Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Acatlán

El ser humano como máquina dentro de la práctica médica

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN FILOSOFÍA

Presenta

Rodrigo Eduardo Ramírez Franco

Asesor: Dr. Arturo Ramos Argott

Santa Cruz Acatlán, Naucalpan, Estado de México, 2020

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

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.

Agradecimientos:

En primera instancia me gustaría agradecer al PAPIME PE402619 por la beca que posibilitó en gran medida la realización de la presente investigación.

Gracias a mi familia por apoyarme y darme alientos en innumerables ocasiones. A mi madre Irene Franco por todos los años de paciencia, comprensión y cariño. A mi padre Justino Ramírez por todas las noches de desvelo. El agradecimiento que siento por ambos no puede ser expresado en palabras. A mi hermano Rubén por escucharme en innumerables ocasiones y por ayudarme en repetidas veces a encontrar el material bibliográfico necesario para mis clases. A mi hermana Josefina por apoyarme en tantas ocasiones y por siempre alegrarme con su gran sentido del humor. A mi hermano Delcin Leal (†); tu recuerdo siempre vivirá en mi memoria y me dará fuerzas para seguir adelante.

Gracias a los tres pilares de mi educación universitaria. Al Dr. Rubén Reyes Moreno por enseñarme la importancia de la originalidad y por todo su apoyo en los proyectos que realicé a lo largo de la carrera. A la Dra. María Esperanza Rodríguez Zaragoza por su tiempo, cariño, comprensión, apoyo e incluso regaños. Al Dr. Arturo Ramos Argott por su apoyo en la realización del presente trabajo, por todas las oportunidades que me brindó y por enseñarme la importancia de ser diplomático. Más allá de profesores, se han convertido en un ejemplo de vida.

Gracias a los profesores que aportaron en mi formación profesional. Al Dr. Alberto Luis López por enseñarme a ser minucioso y a ejercitar mi argumentación. A la Dra. Mari Carmen por ayudarme a mejorar mi redacción y exposición. A Sofía Lorena Osnaya Hoyos por la paciencia y constancia en mi proceso de aprendizaje del alemán.

Gracias a mis sínodos el Dr. Raúl Alcalá Campos, la Mtra. Jaqueline Alcázar Morales y la Dra. Atocha Alise Llera por el valioso tiempo invertido en tanto en la lectura del presente trabajo como en la formulación de sus excelentes observaciones.

Gracias a mis amigos y compañeros del seminario de Filosofía de la Ciencia y del Proyecto Cantera. A Juan por siempre tener tiempo para ayudarme a repasar

lógica. A Alejandro por todas las charlas filosóficas y no filosóficas. A Katia por todas las sugerencias a mi trabajo. A Omar por todas las charlas académicas y de cultura pop. A Ambar por estar presente en muchos de los momentos más difíciles.

Gracias a todas las personas que me permitieron compartir con ellas el poco conocimiento que creo poseer. A Vanesa Ibarra por ser la primera persona a la cual apoyé académicamente, gracias por confiar en mi a pesar de mi poca experiencia. A Luis Alberto Baltazar por ser mi primer asesorado en temas de lógica. A las dos generaciones de *All Stars* que me han permitido asesorarlos para la Olimpiada Internacional de Lógica. Alexis, Dani, Brenda, Diego y Aarón, al final del día ustedes me han enseñado más de lo que yo a ustedes.

Gracias a todas las personas cuyas personalidades hicieron mucho más amena e interesante mi paso por la carrera de filosofía. A Gina, Diana, Ileana, Daniel, Mireya, Luis y Augusto.

Gracias a todo el personal administrativo y de mantenimiento de la facultad; sin su constante esfuerzo, la universidad no sería lo que es. A las secretarias de la división de humanidades. A los choferes de la ruta del toreo. Al personal de intendencia. A los jardineros. A los vigilantes. A los encargados de las distintas cafeterías.

Gracias a todas las personas que siempre han estado a mi lado. A Alexa y a Guisell por siempre tener un rato para conversar acerca de cualquier tema. A Tenderly por su apoyo incondicional y por estar a mi lado en todo momento.

Gracias a todas las creadoras de contenidos que me inspiraron de diversas formas. A Ter por enseñarme la importancia de ser millenial y de la performance, y recordarme que no tiene nada de malo tener complejos. A Danna Alquati por su gran sentido del humor y por siempre dejar las fuentes que cita; dichas fuentes fueron de gran ayuda a lo largo de la presente investigación. A Patricia Tezanos (Antroporama) y Sandra Ortonobes (La hiperactina) tanto por su maravillosa y accesible manera de divulgar la ciencia como por siempre proporcionar referencias útiles en sus videos.

Contenido

Introducción 5

1. Funciones biológicas bajo una perspectiva cibernética 9

1.1. Condiciones necesarias para la vida 11

1.1.1. Compartimentación 11

1.1.2. Ser un sistema abierto 13

1.1.3. Regulación entre medio interno y externo 15

1.1.4. Procesos homeostáticos 18

1.2. El cuerpo humano como un conjunto de sistemas 21

1.2.1. Sistema circulatorio 23

1.2.2. Sistema respiratorio 25

1.2.3. Sistema digestivo 26

1.2.4. Sistema inmunológico 28

1.2.5. Sistema endócrino 30

1.2.6. Sistema nervioso 33

1.3. Vida y funciones 36

1.3.1. Pensar el cuerpo como una máquina universal de Turing 41

1.3.2. Mecanismos de procesamiento de información 45

Conclusiones 51

2. Funcionalismo y salud 53

2.1. Salud y enfermedad 55

2.1.1. Bienestar físico 56

2.2. Preservación de la salud 60

2.2.1. Medicamentos 64

2.2.2. Procesos quirúrgicos 66

2.2.3. Vacunas 68

2.3. Muerte 70

Conclusiones 77
3. Implicaciones y repercusiones de una visión funcionalista 80
3.1. Desviaciones de la medicina ortodoxa..... 82
3.1.1 Homeopatía ¿Cura o peligro?..... 83
3.1.2. Movimiento antivacunas y epidemias 92
3.2 Tratamientos no ortodoxos, el derecho a saber la verdad y salud colectiva 97
Conclusiones 99
Conclusiones..... 102
Referencias 105

Introducción

La salud no es un tema que le sea ajeno en ningún sentido al ser humano. Desde el inicio de la historia se han realizado investigaciones referentes al tópico. Como antecedentes más lejanos se podrían citar los trabajos de los griegos, los egipcios o los babilonios. Si bien es cierto que en un inicio la preservación y recuperación de la salud no fueron tratadas de la manera más rigurosa posible, éstas se han ido sofisticando con el pasar de los años. Trabajos como los de Hipócrates, Galeno, La Mettrie y Harvey han representado un hito en sus respectivas épocas y un punto de partida para las generaciones futuras. Todo ello ha tenido como consecuencia que hoy en día sea posible gozar de un gran número de herramientas utilizadas en el proceso de diagnóstico y en los distintos tratamientos.

La medicina actual se basa principalmente en conocimientos biológicos, haciendo especial énfasis en el aspecto fisiológico. A lo largo de la historia, entre mejor se conocían las funciones de los distinto órganos que conforman el cuerpo humano, más se intentaba explica el funcionamiento de éste apelando al símil de la máquina. Durante la modernidad se prestó atención al movimiento mecánico de los músculos. A partir del siglo XVIII muchas investigaciones prestaron especial atención a los procesos viscerales. En el siglo XX se comenzó a investigar de manera más profundan los distintos procesos mentales. Durante dicho siglo surgió la perspectiva funcionalista. Si bien es cierto que dicha óptica se concentraba mayormente en los procesos mentales, ésta puede ser extrapolada al resto de acciones realizadas por el cuerpo.

En la presente investigación se buscará tanto exponer de la manera más clara posible las repercusiones que ha tenido el funcionalismo dentro de la práctica médica como brindar una serie de argumentos que reflejen algunas razones por las cuales dicha visión presenta mayores beneficios en términos pragmáticos. Para ello se realizará un análisis desde tres perspectivas: las biológica, la médica y la pseudocientífica. La perspectiva biológica atenderá a conocer la composición del cuerpo humano cuando se encuentra en un estado óptimo, y la serie de mecanismos que utiliza para mantener dicho estado. La perspectiva médica busca tanto definir los términos de salud y enfermedad como exponer los procesos utilizados por los profesionales de la salud para realizar un diagnóstico.

La visión pseudocientífica tiene como objetivo brindar un punto de comparación entre la medicina convencional y algunas prácticas no ortodoxas, así como exponer los riesgos que pueden significar éstas últimas.

A lo largo del primer capítulo se abordará el tema de la vida. En primera instancia se enumerarán una serie de condiciones aparentemente necesarias para el surgimiento y preservación de la vida humana. Dichas características son: compartimentación, ser un sistema abierto, tener una serie de mecanismos que regulen la interacción del medio externo con el interno y tener la capacidad de realizar procesos homeostáticos. Dichas cualidades se encuentran vinculadas de manera directa o indirecta a la existencia de los distintos sistemas que conforman al cuerpo humano. Posterior a la explicación de las condiciones necesarias para la vida, se explicarán algunos de los sistemas más relevantes de cuerpo humano, sus elementos y las funciones de cada uno de ellos. Cuando se comprenden las funciones realizadas por los distintos órganos es posible hacer una analogía de éstos con los elementos que conforman una máquina universal de Turing. Dicha analogía se verá reforzada con el análisis del funcionamiento de productos sanitarios implantables como el marcapasos.

En el segundo capítulo se definirá el término de salud y se hará especial énfasis en lo que respecta al bienestar físico. A partir de una definición de bienestar se podrá notar la relevancia de las funciones realizadas por los distintos sistemas que conforman al cuerpo humano, siendo los procesos digestivos e inmunológicos los más sobresalientes. Posterior a ello se explicará los razonamientos utilizados por los médicos para conjuntar tanto los malestares subjetivos como los cambios objetivos y así generar tanto un diagnóstico como una propuesta de tratamiento. Existen dos tipos principales de tratamientos: los fármacos y las operaciones. No obstante, también existen medidas preventivas para algunas enfermedades. Dichas medidas son denominadas como vacunas. En la parte final del capítulo se analizará qué sucede cuando el estado de bienestar decrece de manera drástica y el individuo no puede ser tratado.

A lo largo del tercer y último capítulo se analizará qué pasa cuando la idea funcionalista es transgredida en el ámbito médico. Para ellos se analizará la homeopatía y el movimiento antivacunas como casos representativos. La homeopatía refiere a las ocasiones en las cuales se deja de lado la visión

funcionalista y se hacen uso de otros conceptos, los cuales no son aceptados dentro del canon médico. Con respecto al movimiento antivacunas, se hará una revisión de las ocasiones en las cuales se parte de bases científicas preexistentes, pero estas han sido modificadas en algún momento. Ambos casos tienen la finalidad de representar cómo la modificación de ideas científicas no solamente tiene repercusiones a nivel epistemológico, sino que también pueden tener consecuencias médicas, epidemiológicas, e incluso éticas.

La relevancia de este tipo de investigaciones no se basa únicamente en el aspecto científico. Existen momentos en los cuales parece ser que la perspectiva científica es superior en todos los aspectos, pero cuando la idea es llevada al terreno de la vida cotidiana actual, tal supuesto no se ve reflejado en todo momento. El motivo de ello es que la población en general acepta de mejor manera ideas que no se encuentran comprobadas. Tal situación no repercute únicamente a un grupo reducido de personas, sino que en muchos casos las consecuencias pueden verse reflejadas en grandes conglomerados de gente. La razón de ello es qué, a nivel colectivo, una persona renuente a aceptar medidas preventivas como la vacunación o tratamientos como la ingesta de medicamentos, no solamente pone en riesgo su integridad, sino que también vulnera el bienestar de quienes la rodean. El motivo de ello es que el individuo en cuestión se convierte en un foco de infecciones. Tomando en cuenta lo anterior es posible establecer una relación entre el cuidado de la salud personal y la responsabilidad ética colectiva.

Cuando se hace referencia a las ciencias de la salud, el debate ético debe ir de la mano de una perspectiva científica debido a la estrecha relación que guardan. Los procedimientos médicos deben ser dictados a partir de pruebas empíricas. Cualquier procedimiento cuyo objetivo sea preservar o recuperar la salud tiene que ser explicado de manera accesible al paciente. Medicamente no es ético aceptar o rechazar el uso de cualquier tipo de tratamiento sin conocer los efectos que éste puede tener en el organismo. Tener conciencia sobre los efectos de un fármaco solamente se puede lograr cuando se ha comprendido, al menos de manera somera, tanto los efectos de los ingredientes activos que lo conforman como el funcionamiento de los distintos órganos en situaciones normales y anómalas. Hacer caso omiso a tal condición tiene consecuencias médicas y

éticas que van más allá del plano individual. En ambos casos dichas consecuencias se ven reflejas principalmente en el paciente y en su entorno. En el caso de las consecuencias médicas, se puede hacer referencia al probable deterioro del estado de salud del paciente. En el caso del ámbito ético, la responsabilidad recae tanto en el médico como en el paciente. Si el médico ignora de manera accidental o deliberada los efectos que cualquier sustancia puede tener en el cuerpo, este violenta el derecho de saber la verdad del paciente; debido a que no le brinda información fidedigna. En el caso del paciente, cuando este opta por prácticas no científicas, puede poner en riesgo tanto su salud como el bienestar de otros individuos.

1. Funciones biológicas bajo una perspectiva cibernética

Es posible que, desde su origen, el ser humano haya intentado brindar una explicación de los fenómenos que le rodean. Dentro de dicho abanico de sucesos, la vida no era un acontecimiento que pasara inadvertido o de sencilla elucidación. A lo largo de la historia, los trabajos referentes al tema han sido sumamente prolíficos. Ello ha tenido como consecuencia que el tópico haya sido abordado desde los más disímiles enfoques. No obstante, entre todas las explicaciones existentes parece ser que las aportadas por las ciencias naturales han sido las más satisfactorias, al menos en términos pragmáticos. Las razones de ello no son pocas. A partir de los conocimientos generados por la química, la biología y sus diversas ramas ha sido posible no solamente conocer de manera detallada el funcionamiento de diversos organismos, sino que también se han esclarecido muchas de sus relaciones. Tal condición ha tenido como consecuencia que prácticas como la médica hayan mejorado de manera considerable.

A lo largo de la historia de las ciencias, en no contadas ocasiones se ha intentado definir la vida humana como un conjunto ordenado de funciones. Tal visión tajo consigo pensar a las personas como entidades equiparables a las máquinas. Dicha idea, a pesar de estar apoyada por una gran cantidad de científicos y pensadores, no se ha visto exenta de críticas y revisiones. No obstante, a lo largo de las siguientes páginas se procurará realizar un análisis de algunas cualidades biológicas que poseen los seres humanos, las cuales pueden ser descritas de manera similar a los procesos realizados por algunos autómatas.

