lectura cristiana de los problemas de la vida*.
- Periódico: CRISTO HOY. *La vida ESTubo de ensayo*. Pág. 1, 2 y 3, Nº 479. 31 de Julio al 6 de Agosto, 2003.

- MAGAZINE SEMANAL. La ciencia en las fronteras de la vida. Pág. 20 y 21, N° 14. 14 al 20 de noviembre, 1993.

### Técnicas de reproducción asistida. Valoración ética

- Conferencia pronunciada en la Facultad de Teología de la Universidad de Navarra (España) en abril de 2005.
- A. RODRÍGUEZ LUÑO – R. LÓPEZ MONDÉJAR, *La fecundación «in vitro»*, Palabra, Madrid 1986. La edición italiana es: *La fecondazione «in vitro»*. *Aspetti medici e morali*, Città Nuova Editrice, Roma 1986.
- La Instrucción «Donum vitae» sobre el respeto de la vida humana naciente y la dignidad de la procreación. Respuesta a algunas cuestiones de actualidad, fue publicada por la Congregación para la Doctrina de la Fe el 22 de febrero de 1987.
- Cfr. *Proceedings of the III World Congress of In Vitro Fertilization and Embryo Transfer*, Helsinki, mayo 1984. Se vea también el comentario de J. FERRE JORGE – V. MARTÍNEZ DE ARTOLA, *Fecundación artificial: aspectos médicos y cuestiones éticas*, «Revista de Medicina de la Universidad de Navarra» XXIX (1984) 203-204.
- Cfr. C. WOOD y colaboradores, *Clinical Implications of Developments in «In vitro» Fertilization*, «British Medical Journal» 289 (1984) 978-980.
- R.G. EDWARDS – M. PUXON, *Parental Consent over Embryos*, «Nature» 310 (1984) 179 (traducción mía). Véase también L.R. MOHR – A. TROUNSON, *Freezing and Donation of Human Embryos*, «Journal of in Vitro Fertilization and Embryo Transfer» 1 (1984) 127.
- R.G. EDWARDS, “*The Ethical, Scientific and Medical Implications of Human Conception In Vitro*”, en C. CHAGAS, *Modern Biological Experimentation*, Pontificia Academia de las Ciencias, Lib. Ed. Vaticana, Ciudad del Vaticano 1984; citado por A. SERRA, *Interrogativi etici dell’ingegneria genetica*, «Medicina e Morale» 3 (1984) 316 (traducción mía).
- Declaraciones citadas por J. SCHMITT, *Biologie: jusqu’où peut-on aller?*, «Le Point», 3 diciembre 1984, p. 52 (traducción mía).
- Cfr. A. BOMPIANI, *Lo sviluppo storico delle tecnologie ed il loro impatto nei processi di procreazione umana*, en J. VIAL CORREA – E. SGRECCIA (eds.), *La dignità della procreazione umana e le tecnologie riproduttive. Aspetti antropologici ed etici*, Lib. Ed. Vaticana, Città del Vaticano 2005, pp. 42-113. El estudio de Bompiani, largo y muy documentado, constituye una excelente exposición del estado actual de las diversas técnicas de reproducción asistida.
- Cfr. A. BOMPIANI, *Lo sviluppo storico ...*, cit. p.45. Otros autores dan cifras un poco diversas, pero de entidad análoga.
- Cfr. R. MARANA, *Le terapie chirurgiche della sterilità femminile*, en J. VIAL CORREA – E. SGRECCIA (eds.), *La dignità della procreazione umana e le tecnologie riproduttive. Aspetti antropologici ed etici*, cit., pp. 225-236.
- Cfr. G. HERRANZ, *L’uso delle tecniche di riproduzione artificiale: effetti sugli scopi e i doveri della medicina*, in J. VIAL CORREA – E. SGRECCIA (eds.), *La*

*dignità della procreazione umana e le tecnologie riproduttive. Aspetti antropologici ed etici*, cit., pp. 149-165.