Antes de aventurarse a intentar explicar, en términos cibernéticos, las funciones de cualquier órgano o sistema en específico, es sumamente relevante esclarecer una serie de condiciones que hacen que un ser humano se encuentre vivo. El motivo de ello radica en que, si se quiere emular algún proceso biológico, es necesario comprender con antelación como surge dicho sumario de acciones y como se relaciona con otros similares. Una vez analizado esto, será posible vislumbrar qué elementos se encuentran presentes y como interactúan entre sí para poder generar y preservar el fenómeno de la vida, así como las funciones involucradas en dicho acontecimiento. A partir de ello será posible exponer cuatro condiciones necesarias que debe tener el cuerpo humano para generar y

mantener la vida. Dichas cualidades son: compartimentación, ser un sistema abierto, poseer una serie de mecanismos que regulen las interacciones entre el medio interno y el externo, y tener la capacidad de realizar procesos homeostáticos. Estas características solamente pueden ser consideradas como condiciones necesarias en el caso de los seres humanos; la razón de ello es que existen organismos que pueden prescindir de alguna de ellas para mantenerse con vida.

Una vez que se hayan comprendido por lo menos los aspectos básicos anteriormente mencionados referentes a la generación y preservación de la vida, será posible intentar explicar desde una perspectiva fisiológica el funcionamiento y relación de los sistemas que conforman al cuerpo humano. A partir de ello será factible no solamente enunciar las funciones que desempeñan los distintos órganos del cuerpo, sino que también será posible explicar de manera somera como estas últimas pueden ser descompuestas en términos más simples para que posteriormente se intente replicarlas en componentes ajenos al cuerpo. El porqué de una óptica fisiológico-funcionalista responde a dos móviles: en primer lugar, la fisiología y el funcionalismo permiten enlazar de manera más sencilla los distintos procesos biológicos con las explicaciones funcionales. En segunda instancia, dicha visión brinda facilidades para notar la relación entre las tareas desempeñadas por los órganos con algunos conceptos como salud y enfermedad; temas que serán tratados en el capítulo siguiente.

Dentro del análisis funcional de un ser humano es sumamente relevante atender no solamente a las acciones realizadas por músculos y vísceras, sino que también es necesario analizar los procesos mediante los cuales se generan estados mentales como preferencias o deseos. Para ello es vital analizar tanto la forma en como actúan los impulsos eléctricos del sistema nervioso y las hormonas del sistema endócrino, como las formas en como una persona se relaciona sensorialmente con el mundo. Para comprender de una manera más íntegra dichas acciones y la forma en cómo se podrían replicar es útil valerse de algunas imágenes presentes dentro de la cibernética. Tal es el caso de planteamientos como el de la Máquina de Turing o las articulaciones presentes en algunos robots.

1.1. Condiciones necesarias para la vida[1]

La pregunta por las condiciones que hacen posible el surgimiento de la vida no es algo que le sea ajeno al ser humano. Desde hace bastante tiempo, las personas se han planteado cuestiones con respecto de la delgada línea que separa lo vivo de lo inerte. A raíz de ello se han generado un considerable número de postulados que buscan explicar los diversos fenómenos biológicos. No obstante, es necesario señalar que, a pesar del amplio número de investigaciones realizadas, no existe un consenso absoluto sobre el concepto de *vida.* Uno de los principales motivos reside en que las distintas ramas de la biología tienden a definir el fenómeno desde sus particulares perspectivas. Los fisiólogos se centran en estudiar el funcionamiento general de los organismos, los ecólogos prestan especial atención a las relaciones entre los seres y su medio, los etólogos se enfocan en el comportamiento de plantas y animales; y así mismo, las demás ramas de la biología dan primacía a otras características.

Si bien es cierto que, cuando las investigaciones son acotadas a la vida humana existe un menor número de factores a tomar en cuenta, éstos siguen siendo bastantes. Ello se debe a la complejidad intrínseca del cuerpo humano. Durante el día a día resulta relativamente sencillo determinar cuándo alguien se encuentra vivo y cuándo no, pero no es tan sencillo notar o enunciar la serie de factores y condiciones que hacen posible tal fenómeno. El motivo de ello radica en que es complicado establecer que tal o cual característica es totalmente indispensable para el surgimiento de vida humana. A pesar de esto es necesario valerse de algunos supuestos si se quiere abordar algún tema relacionado con el tópico.

1.1.1. Compartimentación

El primer, y posiblemente más obvio, factor a tomar en cuenta al tratar la vida humana es la cualidad de separación o compartimentación por parte de los elementos que constituyen al cuerpo. Todos los seres humanos se encuentran compuestos por sistemas y, a su vez éstos, se dividen “en los compartimentos menores que llamamos células (u órganos, es decir, grupos de células)”

[1] Los datos científicos presentados en esta investigación fueron obtenidos de las fuentes citadas. Cuando no se encuentre una cita de manera explícita, la información ha sido sintetizada de dos o más fuentes presentes en el apartado. Si en algún momento se utiliza una fuente que no se esté citando, se hará alusión a ella en una nota al pie.

(Koshland, 2010, pág. 625). Dicha división no es fortuita, sino que responde a las necesidades tanto del orden de las partes que componen al organismo como a la centralización y especialización de ciertas funciones. Mediante la compartimentación es posible que las distintas unidades biológicas reaccionen ante determinadas sustancias, realicen funciones específicas y generen respuestas diferentes a las de sus análogas.

Si no existiera la división entre los distintos componentes del cuerpo humano, la presencia de vida sería extremadamente difícil, por no decir imposible. En caso de existir un organismo con casi las mismas cualidades que una persona convencional, pero con la carencia del atributo de separación por parte de los elementos que lo conforman, la supervivencia de dicho ente sería excesivamente complicada. El primer desafío al cual se enfrentaría sería la liosa forma en la que se relacionaría con el mundo. Una persona en condiciones biológicas normales percibe los elementos presentes dentro de su entorno mediante los sentidos. El color es captado con la vista, el sabor con el gusto, los sonidos con el oído, los hedores con el olfato y las sensaciones con el tacto. Dentro de un sistema que no presenta dicha especificidad, no se sabría a ciencia cierta cuál sería la manera en que el sujeto entraría en contacto con aquello que le rodea.

Los problemas que surgirían por la homogeneidad de órganos y sistemas no sólo se presentarían en la forma en que la persona se relacionaría con el mundo exterior. La parte interna del organismo también sería víctima de no contadas complicaciones. Asumiendo que estímulos, sustancias y demás elementos hayan ingresado de manera satisfactoria al cuerpo, resta preguntarse por la forma en la cual serían procesados. En condiciones normales cada sistema que compone al ser humano recibe y codifica determinados elementos del mundo exterior. Dicho acontecimiento no sería posible en el caso planteado. Al no existir separación entre las partes del sistema, es posible que tampoco existieran los elementos necesarios para realizar procesos específicos. Aun aceptando la existencia de dichos elementos, es difícil afirmar que tendrían la capacidad de realizar las mismas funciones que sus contrapartes que se encuentran en condiciones normales.

La necesidad biológica a la cual responde la multiplicidad de funciones sería tal vez el mayor reto al cual se enfrentaría un cuerpo compuesto por solamente una

pieza. La vida, por lo menos en términos humanos depende de las relaciones y reacciones entre las distintas partes del organismo con las sustancias ajenas a él. Dentro de dichas relaciones es sumamente importante que cada elemento que forma parte del cuerpo reaccione únicamente a un espectro de estímulos y no a otros. De no ser ese el caso se corre el riego de que los componentes biológicos de la persona no procesen de manera adecuada los elementos presentes dentro del medio externo. Debido a ello, dentro de un individuo carente de compartimientos no sería posible evitar que los sistemas entraran en relación con sustancias que no puedan procesar.

1.1.2. Ser un sistema abierto

Al mencionar la relación entre sustancias externas e internas dentro de un organismo vivo, se hace patente el segundo punto a tomar en cuenta al tratar la vida humana. Dicho rasgo hace referencia a la capacidad de intercambiar luz, calor y otros elementos. Tal cualidad se puede definir como ser un sistema abierto. Un sistema de este tipo tiene la peculiaridad de ser “un objeto definitivamente delimitado que continuamente intercambia algunas de sus sustancias con su entorno, aunque sin alterar sus propiedades generales, al menos a través de un cierto periodo” (Sagan, 2010, pág. 618). En otras palabras, los sistemas de este tipo mantienen una continua relación bilateral con su entorno sin sufrir alteraciones considerables.

Los seres humanos necesitan ser sistemas abiertos debido a las exigencias de algunas de sus funciones. Entre las más relevantes se destacan las relacionadas con los procesos metabólicos y termodinámicos. En ambos casos es una condición necesaria que algunas partes del cuerpo capten elementos del mundo exterior para su posterior procesamiento. Una vez realizada dicha tarea, el sistema procede a descartar los componentes que ya no le sean útiles mediante mecanismos distintos a los ya utilizados. Tras asimilar aquello que sea provechoso y desechar aquello que no lo sea, el organismo procura hacer de nueva cuenta el mismo proceso.

Al hablar de metabolismo, éste puede ser definido de manera sencilla cómo “la suma de todas las reacciones químicas necesarias para mantener la vida” (Audesirk & Audesirk, 1996, pág. 4). Mediante los procesos metabólicos los seres humanos son capaces de obtener y asimilar elementos del medio para,

posteriormente, incorporarlos a sus propias células. Tales acciones son realizadas mediante la absorción de nutrientes. Estos son obtenidos principalmente de alimentos de origen animal y vegetal; siendo estos últimos especialmente importantes debido a su capacidad única de absorber energía solar. Es así como la energía proveniente del sol es parte del metabolismo tanto de plantas como de animales. Posterior a la ingesta de alimentos, la energía es transformada e incorporada a las células. Parte de dicha energía es utilizada para realizar las funciones propias del organismo y el resto es expulsada en forma de calor.

La captación y procesamiento de energía no son tareas exclusivas de los procesos metabólicos. Para entender de manera cabal dichas labores resulta significativo tener cierto bagaje respecto de las leyes de la termodinámica y de su relación con los sistemas abiertos, siendo las primeras dos leyes a la cuales hay que prestar mayor atención. En términos simples, la primera de ellas denota que dentro de un sistema cerrado no es posible la pérdida ni la ganancia de energía. Por su parte, la segunda señala la imposibilidad del incremento de orden dentro de sistemas del mismo tipo. En conjunto dichos postulados dejan ver que, dentro de un sistema cerrado, llegará el momento en que la energía se encontrará dispuesta de tal forma que no será posible transformarla y no existirá ningún tipo de orden. No obstante, el caso de la vida es diferente. Ello se debe a que su presencia no se presenta dentro de sistemas cerrados, sino en sistemas abiertos.

Debido a que los seres humanos son sistemas abiertos son capaces de realizar reacciones endergónicas. Este tipo de reacciones tiene como particularidad generar productos con más contenido energético que la de los reactivos utilizados para su formación. Ello se logra mediante el aprovechamiento de parte de la energía existente en el medio ambiente. En el caso de la mayoría de la vida en la tierra gran parte de la energía adicional proviene de la estrella más cercana, el sol. Haciendo uso de ésta, los seres vivos pueden tanto sintetizar moléculas complejas como mantener sus bajos niveles de entropía.

Si se pensara en un organismo como un sistema cerrado, resultaría vano presentar argumentos a favor de que éste se encontrara vivo. El motivo de mayor peso para ello sería la ausencia de energía útil. Debido al aislamiento no sería

posible el intercambio de luz, calor o nutrientes. Sin la incorporación de nutrientes por parte del mundo exterior no es posible realizar ningún tipo de proceso metabólico y, por tanto, con la ausencia de dichos procesos las células son tanto incapaces de mantener su bajo nivel entrópico como de realizar sus respectivas funciones. Así mismo, si las células fueran incapaces de realizar su labor de manera individual, tal condición se extrapolaría al conjunto de ellas; lo cual tendrá como consecuencia que tanto los tejidos como los órganos padecerían la misma condición. Teniendo en cuenta dichas circunstancias resultaría imposible catalogar a tal sujeto hipotético como un ser vivo.

Ante el escenario planteado es posible objetar que el mismo hermetismo del sistema posibilitaría que tampoco se perdiera energía y, por ende, que ésta pudiera ser reutilizada de manera indefinida. Podría pensarse que ello tendría como consecuencia que las funciones biológicas pudieran ser realizadas de manera exitosa. No obstante, éste no es el caso. Si bien es cierto que bajo determinadas condiciones "el sistema puede seguir manteniéndose indefinidamente mediante el asunto del reciclaje de las sustancias químicas" (Koshland, 2010, pág. 626), también es necesario admitir que dicha posibilidad solamente se hace patente cuando el organismo puede hacer uso de una fuente de energía suplementaria. Debido al aislamiento que presentan los sistemas cerrados, no es posible la asimilación energética de medios externos. Con la carencia de ésta, el nivel de entropía aumenta hasta hacerse neto; con ello se imposibilitan los procesos implicados durante el reciclaje de sustancias. Es así como la carencia de energía adicional anula el caso en el cual el sistema prevalece mediante la reutilización química.

1.1.3. Regulación entre medio interno y externo

Una vez que se ha comprendido la necesidad de segmentación del cuerpo y la relevancia del intercambio de sustancias con el medio, emergen las preguntas de cómo es posible regular las interacciones entre los distintos sistemas y cuáles son los mecanismos utilizados para relacionarse con el mundo exterior. La respuesta a dichas incógnitas es el tercer punto a tratar. El ser humano puede captar estímulos externos y mantener un estado interno armonioso mediante un conjunto de mecanismos cuyas funciones se enfocan tanto en reconocer la información con la cual se relaciona el organismo como coordinar las

interacciones de los elementos de este último. Dichos mecanismos pueden ser catalogados como un programa o *software* cuyas tareas principales, pero no únicas, son transmitir y analizar la información de los medios interno y externo del sujeto.

El programa es ejecutado principalmente por los sistemas endócrino y nervioso. Como ya se ha estipulado, las funciones que realizan se pueden clasificar en dos rubros: recolección y análisis de información y coordinación del medio interno. El primer tópico se limita a recopilar datos de los medios interno y externo para su posterior análisis. El segundo es un tanto más complejo, debido a que desarrolla un mayor número de funciones. Dentro del segundo conjunto de tareas se realizan labores como transportar información, mediar relaciones entre los sistemas, generar planes de acción para las distintas partes del organismo, simular escenarios, regular hormonas, entre otras.

Durante el proceso de recolección de datos, el software hace uso de los órganos relacionados con los sentidos para codificar los estímulos provenientes del ambiente. No obstante, no todos los órganos tienen la misma relevancia funcional. Por mencionar un ejemplo, durante el proceso de audición se puede clasificar como un elemento no tan significativo la parte externa del oído, debido a que su ausencia no representa una carencia funcionalmente relevante. En cambio, si se prescindiera de un elemento como la cóclea, las incapacidades que acarrearía serian cuantiosas. La razón de ello es que la ausencia de cóclea implica también la falta de “sus sofisticadas células ciliadas y su capacidad para cifrar en mapas el sonido” (Damasio, 2015, pág. 150). Tal condición no es exclusiva del oído, sino que se extiende al resto de los sentidos y sus respetivos componentes.

El segundo tipo de tareas que desempeña el programa se centra en la comunicación entre el cerebro y el resto de órganos. Antes, durante y después de la recopilación de información se realizan continuos mapeos del estado de los sistemas que conforman al individuo. Durante dichos procesos, los estados corporales son cifrados y posteriormente incorporados en forma de estados mentales. La presencia de estos últimos no solamente facilita abstraer las condiciones en las que se encuentran los sistemas, sino que también permiten una mejor comunicación entre ellos. Mediante el uso de mapas, el cerebro es

capaz de conocer las condiciones de cada componente particular del cuerpo y trabajar con dicha información para intentar mantener un continuo estado de equilibrio interno.

Una vez que se ha realizado el mapeo, el programa envía información al organismo para generar cambios dentro de los estados corporales. Dichos procesos son realizados mediante dos tipos de canales: los neurales y los químicos. Los canales neurales transportan la información haciendo uso de los impulsos eléctricos del sistema nervioso. Mediante la estimulación nerviosa es posible realizar acciones como la contracción y dilatación de los músculos. En cambio, los canales químicos transportan los mensajes mediante hormonas como el cortisol, la testosterona o el estrógeno. A diferencia de los canales neurales, los canales químicos tienen mayor injerencia dentro del medio interno y los procesos viscerales del individuo. Las reacciones generadas por los mensajes entregados por ambos conductos generan estados corporales que serán mapeados y convertidos en nuevos estados mentales. Mediante el continuo intercambio de información entre cuerpo y cerebro es posible generar planes de acción tanto a nivel interno como externo para que el organismo mantenga su estado ecuánime.

Si se presentara un caso en el cual los componentes biológicos de una persona no estuvieran coordinados mediante un programa, su subsistencia se vería amenazada por no contados factores. La primera traba a tomar en cuenta, al igual que en el caso de la cualidad de separación, sería la captación de estímulos del ecosistema. Si bien es cierto que los órganos vinculados a los sentidos tienen los elementos suficientes para cifrar y mapear un amplio espectro de estímulos, también es verdad que los estados físicos involucrados en dichas tareas son causados por estados mentales previos. La ausencia de un programa representaría una carencia de estados mentales. Si los estados mentales se encuentran ausentes, no es posibles generar nuevos estados físicos. En caso de no poderse generar nuevos estados físicos, los órganos receptores se encontrarían imposibilitados tanto para coordinarse como para ejecutar cualquier tipo de tarea.

Aunque se asuma la correcta captación de estímulos externos, prevalece el problema de la comunicación. Bajo condiciones normales cuerpo y cerebro

intercambian mensajes de manera permanente mediante distintos canales. Dentro del caso planteado, el intercambio de mensajes se vería interrumpido debido a la falta de estados mentales. La razón de ello es que, los estímulos que viajan a través de los canales neurales y químicos son originados por dichos estados. En caso de que los estímulos pudieran ser captados bajo las condiciones previamente planteadas, éstos no podrían ser mapeados ni transformados en estados mentales. Sin la presencia de mapas, el cerebro no es capaz de mantenerse al tanto de los componentes del cuerpo ni de sus acciones; ello tendría como consecuencias que no se podría desarrollar un plan de acción que posibilitara el equilibrio de estados internos.

Incluso si se aceptara que existe una manera en la cual el cerebro se encontrara al tanto de los componentes y acciones del cuerpo sin necesidad de un mapeo previo, subyacería la pregunta de cómo la totalidad de órganos y sistemas ejecutarían sus respectivas funciones. Al igual que en el caso de los órganos vinculados a los sentidos, el resto de los elementos que componen a un ser humano requieren de estados mentales previos para la ejecución de sus funciones determinadas. Sin la existencia de estados mentales tampoco existirían los mensajes transportados por los canales neurales y químicos. Sin la acción de estos últimos, movimientos como el visceral o el muscular serían prácticamente imposibles.

1.1.4. Procesos homeostáticos

Cuando se analizan las funciones realizadas por el programa no resulta difícil percatarse que muchas de ellas están encaminadas a generar o mantener un *estado de equilibrio.* La razón de ello no es fortuita. La vida, por lo menos en el caso de las personas, es un acontecimiento bastante efímero que solamente se origina dentro de parámetros muy específicos. Sumado a ello, la mayoría de los seres humanos no cuentan con los elementos necesarios para modificar de manera absoluta su medio. Ante tal escenario, el organismo debe contar con una serie de mecanismos capaces de modificar su estado interno. Dichos mecanismos reciben el nombre de procesos homeostáticos y son el cuarto punto para tomar en cuenta al abordar la conceptualización de la vida.

La principal tarea de la homeostasis es mantener el medio interno dentro de un *equilibrio dinámico*; es decir, procurar que los cambios físicos y químicos que

sufre un organismo se encuentren dentro de determinados intervalos. Entre dichos cambios se encuentran la concentración de oxígeno y dióxido de carbono, el nivel de PH, la temperatura y la cantidad de nutrientes absorbidos. En la mayoría de los casos, todos estos parámetros se encuentran relativamente constantes, ello se debe a que cuando “se les atribuye valores numéricos, se descubre que el intervalo en el que normalmente varían es en extremo pequeño” (Damasio, 2015, pág. 78). Un ejemplo de ello es la temperatura interna, la cual en circunstancias ideales se encuentra a 37° con una desviación de solamente 1° en ambos extremos.

Entre más cercanas sean las condiciones del organismo a los parámetros centrales, las funciones realizadas por la totalidad de los sistemas serán más eficientes y económicas. En caso contrario se corren riesgos que van desde contraer enfermedades hasta la muerte. Para mantener un estado ecuánime es necesario que todos los sistemas que conforman el cuerpo mantengan una continua comunicación, para así generar acciones en conjunto que permitan regular los cambios que el ecosistema pueda causar en el organismo. Para cumplir tales tares se hace uso de dos tipos de retroalimentación: la negativa y la positiva.

La retroalimentación negativa es la más común y sus funciones se enfocan en contrarrestar anomalías en el medio interno y restaurar el organismo a sus condiciones originales. Para cumplir con sus tareas hace uso de un punto de referencia, un sensor y un efector. El punto de referencia son los estrechos parámetros bajo los cuales se realizan las respectivas funciones de manera óptima. El sensor es un órgano o sistema capaz de percibir cuando surge una anomalía en el punto de referencia. El efector es el conjunto de órganos o sistemas involucrados en restaurar los parámetros a sus condiciones iniciales. Dentro de este tipo de procesos “un cambio en el ambiente interno dispara una respuesta que tiende a contrarrestar el cambio y a restablecer y mantener las condiciones originales” (Audesirk & Audesirk, 1996, pág. 573).

Por su parte, la retroalimentación positiva se manifiesta en escasas ocasiones y su finalidad se acota a catalizar de manera controlada cambios muy específicos del medio interno. Al igual que su contraparte, requiere de un sensor y un efector para realizar su cometido. No obstante, en este caso las acciones del sensor no

se encuentran ligadas a un punto de referencia sino a hechos particulares. El proceso inicia cuando un acontecimiento específico altera las condiciones originales del estado interno; posterior a ello, el efector intensifica dicha anomalía. El aumento en intensidad de la perturbación tiene como consecuencia que el proceso se repita de manera indefinida hasta que una nueva función lo interrumpa. Una vez que la sucesión de hechos que componen a la retroalimentación positiva ha concluido, su análoga se encarga de regresar al sistema a su estado inicial.

En caso de que existiera un ser humano incapaz de realizar procesos homeostáticos sus posibilidades de subsistencia se verían truncadas por una considerable cantidad de factores. Si bien es cierto que la ausencia de homeostasis no implica la falta de elementos como los órganos sensoriales o los efectores, si conlleva la carencia de puntos de referencia. Sin estos últimos, no es posible evitar que el cuerpo se aleje de los parámetros en los cuales debe permanecer para seguir realizando el conjunto de funciones que le permiten prevalecer. Cómo ya se ha mencionado, el surgimiento y preservación de la vida humana sólo es posible cuando el cuerpo se encuentra en condiciones muy específicas.

Sumado a la ausencia de puntos de referencia, el medio ambiente en el cual se desenvolvería el sujeto no aportaría de manera positiva a su preservación. Haciendo uso de los procesos homeostáticos, un individuo en condiciones fisiológicas normales es capaz de contrarrestar los embates que el mundo exterior hace a su medio interno. No obstante, una entidad carente de dichos mecanismos se encontraría a merced de las inclemencias del ecosistema. Si bien, en un primer momento se podría pensar que mediante algunas restricciones sería posible subsistir, ese no es el caso. La razón de ello radica en que prácticamente todos los elementos involucrados en un hábitat generan cambios dentro del medio interno. Entre dichos elementos se encuentra la temperatura del ambiente que perturba la constante de 37°, la acidez o alcalinidad de los alimentos que tienen injerencia en los niveles de PH y la composición de aire que modifica la concentración de oxígeno y dióxido de carbono.

Posiblemente, la mayor complicación con la cual tendría que lidiar un sujeto incapaz de realizar procesos homeostáticos sería la comunicación y relación entre sistemas. Cómo ya se ha recalcado, se puede definir al cuerpo humano como varios conjuntos de órganos interrelacionados que cumplen funciones específicas. La totalidad de todas ellas tienden hacia un mismo fin, la preservación de la vida. Cuando un órgano o sistema no cumple de manera adecuada sus tareas, sus congéneres se ven afectados en mayor o menor medida. Ello se debe a que un elemento funcionalmente deficiente altera el estado de equilibrio de la totalidad del sistema. No obstante, el resto de los elementos que conforman al sujeto procuran restablecer tanto al medio interno como al elemento afectado. En el caso del individuo incapaz de hacer homeostasis ese no sería el caso. El principal motivo de ello es la comunicación implícita en los procesos encargados de mantener un equilibrio interno. Con la ausencia de dichos procesos también se presentaría la falta de comunicación y cooperación entre sistemas. De ser ese el caso, el cuerpo se reduciría a un conjunto de órganos sin relación alguna, lo cual tendría como consecuencia que la mayoría de ellos no tuvieran los elementos suficientes para realizar sus respectivas funciones o para subsistir. En última instancia dicha circunstancia acarrearía la ausencia de vida en el sujeto.

1.2. El cuerpo humano como un conjunto de sistemas

Para que un ser humano sea capaz tanto de realizar procesos homeostáticos como de relacionarse con el medio externo, es indispensable que los elementos que lo conforman se encuentren asociados de una manera en particular. Dicha conglomeración inicia desde las unidades más básicas de la vida, es decir desde las células. Cuando éstas últimas realizan funciones similares se unen para formar tejidos. Entre las funciones que realizan las células se encuentran el transporte de sustancias, la degradación de elementos externos y el almacenamiento de energía.

Existen cuatro tipos de tejidos: epitelial, conectivo, muscular y nervioso. Los tejidos epiteliales, también conocidos como epitelios, cubren la parte exterior del cuerpo y recubren la superficie de los órganos. Este tipo de tejidos “regulan la transmisión de calor entre el interior y el exterior de las estructuras, así como la transmisión de agua, nutrientes y otras sustancias” (Freeman, 2009, pág. 919).

La función principal de los epitelios es servir como barrera tanto entre el cuerpo y el mundo exterior como entre los órganos. Los tejidos epiteliales se dividen en dos tipos: simples y estratificados. Los simples comúnmente tienen el grosor de una célula y revisten la mayoría de los sistemas. Por su parte, los estratificados son un poco más gruesos y "se dividen rápidamente, dando origen a células hijas que forman las capas de la superficie" (Audesirk, Audesirk, & Byers, 2013, pág. 609). En ambos casos, las células que conforman los tejidos son remplazadas a lo largo de periodos cortos debido al continuo desgaste.

Los tejidos conectivos dan fuerza y soporte a las estructuras que conforman a un organismo. Se encuentran mayormente compuestos por una matriz líquida que les brinda flexibilidad. Hay tres tipos de tejidos conectivos: laxo, denso y especializado. El tejido laxo "conecta, da soporte y rodea a otros tipos de tejidos y forma una estructura interna para los órganos" (Audesirk, Audesirk, & Byers, 2013, pág. 611). El denso forma los tendones y ligamentos. Dentro de los tejidos especializados se encuentran elementos como los huesos, la sangre y el cartílago.

El tejido muscular posibilita el movimiento. Las células de los músculos se contraen cuando son estimuladas y se relajan cuando el estímulo cesa. Los tejidos musculares se dividen en esqueléticos, cardiacos y lisos. Los tejidos esqueléticos son estimulados por el sistema nervioso y su movimiento se efectúa de manera consiente. El tejido cardiaco se encuentra solamente en el corazón. A través de éste viajan las señales eléctricas que dan origen a los latidos del músculo principal del sistema circulatorio. Los músculos lisos se encuentran a lo largo de todo el cuerpo. Por lo general su contracción es lenta e involuntaria.

Los tejidos nerviosos[2] se encuentran en todo el cuerpo y se componen por neuronas y células gliales. Las neuronas se especializan en generar y transmitir señales eléctricas a músculos, glándulas y otras neuronas. Las células gliales se relacionan tanto con las neuronas como con el líquido extracelular que las rodea. En el caso de las neuronas, las células gliales las rodean y aíslan eléctricamente. Así mismo regulan la composición del líquido extracelular que posibilita las funciones de las neuronas.

[2] Estos tejidos serán tratados más detalladamente en el apartado correspondiente al sistema nervioso.

Al igual que las células, los tejidos con funciones similares o complementarias se unen para generar unidades más complejas. Dichas unidades reciben el nombre de órganos y conforman estructuras aún más grandes llamadas sistemas. Los sistemas son “grupos de tejidos y órganos que trabajan juntos para desarrollar una o más funciones” (Freeman, 2009, pág. 920). Entre dichas funciones se encuentran la el transporte de oxígenos a las células, la asimilación de nutrientes y la supresión de antígenos.