- Cfr. Instrucción *Donum vitae*, II, B, 5.
- Esta línea de argumentación la hemos desarrollado ampliamente en el libro citado en la nota 1.
- Cfr. *Catecismo de la Iglesia Católica*, n. 1868.
- Cfr. JUAN PABLO II, *Discurso con ocasión del 400 aniversario de la Academia Pontificia de las Ciencias*, 10-XI-2003. Cfr. también ACADEMIA PONTIFICIA PARA LA VIDA, *Declaración sobre la producción y uso científico y terapéutico de las células estaminales embrionarias humanas*, Lib. Ed. Vaticana, Città del Vaticano 2000.
- CUESTIONES ÉTICAS EN LA MANIPULACIÓN GENÉTICA
- Calls for human cloning banning: stem from ignorance. *Nature*, 387:324.
- Comisión Europea. Opinión del grupo asesor sobre aspecto éticos de la biotecnología. Traducción de Diario Médico. <http://www.recoletos.es/dm/asesor/clonacion.html>.
- Comisión Europea. Convenio relativo a los Derechos Humanos y la Biomedicina. Traducción Diario Médico. <http://www.recoletos.es/dm/asesor/convenio.html>.
- Fox JL. US bioethicists say continue human cloning moratorium. *Nature Biotech*, 15:609.
- Gil C. La UNESCO veta la clonación y las intervenciones en línea germinal. *DM*, 13-11-1997.
- Harold T. Ethical an policy issues of human cloning. Shapiro. *Science*, 277:195-196.
- Human cloning requires a moratorium, not a ban. *Nature* 386:1.
- Instrucción Vaticana sobre problemas de bioética. *ABC* 11-3-87.
- Lucassen E. Teaching the ethics of genetic engineering. *J Biol Educ*, 29(2):129-138.
- Macer DRJ. Universal Bioethics and the Human Germ-line. *Politics & Life Sciences* 14:27-29.
- Marsall E. Clinton urges outlawing human cloning. *Science*, 276:1640.
- Marwick C. Put human cloning on hold, say bioethicists. *JAMA*, 278(1):13-14.
- McCarthy M. Clinton wants human cloning banned -for time being at least. *The Lancet*, 349:1752.
- Morris K. UK hears evidence on cloning human beings.. *The Lancet*, 349:785.
- National Bioethics Advisory Commision. Report and recommendations on Cloning Human Beings. <http://www.nih.gov/nbac/nbac.htm>.
- Opposition to human cloning grows. *JAMA*, 277(22):1750.
- Opposition to human cloning. *JAMA*, 277(14):1105.
- Orella Unzué JL. Clonación de seres humanos. *Diario DEIA* 25 y 27 -10-1997.
- Pardo A. Clonación humana. Dpto. Bioética- Universidad de Navarra. *Revista OMC*, Abril 1997.
- Polaino-Lorente A et al. *Manual de Bioética General*. Rialp. 1993.
- Protocolo al convenio de Derechos Humanos y Biomedicina, sobre prohibición de clonar seres humanos. Documentos Diario Médico. *DM*, 11-11-1997.

<http://www.recoletos.es//dm/asesor/convenio.html> y

<http://www.recoletos.es//dm/asesor/convenio1.html>.

- Roberts MA. Human cloning: a case of no harm done? *J Med Phil* 21:537-554.
- Sonnerfeld AR. Ingeniería Genética y dignidad humana. *Revista de medicina de la Universidad de Navarra*, 30(4):261-267.
- Stephenson J. Threatened Bans on Human Cloning Research Could Hamper Advances. *JAMA*, 277(13):1023-1026.
- Watson R. European parliament wants world ban on human cloning. *Br Med J*, 314:847.
- White House bill would ban human cloning. *Nature* 386:644.

### **Eutanasia**

- R. Lamerton, "Care of the Dying", Priority Press Ltd., 1973, p. 99.