1.2.1. Sistema circulatorio[3]

Si se quisiera explicar las funciones que desempeña el sistema circulatorio, éstas pueden ser clasificadas en tres categorías: transporte de sustancias, regulación térmica y protección ante agentes externos. Dichas tareas son realizadas principalmente por las venas, las arterias, el corazón y la sangre. Tanto las venas como las arterias pueden ser entendidas como un complejo sistema de canales formados por vasos sanguíneos donde se desplaza la sangre. Por su parte, la principal, pero no única, función del líquido vital es transportar un gran número de sustancias dentro de todo el organismo mediante los glóbulos rojos y el plasma sanguíneo. Finalmente, el corazón es el órgano encargado de bombear sangre a través del conjunto de venas y arterias.

Dentro del ciclo circulatorio, la sangre es posiblemente el elemento más importante y complejo de todos. El motivo de ello reside en que cada uno de sus componentes desarrolla distintas tareas. Si bien es cierto que la principal función del líquido es transportar sustancias a lo largo de los vasos sanguíneos, no es la única labor que desempeña. La transferencia de sustancias es realizada exclusivamente por el plasma sanguíneo y los glóbulos rojos. El plasma sanguíneo es el encargado de transportar los alimentos a las células una vez que las proteínas, glucosa, lípidos, vitaminas y sales minerales de éstos han sido descompuestos en aminoácidos. Por su parte, los glóbulos rojos o también llamadas eritrocitos son capaces de transportar oxígeno a los tejidos debido a que “están formados por una proteína muy especial: la hemoglobina” (Frenk, 2018, pág. 72).

[3] A lo largo de esta sección, así como en las secciones subsecuentes que abordan sistemas que conforman el cuerpo humano, no se profundizará demasiado en el tema. La finalidad de estas secciones es únicamente señalar los elementos y funciones más relevantes de cada sistema.

Por otra parte, la protección ante agentes externos es realizada por los glóbulos blancos y las plaquetas. Los glóbulos blancos o leucocitos tienen como objetivo evitar la penetración de agentes potencialmente nocivos y eliminar células portadoras de virus. Cada una de estas tareas es ejecutada por una clase diferente de leucocito. Los macrófagos, también denominados *grandes comedores*, "se alimentan de invasores bacterianos u otras células "ajenas" incluidas las células cancerosas" (Audesirk & Audesirk, 1996, pág. 593). Posterior a la ingesta, los leucocitos comúnmente perecen y forman el pus encargado de expulsar algunos materiales de desechos. La eliminación de células portadoras de virus es ejecutada por las *células asesinas.* Este tipo de células no ataca a los elementos externos del organismo, sino que se enfoca en eliminar células infectadas mediante el reconocimiento de determinadas proteínas.

Las plaquetas, a diferencia de los glóbulos, no son células, sino fracciones de una. Su función se enfoca en evitar la pérdida de sangre. Cuando un vaso sanguíneo se rompe, se produce una hemorragia lo que conlleva al decremento del vital líquido. Debido a la relevancia de las funciones que realiza la sangre, su detrimento representa una afectación en las funciones de otros elementos del organismo. Para evitar la pérdida de sangre, las plaquetas se conglomeran en las hemorragias para detenerlas e iniciar el proceso de coagulación.

En lo que respecta a la regulación térmica, el sistema circulatorio actúa principalmente de una manera exotérmica. La mayoría del calor interno del organismo proviene del hígado, los músculos, el cerebro y el corazón. Dicho calor se mueve dentro de la sangre a lo largo de las venas y arterias. Una vez que ha recorrido el organismo, el calor suele ser expulsado por la piel mediante la dilatación de las arterias cutáneas. La transferencia térmica entre el individuo y su medio puede darse de cuatro maneras: conducción, convección, radiación y evaporación. La conducción es la transferencia térmica entre dos sólidos que están en contacto directo. La convección es el traspaso de calor entre un sólido y un líquido o un gas. La radiación es el traspaso de calor entre dos cuerpos que no están en contacto. La evaporación es la trasformación de un líquido a un gas. Comúnmente, el cuerpo libera calor mediante la radiación o la evaporación debido a que "se necesita una gran cantidad de energía para calentar el agua y

que se produzca la evaporación" (Freeman, 2009, pág. 926). El calor se pierde cuando el sudor o algún otro líquido se evapora de la piel.

Todos estos procesos son realizados gracias a las contracciones y dilataciones armónicas del corazón. La sangre venosa ingresa al músculo principal del sistema circulatorio a través de las tres venas principales del cuerpo, la vena cava inferior, la vena cava superior y la vena coronaria. Después de un breve paso por el ventrículo derecho, la sangre pasa a los pulmones donde expulsa el dióxido de carbono que transporta, y absorbe el oxígeno de los alveolos. Una vez realizado dicho proceso, la sangre venosa se convierte en sangre arterial y regresa al corazón a través de la vena pulmonar, para salir nuevamente al cuerpo a través de la arteria aorta e iniciar nuevamente el ciclo circulatorio.

1.2.2. Sistema respiratorio

Una vez que se han comprendido los rasgos generales del sistema circulatorio, es más sencillo entender las funciones realizadas por parte del sistema respiratorio. Los motivos de ello son simples. En primer lugar, una gran cantidad de funciones realizadas por el conjunto de órganos que posibilitan la respiración tiene una estrecha relación con las funciones realizadas durante el ciclo circulatorio. En segunda instancia, aquellas tareas que no guardan una relación directa con el transporte de sangre pueden ser explicadas, en su mayoría, como procesos mecánicos.

Los procesos realizados durante la respiración pueden ser clasificados en dos rubros, la parte conductora y el intercambio gaseoso. Dentro de la parte conductora, el aire ingresa al organismo y es transportado mediante diversos mecanismos a los alveolos, los cuales se encargarán posteriormente del intercambio gaseoso. En este segundo proceso, los alveolos ceden a la sangre el oxígeno del aire, y toman de ésta el dióxido de carbono proveniente de las células.

El proceso conductor inicia con el ingreso de aire al organismo mediante la inhalación, la cual se logra mediante la expansión de la cavidad torácica. Una vez que la cavidad se ha expandido "los pulmones se expanden con ella debido a que un vacío los sostiene firmemente en contra de la pared interna del tórax" (Audesirk & Audesirk, 1996, pág. 613). La expansión de los pulmones implica su

aumento de volumen en el cual existe un vacío parcial donde ingresa el aire. No obstante, el transcurso del aire hacía los pulmones no es tan simple. El aire que ingresa por la nariz o la boca pasa primero por la laringe, después de ello cruza por la epiglotis para llegar a la faringe. Finalmente se conduce por la tráquea hasta llegar a los bronquios, los cuales se dividen en bronquiolos y estos a su vez en alveolos, el destino del aire.

Una vez que los alveolos se llenan de aire, ceden el oxígeno a los eritrocitos para poder absorber el dióxido de carbono. Posterior a ello, los glóbulos rojos transportan el oxígeno a todas las células del cuerpo mediante la primera parte del ciclo circulatorio. Después de que los glóbulos rojos hayan cedido oxígeno a las células de todo el cuerpo, estas últimas liberan CO2. Parte de dicho gas es absorbido nuevamente por los eritrocitos, mientras que el otro tanto entra en contacto con el plasma sanguíneo para formar iones bicarbonatados (HCO3-). El trabajo conjunto entre los glóbulos rojos y los iones bicarbonatados tiene como consecuencias la disminución de concentraciones de dióxido de carbono y el óptimo flujo de este hacia los alveolos. Finalmente, el aire, con una mayor concentración de dióxido de carbono, es expulsado mediante el relajamiento del diafragma.

1.2.3. Sistema digestivo

Cuando se abordaron los elementos y funciones presentes en el sistema circulatorio, se hizo énfasis en la sangre y en su capacidad para transportar sustancias. Al abordar los procesos que realizaba el vital líquido, se señalaba que la principal tarea del plasma sanguíneo era transportar aminoácidos a las células. No obstante, dicha tarea no podría ser ejecutada sin la presencia previa de procesos digestivos. Para que los aminoácidos puedan ingresar en el sistema circulatorio y posteriormente llegar a las células, es necesario que el sistema digestivo procese los alimentos y los disponga de tal manera que puedan ser absorbidos.

Las funciones desempeñadas por el sistema digestivo pueden ser clasificadas en tres grandes rubros: destrucción mecánica y química de alimentos, absorción de nutrientes, y eliminación de residuos. El proceso digestivo comienza con la ingesta alimenticia; realizada, en la mayoría de los casos, en la boca. Desde este momento se inicia con la primera fase de la destrucción mecánica y química. La

destrucción mecánica comienza cuando los dientes trituran la comida en pequeños fragmentos, para posteriormente, con ayuda de la lengua, convertirlos en una masa que será enviada a la faringe. Por su parte, la destrucción química inicia cuando la amilasa contenida en la saliva “inicia el desdoblamiento de los almidones en azúcares […] y disuelve algunas moléculas alimenticias como los ácidos” (Audesirk & Audesirk, 1996, pág. 628).

Después de su deglución, los alimentos son comprimidos hacia la faringe para posteriormente pasar al esófago, y finalmente llegar al estómago. Dicho proceso es realizado mediante una serie de movimientos llamados peristaltismo. Tales movimientos son ejecutados tanto por el esófago como por el estómago y los intestinos. Sus funciones no se limitan al transporte alimenticio, sino que también se encuentran presentes en la segunda fase de destrucción mecánica, en la asimilación de nutrientes e incluso en la eliminación de desechos.

Una vez que la masa triturada llega al estómago, inicia la segunda fase de destrucción mecánica y química. La parte mecánica es realizada por las paredes del estómago; las cuales, mediante movimientos peristálticos, se contraen para romper aún más los alimentos. El proceso químico es realizado por sustancias como la gastrina, el ácido clorhídrico, la pepsina, y el moco. El conjunto de estas sustancias eleva el nivel de acidez del estómago y genera jugo gástrico. Este último “es el encargado de realizar la función del estómago, es decir, la digestión” (Frenk, 2018, pág. 13). Durante dicho proceso, los alimentos sufren cambios a nivel macroscópico y microscópico. A nivel macro, se convierten en un líquido ácido de consistencia espesa llamado quimo. A nivel micro, las proteínas, carbohidratos y lípidos son separados en cadenas cortas de aminoácidos.

Cuando los procesos realizados dentro del estómago han finalizado, el quimo permanece ahí aproximadamente por seis horas. La razón de ello radica en que el estómago está separado del intestino delgado por el esfínter, y los movimientos peristálticos de este último solamente permiten que “una cucharada pequeña de quimo sea expulsada en cada contracción, las cuales se presentan cada 20 segundos” (Audesirk & Audesirk, 1996, pág. 630). Gracias a ello, el estómago es capaz de almacenar alimento cuya energía será utilizada en momentos posteriores.

Dentro del intestino delgado se llevan cabo tanto la última fase de la digestión como la absorción de moléculas digeridas. Para finalizar el proceso digestivo es necesario que se encuentren presentes fluidos provenientes del hígado, el páncreas y del propio intestino. Entre las funciones que desempeña el hígado se encuentra la generación de bilis[4], la cual es almacenada en la vesícula biliar para posteriormente pasar al intestino delgado y combinarse con el líquido pancrático[5] y la lipasa[6]. El proceso digestivo concluye con los movimientos de los vellos intestinales; los cuales, con ayuda de los fluidos antes mencionados, hacen que el quimo pase de un estado ácido a uno alcalino y que las cadenas de aminoácidos terminen de separarse. Con los aminoácidos separados, el movimiento peristáltico del intestino permite su absorción e ingreso a los vasos sanguíneos a través de los capilares.

Las sustancias no asimiladas pasan a la primera parte del intestino grueso, el colon. Ahí se sintetiza y absorben sustancias como la riboflavina y las vitaminas B12 y K. Posterior a la absorción se forman las heces, las cuales son transportadas a la segunda parte del intestino grueso mediante movimientos peristálticos. La segunda parte del intestino grueso, el recto, se encarga finalmente de la expulsión de las heces por medio de reflejos.

1.2.4. Sistema inmunológico

Si se tiene en cuenta el gran número de sustancias que continuamente ingresan al organismo, es factible llegar a la conclusión de que no todas ellas desempeñan una función dentro de los distintos procesos biológicos de las personas. Si bien, compuestos como el aire o los alimentos son necesarios para efectuar procesos como la respiración o la digestión, también existen elementos que dificultan, o incluso impiden, el funcionamiento de los sistemas. Dichas sustancias reciben el nombre de antígenos o agentes patógenos. Para poder preservar un estado de salud óptimo, el cuerpo cuenta con una serie de barreras y mecanismo que le permiten repeler y eliminar a los agentes externos potencialmente nocivos.

La primera línea de defensa del cuerpo humano es la piel y las mucosas de los tractos respiratorio y digestivo. La piel representa un medio hostil para los

[4] Líquido proveniente del hígado que ayuda a dispersar ciertas grasas.
[5] Fluido proveniente del páncreas encargado de disolver carbohidratos.
[6] Enzima del intestino delgado encargada de disolver lípidos.

microorganismos debido a que su superficie externa se compone principalmente de “células muertas, secas, llenas de proteínas” (Audesirk & Audesirk, 1996, pág. 651). Dentro de dicho ambiente, los hongos y las bacterias son incapaces de obtener agua y nutrientes. Por su parte, los tractos respiratorio y digestivo generan mocos que atrapan a los microbios cuando entran por la nariz o la boca. Estos pueden ser expulsados mediante la tos o los estornudos; o pueden ser eliminados cuando son tragados. Si se suscita el segundo caso, las enzimas y ácidos involucrados en el proceso digestivo son capaces de matar una considerable cantidad de antígenos.

Si un agente potencialmente nocivo es capaz de superar las barreras del organismo, es atacado por las células B y T del sistema inmunológico. Existen dos tipos de células B, las células plasmáticas que secretan anticuerpos al organismo y las células de memoria que proporcionan inmunidad futura. Así mismo, existen cuatro tipos de células T. Las citotóxicas destruyen células infectadas por virus, las cooperadoras activan a otras células de tipo B o T, las supresoras detienen la respuesta inmune, y las de memoria generan inmunidad cuando el antígeno ingresa de nueva cuenta. En todos los casos, la respuesta inmune es ejecutada en tres etapas: reconocimiento, ataque y retención de memoria.

La labor de reconocimiento es efectuada por los anticuerpos y los receptores de las células T. La estructura de ambos es similar a la de una “Y”. La parte del tronco los une a las células B y T respectivamente, mientras que los *brazos* reconocen a los antígenos. Existe una gran variedad tanto de anticuerpos como de receptores de células T. La razón de ello es que cada receptor, reacciona únicamente a un tipo de antígeno.

Cuando los antígenos han sido identificados, los anticuerpos y las células T citotóxicas entran en acción. Dicha identificación se produce a través de la interacción entre proteínas. Los antígenos y las células infectadas tienen proteínas específicas en la superficie celular. Cuando las células T detectan tales cadenas de proteínas se unen a los antígenos a través del TCR[7]. Los anticuerpos son capaces de eliminar virus y microbios mediante un proceso de

[7] Receptor celular que permite a las células T unirse con otras células.

neutralización, o por la promoción de fagocitos. Durante la neutralización, los anticuerpos son capaces de “cubrir el sitio activo del agente tóxico […] impidiendo así que la toxina dañe al cuerpo” (Audesirk & Audesirk, 1996, pág. 664). En la promoción de fagocitos, los anticuerpos cubren la superficie de los microorganismos para servir como blanco de los leucocitos. En caso de que algunas células resulten infectadas, las células T citotóxicas se adhieren a ellas para eliminarlas. Esta tarea es compartida con las células asesinas. Una vez que tanto anticuerpos como células citotóxicas han eliminado a las potenciales amenazas, las células T supresoras *apagan* la respuesta inmune tanto en las células plasmáticas B como en las células citotóxicas T.

Una vez que la amenaza ha sido eliminada, comienza la labor de las células de memoria B y T. Los anticuerpos y las células citotóxicas tienen un periodo de vida corto, por lo cual no son capaces de defender al cuerpo por mucho tiempo. Por su parte, las células de memoria son capaces de vivir por periodos más prolongados. Cuando un mismo tipo de antígeno ingresa al organismo, es detectado por las células de memoria, las cuales producen nuevas células plasmáticas B y citotóxicas T especializadas en eliminarlo.

1.2.5. Sistema endócrino

Cuando se tiene en cuenta tanto el gran número de funciones realizadas por órganos y células como el continuo tráfico de sustancias provenientes de la biósfera, es natural pensar que deben existir una serie de mecanismos que regulen los procesos que se gestan dentro del cuerpo. Parte de dichos mecanismos son ejecutados por el sistema endócrino, el cual tiene injerencia en las funciones de casi todas las células del cuerpo. Ello lo logra mediante procesos de retroalimentación en los cuales segrega y regula hormonas.

Las hormonas son producidas por dos tipos de glándulas, las exocrinas y las endócrinas. Las glándulas exocrinas “poseen conductos especiales, por medio de los cuales mandan su secreción al órgano donde ésta se necesita” (Frenk, 2018, pág. 38). En el caso de las hormonas producidas por las glándulas endocrinas éstas se “depositan directamente en la sangre para que la secreción actúe sobre muchas otras células del organismo” (Frenk, 2018, pág. 38). Las hormonas tienen injerencia en funciones como el movimiento, el crecimiento, la reproducción y los procesos homeostáticos; y deben estar perfectamente

reguladas, ya que, de no ser el caso, el resto de los componentes del cuerpo pueden presentar problemas que van desde el mal funcionamiento de células y órganos hasta la muerte.

Posiblemente la hipófisis es la glándula más importante de todo el sistema endócrino. La razón de ello radica en que su función se centra en regular la secreción hormonal de casi todas las demás glándulas. Mediante procesos de retroalimentación negativa, la hipófisis envía hormonas a glándulas como la tiroides o algunas partes de las cápsulas suprarrenales, para hacer que éstas a su vez liberen sus propias hormonas. Estas últimas actúan sobre las células y dejan de ser producidas una vez que han alcanzado niveles óptimos. Para detener su producción, se envía señales a la hipófisis para que deje de producir sus hormonas y éstas dejen de afectar a las glándulas receptoras.

Gracias a la producción de hormonas péptidas por parte del hipotálamo, la hipófisis es capaz de producir y segregar las hormonas que entrarán en contacto con otras glándulas. Dicha función es realizada por las hormonas liberadoras e inhibidoras, las cuales son “sintetizadas en células nerviosas en el hipotálamo, y viaja una distancia corta por los vasos sanguíneos hacia […] un segundo lecho capilar que rodea las células endocrinas de la hipófisis anterior” (Audesirk & Audesirk, 1996, pág. 686). Posterior a ello, la hipófisis es capaz de liberar o detener la producción de sus propias hormonas.

En el caso de glándulas como la tiroides o la paratiroides, las funciones que realizan son diferentes. La tiroides produce principalmente dos hormonas, la tiroxina y la calcitonina. La tiroxina “eleva la velocidad metabólica de la mayor parte de células corporales” (Audesirk & Audesirk, 1996, pág. 687). Entre los efectos de esta hormona se puede mencionar el incremento en el consumo de oxígeno y en la frecuencia cardiaca. Por su parte, la calcitonina está involucrada en la metabolización del calcio y en el crecimiento. No obstante, el procesamiento de calcio también es realizado por la hormona paratiroidea, hormona proveniente de la paratiroides, la cual controla la concentración de calcio en la sangre y en otros fluidos corporales.

Dentro del sistema endócrino existe una glándula mixta, el páncreas. La parte exocrina produce el líquido pancreático involucrado en los procesos digestivos

que realiza el intestino delgado, mientras que la parte endócrina produce otras dos hormonas: insulina y glucagón. La insulina se libera cuando los niveles de glucosa son altos. La presencia de ésta en la sangre causa que “las células del cuerpo tomen glucosa y la metabolicen para obtener energía o la convierten en grasa o glucógeno” (Audesirk & Audesirk, 1996, pág. 691). El caso del glucagón es opuesto, este se hace presente cuando los niveles de glucosa son bajos. Su función se centra en sintetizar el glucógeno para obtener nuevamente moléculas de glucosa.

El caso de las glándulas suprarrenales, al igual que el de la hipófisis, es especial debido a su relación con el sistema nervioso. Las glándulas suprarrenales están divididas en dos partes, la médula y la corteza. Dentro de las médulas suprarrenal se produce adrenalina, la cual responde al estrés y a las emociones fuertes, y cuya función es preparar al cuerpo para una situación de emergencia. Entre sus efectos se encuentran el aumento tanto del ritmo cardiaco como de los niveles de glucosa. Así mismo, también influye en la concentración de flujo sanguíneo en el cerebro y los músculos. La corteza suprarrenal produce glucotiroides, los cuales promueven el uso de grasa, en lugar de glucosa, para la obtención de energía.

A pesar de que en un primer momento se tenga la impresión de que las hormonas guardan una relación necesaria de uno a uno con las glándulas, ese no siempre es el caso. Existen tanto hormonas que son producidas por distintas partes del cuerpo como conjuntos de células que pueden producir hormonas sin ser estrictamente glándulas. En el primer caso se pueden mencionar a los distintos tipos de prostaglandina, los cuales son producidos por casi todas las células del cuerpo humano. Este tipo de hormonas se encuentran involucradas en la estimulación de los receptores de dolor, la expansión de las vías aéreas de los pulmones y la estimulación de las contracciones uterinas, entre otras funciones. En el segundo caso se pueden señalar elementos como el timo, los riñones o el estómago y los intestinos. El timo produce timosina que estimula el desarrollo de células T. Los riñones producen eritropoyetina y renina. La hormona eritropoyetina aumenta la producción de eritrocitos, mientras que la renina cataliza la producción de angiotensina. El estómago y los intestinos

producen una gran cantidad de hormonas peptídicas como la gastrina, la secretina y la colecistocinina involucradas en los procesos digestivos.

1.2.6. Sistema nervioso

El resto de mecanismo involucrados en el control y regulación de las funciones del cuerpo son ejecutados por el sistema nervioso. A pesar de que en un primer momento podría creerse que las funciones de este sistema son realizadas de manera similar a las del sistema endócrino, ese no es el caso. A diferencia del resto de los sistemas, el sistema nervioso se encuentra dividido en subsistemas, transmite sus mensajes a través de una red celular haciendo uso de impulsos eléctricos, y las funciones de los elementos que lo conforman no se encuentran tan delimitadas.

El sistema nervioso se compone principalmente de dos grupos de células, las neuronas y las células gliales. La función principal de las neuronas es recibir, procesar y transmitir información; por su parte las células gliales se enfocan en "proveer nutrientes, regular la composición del líquido extracelular en el cerebro y la médula espinal, modular la comunicación entre las neuronas, y acelerar el movimiento de las señales eléctricas dentro de las neuronas" (Audesirk, Audesirk, & Byers, 2013, pág. 734). Ambos tipos de células se encuentran dispersas a lo largo de todo el sistema, y al conjunto de éstas se les denomina fibras nerviosas o tejido nervioso.

Las neuronas se componen de cuatro elementos: dendritas, cuerpo celular, axones y terminales sinápticas. La función de las dendritas es captar señales, éstas pueden ser recibidas del mundo exterior o de otras neuronas. El cuerpo celular acumula e integra las señales recibidas por las dendritas y produce una señal eléctrica llamada potencial de acción. Los axones conducen el potencial de acción del cuerpo celular hacía las terminales sinápticas. Estas últimas liberan neurotransmisores en respuesta al potencial de acción para continuar la comunicación con neuronas o generar acciones en músculos o glándulas.

El proceso en el cual se comunican las neuronas recibe el nombre de sinapsis, y para que éste se lleve a cabo son necesarias mínimo dos neuronas y un pequeño espacio entre ellas. El proceso comienza cuando un estímulo entra en contacto con algún órgano sensorial. Las fibras nerviosas de estos "convierten

el estímulo […] en una señal de naturaleza eléctrica” (Frenk, 2018, pág. 90). Las señales eléctricas, también nombradas *impulsos nerviosos*, viajan a través de las dendritas hasta llegar al cuerpo celular. Ahí son convertidas en potencial de acción y enviadas mediante axones hacía las fibras nerviosas para que liberen neurotransmisores y continúen con el proceso sináptico.

Las funciones ejecutadas por el sistema nervioso son posibles gracias a la continua comunicación entre el sistema nervioso central y el sistema nervioso periférico. El sistema nervioso central se compone primordialmente por el cerebro y la médula espinal, mientras que los elementos que conforman al sistema nervioso periférico son algunas neuronas y axones presentes a lo largo de todo el cuerpo. Las tareas del sistema nervioso central se acotan a recibir y procesar información, generar pensamientos y dirigir respuestas. Por su parte, el sistema periférico conecta al cerebro y a la médula espinal con el resto de los órganos; y se encuentra subdividido en otros sistemas.

A pesar de que en un primer instante se puede tener la impresión de que todas las neuronas son iguales, dicha idea es equívoca. Existen tres tipos de neuronas y cada una de ellas cumple funciones diferentes Las neuronas sensoriales responden a los estímulos internos y externos. Las neuronas motrices activan músculos y glándulas. Las interneuronas reciben las señales de las neuronas sensoriales y otras fuentes para enviar información a las neuronas motrices. Los primeros dos tipos se encuentran mayormente dentro del sistema nervioso periférico, mientras las terceras son propias del sistema nerviosos central.

Si bien es cierto que la principal tarea de las neuronas sensoriales es captar estímulos de los medios interno y externo, es necesario señalar que no todos son iguales. Éstos pueden ser de tipo visual, auditivo, sensitivo, etc. Así mismo, no todos tienen la misma intensidad. Para determinar el tipo de estímulos, el sistema nervioso continuamente se encuentra “monitoreando qué neuronas disparan los potenciales de acción” (Audesirk, Audesirk, & Byers, 2013, pág. 741). La razón de ello es que las fibras nerviosas de los sentidos se relacionan directamente con áreas específicas del cerebro, de tal suerte que los potenciales de acción de las células fotorreceptoras se relacionan directamente con el área de la visión, las células ciliadas con el área del oído, y así sucesivamente con el resto de los sentidos.

Por otra parte, la intensidad de un estímulo es determinada mediante el potencial de receptor, el cual tiene la capacidad de desencadenar potenciales de acción. La principal diferencia entre ambos radica en que los potenciales de acción siempre son del mismo tamaño; es decir siempre conducen estímulos eléctricos de la misma potencia. Por su parte, “los potenciales de receptor varían en tamaño con la intensidad de un estímulo” (Audesirk, Audesirk, & Byers, 2013, pág. 760). Así, los estímulos fuertes, como golpes o sonidos estridentes, generan mayores potenciales de receptor; mientras que aquellos que sean débiles como caricias o susurros generan potenciales de receptor menos intensos. Dependiendo de la magnitud del potencial de receptor, se generará una mayor o menor cantidad de potenciales de acción que llegarán al cerebro. Entre mayor sea la cantidad de potenciales de acción que sean codificados por la misma parte del cerebro, más intenso será el estímulo.

Los estímulos que ingresan al organismo son procesados dentro del sistema nervioso central, mayormente en el cerebro, el cual tiene distintas subdivisiones. Tres de sus mayores secciones son rombencéfalo, prosencéfalo y mesencéfalo. El rombencéfalo está formado por el bulbo raquídeo, el puente de Varolio y el cerebelo. Sus funciones se centran en regular las conductas automáticas como la respiración, el flujo sanguíneo o la transición entre el sueño y la vigilia. Las actividades de mesencéfalo se enfocan en la recepción auditiva y el control de los reflejos de los ojos; no obstante, también se involucran en la producción de sustancias como la dopamina y en la filtración de datos sensoriales. El prosencéfalo está formado por el tálamo, el hipotálamo y los hemisferios cerebrales; estos últimos conformados por otros elementos. El tálamo puede ser clasificado como una estación sensorial que canaliza información hacia la corteza cerebral. El hipotálamo se encuentra involucrado en mantener los procesos homeostáticos.

Dentro de los hemisferios cerebrales se encuentran más elementos involucrados en el procesamiento de información. Tal es el caso de la amígdala, el hipocampo, los ganglios basales y la corteza cerebral. Las tareas que realiza la amígdala se centran en causar sensaciones de placer, temor, ira, excitación, entre otras. El hipocampo es el principal partícipe en la retención de información a largo plazo. Los ganglios basales controlan el movimiento voluntario. Dentro la corteza

cerebral se coordinan las funciones bajas y las elevadas. Las funciones bajas como la visión, la audición o el gusto se encuentran en áreas determinadas. Las funciones elevadas como el lenguaje o la conciencia “no están limitadas a un área determinada, sino que se encuentran distribuidas por toda la Corteza Cerebral.” (Frenk, 2018, pág. 97).

No todo el procesamiento de información es realizado en el cerebro. Existen algunos estímulos que son procesados directamente en la médula espinal. Un ejemplo de ello son las sensaciones de dolor. En dichos casos, los potenciales de acción “viajan por el nervio espinal y entran en la médula espinal a través de una raíz dorsal” (Audesirk, Audesirk, & Byers, 2013, pág. 747). Además de ello, la médula espinal controla algunos reflejos y envía información al cerebro.

Una vez que las interneuronas del sistema nervioso central han procesado los estímulos captados por las neuronas sensoriales, se realiza el proceso sináptico correspondiente con las neuronas motrices. Estas se encuentran dispersas a través de las divisiones del sistema nervioso periférico. Dichas segmentaciones son el sistema nervioso somático y el sistema nervioso autónomo. Las neuronas motrices del sistema nervios somático realizan procesos sinápticos con los músculos esqueléticos para ejecutar movimientos voluntarios como caminar, leer o escribir. Las neuronas del sistema nervioso autónomo intervienen en el movimiento involuntario de otros músculos, tal es el caso de los latidos del corazón o la liberación de hormonas.

1.3. Vida y funciones

Cuando se tiene un panorama general de las condiciones necesarias para el surgimiento de la vida humana y un somero entendimiento funcional de las tareas realizadas por los distintos sistemas que conforman el cuerpo, es fácil pensar que existe una relación sistemática necesaria entre los órganos, sus funciones y la vida. Tomando en cuenta dicha perspectiva es sencillo realizar afirmaciones como qué sin el estómago no sería viable digerir los alimentos o que con la ausencia de células ciliadas no sería posible cifrar el sonido. A partir de ello no es descabellado plantearse que sin uno o varios órganos la vida puede verse seriamente afectada o incluso interrumpirse.

Las posibles afectaciones que sufriría un cuerpo sin algunos órganos pueden ir desde alteraciones en procesos menores hasta el cese de la vida. En el caso de un proceso menor se podría citar la capacidad de ver. Si bien es cierto que si un individuo careciera de células fotorreceptoras tendría complicaciones en la realización de algunas tareas, no es posible admitir que dicha condición atente de manera directa con su subsistencia biológica. Existen dos razones principales para ello. En primer lugar, las células fotorreceptoras no se encuentran involucradas de manera directa en los procesos metabólicos, termodinámicos, ni homeostáticos necesarios para la preservación de la vida. En segunda instancia, si bien es cierto que mediante la vista se reciben estímulos que permiten relacionarse con el mundo, no son el único medio por el cual se cifran los elementos presentes en la biósfera. La ausencia de fotorreceptores podría entorpecer la forma en como un individuo interactúa con el medio externo, pero no representa una condición necesaria para el finiquito de su vida.

En cambio, la falta de otras células u órganos puede traer consigo consecuencias más severas dentro del cuerpo. Prueba de ello son ciertas áreas del cerebro, cuya ausencia llega a representar un decremento considerable en las funciones biológicas, pero no conlleva la muerte de manera directa. El caso de Phineas Gage representa un hito dentro de este tópico. A raíz de un accidente laboral, Gage perdió varias secciones del cerebro; lo cual trajo consigo un cambio radical en su conducta. Dichas alteraciones son atribuidas a que “la lesión afectó las cortezas prefrontales en las superficies ventral e interior de ambos hemisferios, al tiempo que preservó las caras laterales, o externas, de las cortezas prefrontales” (Damasio, 2015, pág. 69). A pesar de que Gage perdió una cantidad considerable de masa cerebral, éste no falleció en el momento y pudo seguir realizando acciones complejas como hablar o memorizar. No obstante, sus habilidades sociales se vieron seriamente afectadas, y no resulta inverosímil asumir la lesión como un factor de riesgo presente en su muerte temprana.

Finalmente existen otros elementos cuya ausencia, en condiciones normales, representa la muerte del individuo. El ejemplo más próximo es el corazón. Sin el músculo principal del sistema circulatorio no solamente se interrumpe el flujo sanguíneo, sino que también se originan repercusiones dentro de otros sistemas. Si se le retirara el corazón a un sujeto, algunos de los efectos más próximos se

manifestarían en los sistemas respiratorio y digestivo. Sin el continuo flujo de sangre, no es posible expulsar el dióxido de carbono de las células, ni tampoco hacer llegar a éstas el oxígeno presente en los alveolos. En lo que respecta al sistema digestivo el estancamiento de la sangre representaría la imposibilidad de transportar aminoácidos a las células. La carencia de oxígeno y alimentos tiene como consecuencia la interrupción de diversos procesos metabólicos y homeostáticos necesarios para la vida.

Teniendo en cuenta la fuerte relación que guardan ciertos órganos con la preservación de la vida, se refuerza la idea de codependencia entre ambos. No obstante, existe una considerable cantidad de argumentos y contraejemplos que ponen en duda dicha correlación. Bajo la perspectiva desarrollada hasta ahora se puede inferir que la ausencia de determinados órganos conlleva la ausencia de sus respectivas funciones, y en algunos casos la interrupción de la vida. A pesar de ello existen no contadas situaciones en las cuales o bien los órganos son estimulados de manera correcta y sus funciones no se presentan, o bien casos en los cuales las funciones son realizadas sin la presencia de los conjuntos de células que deberían originarlas.

Dentro del primer caso se pueden citar las ocasiones en las cuales, aunque se estimulen tanto las fibras A delta como C[8] no se perciben sensaciones dolorosas. Durante una situación normal "las fibras nerviosas A delta transmiten el primer dolor luego de la activación de los receptores térmicos y mecánicos. Las fibras nerviosas C […] transmiten el segundo dolor" (Villar, 2016, pág. 58). En escenarios anómalos, como cuando un individuo presenta niveles excesivamente altos de estrés debido a circunstancias riesgosas, la estimulación térmica o mecánica de las fibras A delta no desemboca necesariamente en la percepción del dolor. Como argumento a favor de tal afirmación es posible referenciar los casos en los cuales soldados no han percibido el dolor de sus heridas debido al estrés generado en el campo de batalla.

[8] Fibras nerviosas involucradas en la percepción del dolor. La estimulación de fibras A delta genera las primeras impresiones de un dolor, las cuales son más intensas, aunque de poca duración. Este tipo de fibras nerviosas comúnmente reacciona ante estímulos térmicos y mecánicos. Las fibras C generan una segunda sensación de dolor, la cual es menos intensa, pero más duradera.

En los casos anómalos se puede observar que la estimulación de fibras A delta o C no tiene una relación de identidad con el dolor debido a que “puede existir ella misma sin el dolor, pues el que exista sin ser *sentida como dolor* es que exista sin que *haya ningún* dolor” (Kripke, 1995, pág. 147). Situaciones como ésta denotan que para que se presente una sensación determinada no basta que un estímulo sea percibido por el conjunto de células adecuado, sino que también se debe garantizar que dicho estímulo genere únicamente la idea de dicha sensación y no de otra. La sensación de dolor solamente puede ser percibida de tal manera. Si la estimulación de fibras A delta y C generara la idea de placer, no se podría afirmar que se está sintiendo dolor. En lo que respecta al ser humano, dicha estimulación no siempre genera la idea de dolor.

Los casos en los cuales existe una función biológica sin la presencia de sus correspondientes órganos o células efectores se pueden ilustrar de manera clara durante los trasplantes de órganos. Por ejemplo, cuando una persona presenta insuficiencia cardiaca, ya sea por causa de alguna enfermedad o por debilitamiento del corazón, es probable que entre a quirófano para recibir un trasplante. Durante el proceso, el paciente es conectado a una máquina de circulación extracorpórea. La función de dicha máquina es mantener circulando sangre rica en oxígeno alrededor de cuerpo mientras el cirujano extrae el corazón enfermo, hace los procedimientos necesarios para introducir el corazón del donante y efectúa los procesos pertinentes para restablecer el flujo sanguíneo a la normalidad. A lo largo del procedimiento, la máquina es capaz de suplir funciones propias del órgano.

Cómo situación similar se pueden observar también los casos en los cuales individuos con arritmias cardiacas se valen de un marcapasos para restablecer el ritmo habitual de los latidos del corazón. Dependiendo de la alteración se utiliza uno u otro modelo de cardioestimulador. A pesar de ello, la función principal de la mayoría de éstos es “corregir la asincronía volviendo a conseguir que la contracción de los ventrículos sea simultánea” (Martínez Ferrer, 2015, pág. 22). Si no se presentan complicaciones, las funciones que originalmente realizaba el corazón por su cuenta, se restablecerán de manera óptima con la ayuda del implante.

Situaciones como las anteriormente expuestas abren la puerta para plantear la posibilidad de preservar o generar modelos de vida humana sin la necesidad de, al menos algunos, componentes biológicos. Ello se debe a que parece ser cierto qué dentro de los procesos involucrados en la vida, las funciones de los órganos tienen una mayor relevancia que los órganos mismos. Siendo así que estos últimos parecen poder ser reemplazables por elementos externos que se acoplen al resto del cuerpo y cumplan con sus respectivas funciones.

Dicha idea se refuerza aún más cuando se analizan las razones por las cuales un individuo se encuentra vivo. Si bien es cierto que en condiciones normales los sistemas que conforma a una persona realizan sus respectivas funciones valiéndose de las propiedades y disposiciones de los órganos, también es necesario admitir que existen un número considerable de casos en los cuales las funciones del cuerpo humano son ejecutadas de manera continua por entidades no biológicas. De la misma manera, es importante señalar que los procesos que mantienen a un individuo con vida comienzan a verse interrumpidos no necesariamente por la carencia del tal o cual conjunto de células, sino por las consecuencias de la ausencia de sus funciones.

Las cualidades de compartimentación, ser un sistema abierto, tener un software y realizar procesos homeostáticos son ejemplos representativos de cómo la vida responde más a disposiciones funcionales que a elementos físicos particulares. La cualidad de separación atiende a las necesidades tanto de multiplicidad como de intercomunicación entre funciones complementarias. Ser un sistema abierto responde a la exigencia del cuerpo humano de intercambiar sustancias con el medio externo. El programa coordina las funciones individuales y la relación entre las mismas. Los procesos homeostáticos pueden definirse como un conjunto de tareas que mantiene la totalidad del organismo dentro de parámetros óptimos. A pesar de que dichas características son posibles gracias a los órganos de los distintos sistemas que conforman el cuerpo, no son codependientes de ellos. Dichas características pueden presentarse en cuerpos formados por otros elementos.

Aun teniendo presente la posibilidad de emular funciones biológicas en elementos ajenos al cuerpo, es necesario tener en cuenta ciertas limitantes como lo son la compatibilidad, o el cumplimiento satisfactorio de las tareas a realizar.

Con respecto al primer punto se puede enfatizar el papel del sistema inmune. En condiciones idóneas, los anticuerpos y leucocitos tienden a intentar neutralizar o expulsar los elementos ajenos al cuerpo, debido a que los identifican como antígenos. Tal condición llega a tener como consecuencia que, en algunos casos, el sistema rechace elementos como el marcapasos o inclusive células y órganos de otros individuos. En el caso del segundo punto se puede señalar la necesidad de fuentes de energía ajenas por parte de algunos elementos que pueden suplir las funciones de órganos o sistemas. Si se llega a dar el caso que la energía proveniente de dichas fuentes se vea interrumpida, las funciones pueden dejar de realizarse de manera óptima o incluso pueden interrumpirse de manera indefinida.

1.3.1. Pensar el cuerpo como una máquina universal de Turing

Para comprender de una manera más clara los procesos que entidades mecánicas podrían seguir para emular las funciones de sus contrapartes biológicas, es útil valerse de conceptos como el de *Máquina de Turing.* En términos simples, una máquina de Turing es un dispositivo capaz de procesar inputs potencialmente infinitos, procesando la información a través de una serie de cálculos finitos. Los resultados de tales procedimientos se pueden ver reflejados en el cumplimiento de tareas como: la realización de operaciones matemáticas, la ejecución de procesos mecánicos, la resolución de problemas, entre muchas otras. Estas máquinas se componen principalmente por tres unidades: una de almacenamiento, una ejecutiva y una de control. La unidad de almacenamiento alberga tanto las instrucciones que debe seguir la máquina como el espacio suficiente para que realice las operaciones correspondientes. La unidad ejecutiva lleva a cabo dichas operaciones y expresa los resultados de los procesos. La unidad de control es aquella que verifica que las instrucciones presentes en la unidad de almacenamiento sean cumplidas en orden y de manera adecuada *Cfr*. (Turing, 2010).

En el caso de los órganos de una persona y los dispositivos mecánicos que buscan emular las funciones presentes durante algunos procesos biológicos, es necesario concebir a ambos como entidades similares a *Máquinas Universales de Turing,* o al menos pensarlos como partes de la misma. La principal diferencia entre una máquina de Turing respecto de los órganos y dispositivos mecánicos

presentes en algunos procesos que posibilitan la vida radica en que las máquinas de Turing son capaces de procesar inputs potencialmente infinitos, mientras que los órganos y los dispositivos no tienen dicha capacidad. En un primer momento, tal diferencia puede parecer vana o irrelevante, pero cuando el tema es analizado desde una perspectiva pragmática, la acotación cobra importancia. Debido a que tanto los órganos como los dispositivos son incapaces de procesar estímulos infinitos, se puede aceptar que éstos tienen un límite. Si se sobrepasa dicho límite, es probable que, en ambos casos las funciones que deberían realizarse se dejen de ejecutar.

En lo que respecta a las máquinas universales de Turing éstas tienen la particularidad de que para cada conjunto análogo de ellas "existirá un *software* específico tal que, si se le proporcionara a la máquina A, ésta actuaría como si fuera la máquina B; del mismo modo […] B actuará exactamente como la máquina A" (Penrose, 2002, pág. 40). Dentro de este punto es importante señalar que para que dos o más objetos sean catalogados como análogos en lo que respecta a ser máquinas universales de Turing, éstos deben tener una composición física similar en lo que respecta a complejidad y flexibilidad. Debido a ello, para que un elemento mecánico pueda realizar las tareas de algún órgano; el primero debe poder no solamente realizar tal o cual función de manera aislada, sino que también debe ser capaz tanto de relacionarse con los estímulos provenientes de otros órganos y responder ante los mensajes emitidos por los sistemas endócrino y nervioso como de poder responder de manera similar al órgano que emula dentro de situaciones comunes y anómalas.

Si se quieren reproducir las funciones de alguna parte del cuerpo en específico, es necesario descomponer éstas en una serie de algoritmos computables. Un algoritmo se define como un procedimiento sistemático que obtiene una respuesta definida después de haber realizado un número finito de pasos. Durante cada parte del procedimiento es indispensable que esté "perfectamente claro qué operación debe realizarse, y también […] cuándo debe darse por terminado todo el proceso" (Penrose, 2002, pág. 49). En el caso de los órganos, el algoritmo computable comienza a ejecutarse cuando un estímulo es percibido. Posterior a la percepción, el estímulo es codificado y enviado a través de señales eléctricas o químicas por medio del sistema nervioso o del endócrino, según sea

el caso. Las señales son analizadas por el cerebro, y éste envía nuevos estímulos hacía los órganos efectores. Al recibir las señales provenientes del cerebro, los órganos realizan sus respectivas funciones y generan reacciones que pueden ser percibidas por otras partes del cuerpo para generar nuevos procesos. Dependiendo del órgano efector y de la función, el algoritmo concluye después de haberse ejecutado en una ocasión o se repite de manera indefinida mientras no se cumpla la condición de término.

Los cardioestimuladores y su forma de operar son ejemplos representativos tanto de símiles de máquinas de Turing como del procedimiento de derivación de una función biológica en una serie de algoritmos. Este tipo de dispositivos son denominados como productos sanitarios implantables[9]. En circunstancias normales, el corazón recibe estímulos de naturaleza eléctrica por parte de un grupo de células específicas llamadas nódulos, siendo el nódulo sinusal uno de los más importantes. Esta estructura "produce en reposo impulsos eléctricos en torno a 70 veces por minuto" (Martínez Ferrer, 2015, pág. 10). Dichos impulsos se propagan en las aurículas produciendo los latidos sincrónicos del corazón. No obstante, los nódulos o las ramas que los conectan son propensos a deteriorarse o destruirse; en dichos casos el individuo necesita valerse del marcapasos para que su corazón continúe realizando sus funciones de manera habitual.

Los marcapasos se componen principalmente de dos piezas: un generador y de uno a tres electrodos, dependiendo del modelo. El generador es una pequeña caja de titanio hermética donde se encuentran los circuitos y la batería. Los electrodos son cables que salen del generador y llegan al corazón a través de una vena. Los circuitos presentes dentro del generador realizan las tareas tanto de la unidad de almacenamiento como la de control, mientras que la batería y los electrodos fungen como la unidad ejecutiva. Dentro de los circuitos se almacena el programa y, se originan y coordinan las instrucciones que serán realizadas por la batería y los electrodos. Las funciones de estas últimas dos piezas se acotan, respectivamente, a proveer de energía al aparato y a efectuar

[9] Dispositivos utilizados en el sector salud destinados a ser introducidos total o parcialmente en el cuerpo humano. Se dividen en dos categorías: productos sanitarios implantables activo y productos sanitarios implantables no activos. Los productos activos requieren de una fuente de energía para su correcto funcionamiento, mientras que los no activos no la requieren.

los estímulos pertinentes a las secciones del corazón a las cuales el cardioestimulador se encuentra conectado.

El implante cardiaco suple las tareas realizadas por el nódulo sinusal cuando éste se encuentra deteriorado. En esas ocasiones, el nódulo no envía los impulsos eléctricos suficientes para bombear la sangre necesaria, ello conlleva el deterioro del músculo principal del sistema circulatorio. Dentro de esas situaciones, los componentes del marcapasos no solamente envían impulsos eléctricos, sino que también se puede afirmar que posibilitan algunos procesos homeostáticos. El sumario de acciones comienza cuando los electrodos presentes en el corazón reconocen anomalías en los latidos. En estos casos los electrodos realizan el papel de sensores y las señales percibidas refieren a un decremento en el punto de referencia de los latidos mínimos que debe realizar el corazón. Posterior a ello, los circuitos presentes dentro del generador producen los impulsos necesarios para restablecer ritmo cardiaco. Las señales eléctricas viajan a través de los electrodos hasta llegar a la cámara en la cual se encuentran conectados. El corazón recibe los impulsos eléctricos, y el proceso concluye cuando reestablece su ritmo natural. Para evitar confusiones en lo que respecta al ritmo cardiaco, los cardioestimuladores más recientes son capaces de distinguir y adecuarse a las actividades físicas que realiza su portador.

Los nódulos y los marcapasos no son los únicos elementos presentes en las ciencias medico biológicas que puede ser tomados como símiles de máquinas universales de Turing. Otros productos sanitarios implantables y sus contrapartes biológicas pueden ser considerados de la misma forma. Dispositivos como los implantes cocleares siguen procesos similares a los de un marcapasos para poder descomponer en algoritmos las funciones que realizan los órganos que buscan emular. Algunos productos similares, como las prótesis de cadera, pueden ser considerados cuando menos como elementos de una máquina más grande, el cuerpo. Lo anterior obedece a que el cuerpo también puede ser catalogado como un análogo a una máquina universal de Turing debido a que el *software* que ejecutan los sistemas nervioso y endócrino es capaz de causar las mismas reacciones en cualquier otro cuerpo humano en condiciones normales, e incluso en cuerpos con dispositivos implantables.

Si bien es cierto que los dispositivos sanitarios implantables son capaces de emular algunas funciones de manera satisfactoria, también es necesario señalar que actualmente no son capaces de imitar la totalidad de éstas. La razón de ello es que, al menos con las limitaciones tecnológicas actuales, no es posible comunicar de manera óptima una gran cantidad de elementos inorgánicos con los órganos presentes en el cuerpo. No obstante, los esfuerzos por intentar realizar dicha labor se han visto recompensados con explicaciones detalladas de los algoritmos que siguen los órganos para realizar sus respectivas funciones. Si se diera el caso en el cual se pudiera entender la totalidad de éstos, no resultaría inverosímil afirmar que siempre y cuando se tuviera tanto un software adecuado como implantes lo suficientemente complejos, sería posible replicar una mayor cantidad de procesos biológicos en bases no orgánicas.

1.3.2. Mecanismos de procesamiento de información

Cuando se tiene en cuenta la existencia de los productos sanitarios implantables, es relativamente sencillo aceptar que es posible imitar las funciones de algunos órganos haciendo uso de elementos ajenos al cuerpo. No obstante, cuando se habla de los procedimientos necesarios para controlar y coordinar la totalidad de elementos que conforman a un individuo, no es tan sencillo realizar la misma afirmación. La principal razón de ello radica en que, al menos por ahora, no existen dispositivos implantables capaces de regular las hormonas como lo hace el sistema endócrino o de enviar y codificar mensajes de naturaleza eléctrica de la misma forma que lo hace el sistema nervioso. A pesar de ello, campos como los de la inteligencia artificial y la robótica han señalado aspectos importantes a considerar en lo referente a replicar funciones presentes durante las operaciones mentales.

Si se quiere emular de manera exitosa un amplio número de funciones realizadas por el cuerpo humano, no se puede dejar de lado aquellas que se encuentran relacionadas con la psique. El motivo de ello reside en la coordinación de acciones que relacionan el medio interno con el externo. Para ejecutar cualquier tarea es necesario valerse de un plan de acción, el cual se manifiesta como un estado mental. Si éste no se pudiera emular de manera algorítmica, sería complicado establecer una relación entre un producto sanitario implantable y el resto del cuerpo.

Para lograr determinar los algoritmos presentes dentro de los procesos mentales, es necesario prestar especial atención a las funciones individuales de los distintos tipos de neuronas y a la forma en cómo se relacionan. A partir de ello es posible describir tanto la secuencia de estados previos por los cuales debe pasar un sujeto para estar en algún estado físico o psicológico en específico como la serie de reacciones que presenta su organismo durante los procesos para llegar a dicho estado. A lo largo del sumario de acciones, los dispositivos que imiten a las neuronas sensoriales serán los encargados de recolectar los estímulos del medio externo, los que analicen la información estarán emulando las acciones de las interneuronas, y un último grupo de elementos buscará realizar las mismas tareas que las neuronas motrices.

El primer requisito para realizar cualquier proceso mental es la obtención de información, la cual puede provenir del medio interno o del externo. La información proveniente del medio interno refiere a las condiciones del organismo como la concentración de oxígeno en la sangre o los niveles de PH, en el caso de las personas. Los datos provenientes del medio externo se obtienen mediante la percepción de estímulos como la luz, el sonido o los hedores. Los seres humanos realizan dicho proceso mediante receptores sensoriales, los cuales producen señales eléctricas ante estímulos específicos. Una vez que los estímulos se han convertido en señales eléctricas, estas viajan a través del sistema nervioso hasta llegar al cerebro donde serán interpretadas por las interneuronas correspondientes.

Una vez que los estímulos han sido captados y analizados, generalmente se produce una respuesta expresada de manera conductual. En el caso de los seres humanos dicha conducta es posible gracias al conjunto de músculos y huesos presentes en su organismo. El movimiento generado por estos se realiza mediante la contracción muscular. Para realizar tal proceso, las neuronas motrices envían potencial de acción para estimular “las fibras musculares en sinapsis especializadas llamadas uniones neuromusculares” (Audesirk, Audesirk, & Byers, 2013, pág. 781). El número de uniones neuromusculares necesarias para realizar una acción dependerá de la cantidad de músculos involucrados. Tareas pequeñas como parpadear o abrir la boca pueden ser ejecutadas mediante el potencial de acción de pocas neuronas motrices,

mientras que acciones como correr necesitan un potencial de acción mayor dirigido a través de una cantidad considerable de uniones neuromusculares.

Por su parte, las máquinas disponen de una gran cantidad de efectores para poder realizar sus respectivas tareas. En lo concerniente a términos conductuales, se puede afirmar que un autómata es más o menos versátil dependiendo de sus capacidades móviles, las cuales están determinadas por los grados de libertad de sus efectores. Los grados de libertad de cualquier máquina se pueden definir como "cada dirección independiente […] en la cual uno o varios de sus efectores se puedan mover" (Russell & Norving, 2004, pág. 1027). Las direcciones de movilidad se encuentran dentro de los ejes X, Y, y Z, y se complementan con otros grados de movilidad como *yaw, roll* o *pitch*[10], los cuales permiten a la máquina realizar movimientos no lineales como rotar o simular el movimiento de articulaciones. Los grados de movilidad son un factor relevante para determinar la posición de una máquina.

El otro factor involucrado en el posicionamiento de un autómata refiere a la capacidad de éste para generar mapas de sus estados internos. Si se busca que una máquina ejecute algún movimiento de manera satisfactoria, es necesario procurar que ésta tenga presentes las condiciones tanto de sus estados internos como de sus efectores. Dentro de estos casos, sensores como los de temperatura o de niveles de energía desempeñan un papel relevante para la obtención de información. En estos casos, este tipo de sensores le permiten a la máquina generar reportes de sí misma para posteriormente "formular teorías sobre su propia estructura y someterlas a pruebas" (Putnam, 2012, pág. 322). A partir de ello, la máquina puede no solamente determinar la posición y condiciones de sus componentes, sino que también puede configurar un plan de acción para sus efectores.

Mediante la generación de mapas, no solamente se está al tanto de los estados internos y de la posición de los efectores de la máquina, sino que también es factible determinar qué acciones es posible realizar. La razón de ello es que una vez que se conocen las condiciones del sistema, es más sencillo determinar tanto las necesidades del mismo como los recursos y posibles planes de acción

[10] Desvió, balanceo y cabeceo respectivamente.

de los cuales se dispone para satisfacer dichas necesidades. Tal conjunto de acciones puede ser fácilmente equiparado a los procesos homeostáticos realizados por los seres humanos. Dentro de ambos casos se tienen parámetros muy específicos dentro de los cuales el sistema mantiene un estado ecuánime, y ejecuta procesos mediante los cuales se procura permanecer dentro de dicho estado.

Si bien es cierto que la conducta es un factor relevante para determinar si una entidad es capaz de realizar procesos mentales, no es el único parámetro a tomar en cuenta. Existe una gran cantidad de actividades realizadas por la psique que o bien no devienen en comportamientos específicos, o en su defecto no tienen representaciones conductuales. Un ejemplo del primer caso es el dolor el cual, a pesar de tener parámetros conductuales medianamente definidos, tiene muchas formas de ser expresado, e incluso algunos sujetos no manifiestan conductualmente la presencia de éste. En lo que respecta al segundo grupo de actividades se puede hacer referencia a procesos mentales como preferir, desear o aprender.

A pesar de no contar con un correlato conductual, acciones como las antes mencionadas se encuentran presentes en el software y tienen injerencia en comportamientos posteriores. En el caso de las máquinas, el software puede ser expresado mediante una tabla máquina, la cual puede ser descrita como un conjunto de instrucciones expresadas mediante un alfabeto. Haciendo uso de este conjunto de reglas, la tabla es capaz determinar qué acciones pueden o no ser efectuadas. Ello se debe que, los comandos actúan como eje rector de los efectores y dictaminan que acciones se deben seguir ante determinados estímulos. En condiciones idóneas, la máquina parte de un estado inicial y conforme los estímulos son percibidos, las instrucciones son ejecutadas y se pasa de un estado “A” a uno “B”.

Estados no conductuales como desear o preferir son determinados mediante asignaciones de valores. En estas situaciones se le asignará un valor más alto a aquellos elementos o acciones que maximicen la utilidad, es decir a aquellos que incrementen las posibilidades de efectuar una función específica o que ayuden a mantener el estado ecuánime del sistema. Bajo esta perspectiva se puede afirmar si “A” tiene un valor más alto que “B”, la máquina preferirá a “A”. No

obstante, a partir de dicho caso no es posible determinar que la elección sucederá siempre de la misma manera. La razón de ello radica en que, para asignar valores la máquina “tendrá que considerar cuáles serán las probables consecuencias de su elección en la situación concreta, y esto puede muy bien poner en juego otros “valores” de la máquina” (Putnam, 2012, pág. 356). A partir de ello es posible inferir que, bajo determinadas circunstancias la máquina elegirá “B” en lugar de “A”, a pesar de que originalmente el valor de “A” era mayor.

Si bien es cierto que los valores asignados a uno u otro elemento pueden cambiar dependiendo de los cálculos realizados por la máquina, ese no siempre es el caso. En algunas ocasiones existen elementos o acciones cuyo valor puede ser considerado como infinito, lo cual tendrá como consecuencia que la máquina lo elija bajo cualquier circunstancia. Dichos casos comúnmente hacen referencia a acciones cuya finalidad sea preservar los componentes del sistema, y no deben ser confundidos con las inclinaciones. Estas últimas se diferencian de las preferencias en tanto que son más largas y difíciles de cambiar. No obstante, bajo ciertas circunstancias y después de determinados periodos, pueden ser modificadas. Dicha acción no ocurre en los elementos cuyo valor asignado es infinito.

Tanto la conducta como la toma de decisiones son determinadas por la sumatoria de los valores asignados y los estímulos recabados por los órganos sensoriales. Antes de realizar cualquier acción, la máquina debe plantear un objetivo o problema a resolver. En todos los casos se parte de un estado inicial formado por las descripciones de los estados internos y externos. Haciendo uso de las instrucciones presentes en la tabla máquina, se comienzan a realizar los cálculos pertinentes para pasar del estado inicial al estado objetivo. A partir del plan de acción resultante de los cálculos, los efectores buscarán ejecutar los estados necesarios para resolver el problema o llegar al objetivo.

La percepción de estímulos y el cambio en los estados internos no solamente hacen posible la toma de decisiones, sino que también son factores importantes en el proceso de aprendizaje. No obstante, para afirmar que una máquina es capaz de aprender, ésta debe contar con un sistema dinámico; es decir, al menos algunas de las instrucciones presentes dentro de la tabla máquina deben poder

cambiar. Dichos cambios son efectuados a partir de los cálculos presentes durante la toma de decisiones y generalmente se efectúan con miras a economizar los procesos necesarios para pasar de un estado a otro o para poder ejecutar nuevas funciones.

Los cambios realizados en la tabla máquina son posibles gracias a una serie de axiomas qué si bien no forman parte del software, si tiene injerencia en el mismo. Al igual que las instrucciones presentes dentro de la tabla, los axiomas externos son una serie de algoritmos cuya finalidad es pasar de un estado inicial a un estado objetivo. La diferencia entre ambos radica en que mientras los cambios de estado ocasionados por la tabla máquina se manifiestan principalmente en los efectores, las modificaciones realizadas por los axiomas repercuten en la tabla mediante la alteración, eliminación o adición de instrucciones. Cómo producto de dicho proceso, se generará una desviación tanto en algunos procesos relacionados con preferencias, inclinaciones y toma de decisiones como en las acciones realizadas por los efectores. Durante el proceso es importante procurar que la desviación sea moderada; es decir que “no genera conductas aleatorias, o secuencias repetitivas sin sentido” (Turing, 2010, pág. 22). Ello se debe a que es difícil afirmar que un sistema errático o contradictorio sea capaz de realizar procesos mentales de manera satisfactoria.

A pesar de lo anteriormente expuesto, es necesario señalar que, al igual que en el caso de las funciones del resto de órganos, la imitación de las funciones presentes en los procesos mentales tiene ciertas limitaciones. La mayoría de éstas están relacionadas con el soporte físico en el cual se encuentra el programa. El motivo de ello es que no importa cuán complejo sea el software, éste se encontrará supeditado a las especificaciones del hardware. Las limitaciones se encuentran presentes tanto en la capacidad para procesar información como en la obtención de la misma y en la generación de respuestas. Si se quiere generar conductas y procesos complejos, es necesario contar con sensores, procesadores y efectores sumamente sofisticados. Aún con ellos, hoy en día no se han logrado emular la totalidad de procesos presentes en la psique humana.

Conclusiones

Hasta este punto se han enunciado una serie de factores necesarios para determinar si un individuo se encuentra o no vivo desde una perspectiva fisiológica. Dentro de tales puntos se han señalado las características de compartimentación, ser un sistema abierto, tener una serie de mecanismos que regulen las interacciones entre medios interno y externo, y ser capaz de realizar procesos homeostáticos. Cada una de estas cualidades es, en cuestión de subsistencia biológica, igual de importante que las demás. Si se llega a carecer de cualquier de ellas, el medio interno del individuo se vería seriamente afectado. Las posibles consecuencias pueden ir desde el mal funcionamiento de órganos hasta la pérdida de la vida. La razón de ello es que cada una de estas características se encuentra íntimamente relacionada con las funciones que desempeñan todos los elementos que conforman al cuerpo.

En lo referente a funciones particulares, se ha realizado un análisis somero de algunos sistemas y sus respectivos órganos. Dentro de dicha revisión se hizo especial énfasis en la interconexión entre los distintos componentes del cuerpo. De este modo ha sido posible ver las relaciones y repercusiones de las funciones de elementos particulares con respecto al sistema completo. De tal suerte que se han vislumbrado conexiones como la del flujo sanguíneo con el ciclo respiratorio, la de los anticuerpos y los glóbulos blancos, e incluso la de las hormonas y las señales del sistema nervioso. A partir de ello se ha buscado definir algunos de esos procesos como una serie de algoritmos similares a los de una máquina universal de Turing.

A lo largo del símil se ha establecido que las funciones de tal o cual órgano no se encuentran supeditadas a los distintos componentes biológicos; sino más bien que éstas pueden ser ejecutadas, bajo condiciones específicas, por elementos ajenos al cuerpo. Para lograr dicha proeza es necesario descomponer las funciones en elementos más simples que puedan ser analizados y replicados por productos sanitarios implantables. A partir de la descomposición de las funciones, éstas pueden ser explicadas como una serie de algoritmos computables. El ejemplo más representativo de ello es el marcapasos, el cual tiene la capacidad de realizar las funciones de los nódulos que se encuentran en el corazón. Tomando dicha acción como punto de partida, el cardio estimulador

se convierte en un complemento para el músculo principal del sistema circulatorio, con el cual es capaz de realizar todas sus funciones de manera habitual.

Si bien a lo largo de la descripción funcional del ser humano se ha hecho especial énfasis en los procesos mayormente viscerales, no se ha dejado de lado el aspecto psicológico. Prueba de ello es que se ha intentado definir de manera clara los procesos mediante los cuales una persona promedio se relaciona con el mundo exterior, y la forma en como dichos estímulos son partícipes de la generación de estado metales. Así mismo se buscó explicar de manera algorítmica como surgen aspectos propios de la psique como las preferencia o deseos. Todo ello sin olvidar esbozar algunos procesos involucrados en la relación entre los distintos estados mentales con las acciones realizadas por los tejidos musculares, los cuales posibilitan el movimiento.

Haciendo uso de ello se han comprendido las condiciones fisiológicas ideales en las cuales se tendría que encontrar una persona. Tomando en cuenta dicha premisa será posible analizar próximamente los casos anómalos tanto de órganos particulares como de sistemas completos. A partir de dicha información será posible definir conceptos presentes dentro del ámbito de la salud. Comprender tanto las condiciones que posibilitan la vida humana como el correcto funcionamiento de los distintos órganos no solamente facilita la descripción de diversos procesos biológicos, sino que también ayuda a detectar perturbaciones o anomalías en el organismo. A partir de ello es más sencillo poder generar planes de acción para restaurar, en la medida de lo posible, el estado ecuánime del organismo, cuando este se ha visto alterado.

2. Funcionalismo y salud

En lo que respecta a las principales preocupaciones de la humanidad, el tema de la salud ocupa un lugar privilegiado. A lo largo de la historia, el tema ha sido abordado de manera extenuante por diversos individuos pertenecientes a múltiples civilizaciones. A raíz de ello se han originado un sinfín de trabajos referentes al tema. A pesar de dicha circunstancia, no todas las aportaciones realizadas han referido la misma utilidad. Si bien es cierto que algunas investigaciones han esclarecido temas como el correcto funcionamiento de órganos y sistemas, o los beneficios o perjuicios que pueden generar ciertas sustancias; también es necesario reconocer que otros estudios no han sido del todo acertados, ya sea por el uso inadecuado de conceptos, por aproximaciones metodológicas incorrectas o incluso por prácticas negligentes.

A raíz de las investigaciones realizadas, la medicina ha sufrido diversos cambios. Algunos de los más evidentes pueden ser apreciados por el público en general en aspectos como la relación entre médico y paciente. Sumado a ello también existen modificaciones más discretas, como algunas medidas sanitarias o avances en el desarrollo de tratamientos, las cuales solamente llegan a ser notadas por los médicos y por algunos individuos que padecen determinados malestares. Aun teniendo en cuenta tal situación, hoy en día sigue siendo complicado establecer criterios suficientes para definir de manera unánime estados biológicos como la salud, la enfermedad o la muerte.

A pesar de las complicaciones anteriores, si se prestar atención a la relación que guardan los órganos con el medio externo y a la forma en que este último afecta a los primeros, es posible realizar juicios fiables con respecto al estado de salud de una persona. Partiendo de tal premisa, a lo largo de las siguientes páginas se buscará, en primera instancia, enunciar algunos elementos que pueden ser tomados en cuenta para determinar que una persona se encuentra sana. A raíz de ello será más sencillo definir estados como el de la enfermedad o la muerte, e incluso los procesos de transición entre éstos. Para lograr dicha proeza es necesario no solamente tener en cuenta los aspectos fisiológico-funcionales del cuerpo, sino que también es necesario poseer cierto bagaje respecto a la metodología utilizada por los médicos para determinar el estado de salud de un individuo.

Debido a lo anterior, en un segundo momento se abordará de manera somera parte de la metodología utilizada por los médicos para realizar un diagnóstico. Conocer algunos criterios que los especialistas de la salud toman en cuenta para determinar si un individuo se encuentra enfermo no solamente es útil para comprender los cambios fisiológicos involucrados en la pérdida de la salud, sino que también sirve para determinar el mejor tratamiento en la mayoría de las ocasiones. Ello se debe a que conocer tanto el estado y las relaciones de los componentes del cuerpo en condiciones no ideales como los efectos diversos fármacos son aspectos sumamente importantes a tomar en cuenta para poder formular un diagnóstico y dictaminar un tratamiento.

Finalmente, en un tercer momento se retomará el concepto de vida y se analizará bajo la luz de una perspectiva médica. Una vez que se haya prestado atención a la disposición funcional de algunos órganos y a los juicios expresados por parte de los profesionales de la salud, será posible realizar una distinción entre un individuo, el cual puede encontrarse sano o enfermo, y alguien que simplemente subsiste de manera biológica. Este último punto resulta sumamente importante debido a que existen casos en los cuales la mayoría de los órganos vitales del ser humano realizan sus respectivas funciones de manera habitual, pero no por ello se puede considerar a su portador como una persona viva.

La razón para prestar especial atención a los puntos anteriores no es una cuestión baladí. En los últimos años, prácticas no científicas han ganado terreno sobre la medicina convencional. En un primer momento, tal situación puede parecer irrelevante. Ello se debe a que no resulta descabellado afirmar que las ciencias de la salud poseen una base teórica más sólida y brindan resultados más certeros. Aun teniendo lo anterior en cuenta, es necesario señalar que la medicina convencional no es perfecta, y por ende no es capaz de tratar de manera efectiva diversos malestares. Tal condición ha tenido como consecuencia que cierto porcentaje de la población opte por otro tipo de tratamientos, los cuales en muchas ocasiones no han demostrado de manera empírica su efectividad.

La aceptación de prácticas no científicas en el ámbito de la salud ha tenido diversas consecuencias. Si bien es cierto, qué a partir de algunas de estas actividades, la medicina ha abierto sus horizontes y ha podido comprender de

manera más amplia los efectos que algunas sustancias tienen en el organismo; no se puede pasar por alto que en otras ocasiones han tenido resultados menos favorables. A nivel individual pueden tanto deteriorar la salud de una persona como hacerla más propensa a contagiarse de alguna enfermedad. A nivel grupal, este tipo de prácticas pueden facilitar la propagación de agentes patógenos dentro de una población. Estos puntos serán tratados en el tercer y último capítulo de la presente investigación.

2.1. Salud y enfermedad

Cuando se busca definir el término *salud*, es sencillo intentar hacerlo de manera negativa. Bajo esta perspectiva se afirmaría que un individuo sano es aquel que no está enfermo. No obstante, tal definición presenta una serie de deficiencias que no son difíciles de detectar. La primera, y posiblemente más obvia es que, de aceptar dicha definición, se tendría que admitir que un cadáver o cualquier otro elemento carente de vida se encuentra sano. La razón de ello es que no presentan ninguna enfermedad. En segunda instancia, tal perspectiva aborda los estados de salud de manera bivalente; es decir, solamente se puede estar sano o enfermo. Bajo esta óptica, el paso de la salud a la enfermedad y viceversa se da de manera directa[11]. Sin embargo, dicho cambio ocurre de manera gradual en la mayoría de los casos.

Para comprender, al menos de manera somera, la relación entre salud y enfermedad es necesario analizar los elementos presentes en el tránsito de estos dos estados. Así mismo es vital prestar atención a las reacciones del cuerpo ante la intromisión de cualquier tipo de agente. Lo anterior se acentúa aún más cuando se tiene en cuenta la forma en como la OMS define *salud,* la cual se precisa como “un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades” (OMS, 2019). Para asegurar dicho estado de bienestar es sumamente importante atender a una serie de implicaciones presentes en cada uno de los rubros. El bienestar físico se encuentra mayormente determinado por la integración ecuánime de los elementos que posibilitan los procesos metabólicos, termodinámicos y homeostáticos. El bienestar mental se encuentra vinculado con el correcto

[11] Si se conciben los estados de salud de manera binaria, no hay cabida para los procesos de recuperación, ni para la gravedad de las enfermedades.

funcionamiento de los sistemas nervioso y endócrino, así como con algunos factores sociales. El estado de bienestar social está supeditado a la conjunción entre el bienestar físico y mental con relación a un contexto determinado[12]

2.1.1. Bienestar físico

Al hablar de bienestar físico, uno de los puntos a tener en mayor consideración es la capacidad del cuerpo humano de asimilar energía que permita a todas las células realizar sus respectivas funciones y mantener su compleja estructura. Parte de dicha energía es obtenida a través de los rayos del sol, pero la mayor cantidad de ésta proviene de la ingesta alimenticia. Durante el proceso digestivo se liberan moléculas de ATP, las cuales son la principal fuente de energía de todas las células. La energía proveniente de dichas moléculas hace posible "la actividad cerebral, la contracción muscular, el transporte activo entre las membranas y la síntesis de nuevas moléculas" (Audesirk, Audesirk, & Byers, 2013, pág. 656).

Si bien es cierto que todos los alimentos son capaces de generar moléculas de ATP, también es necesario señalar que los distintos tipos de ellos aportan sustancias específicas para la realización de funciones concretas. Los carbohidratos son una fuente de energía rápida, la cual se consume en periodos cortos. Las grasas o lípidos son la fuente de energía más concentrada, y contienen casi el doble de calorías[13] que los carbohidratos. Cuando se obtiene más energía de la que se gasta, el exceso de ésta se almacena en forma de grasa. Por otro lado, las proteínas ayudan en la formación de nuevas células como la hemoglobina o los anticuerpos.

Para procurar un estado de bienestar físico, no basta con la obtención de energía a través de moléculas de ATP, sino que también es necesario asimilar algunas *sustancias esenciales* involucradas en distintos procesos. Dichas sustancias son aquellas que no pueden ser producidas dentro del medio interno, entre ellas se

[12] Durante la presente investigación solamente se abordará el bienestar físico debido a dos razones: en primer lugar, los objetivos de la investigación se acotan de manera exclusiva a este tópico; en segunda instancia es necesario admitir que, si bien existen elementos, como DSM, que establecen algunos parámetros para definir el bienestar psicológico y social, dichas definiciones han sufrido cambios a lo largo de la historia y es posible que continúen siendo modificadas.

[13] Cantidad de energía necesaria para elevar en 1°C un gramo de agua. El número de calorías de un alimento está determinado por el calor que produce al ser quemado en su totalidad.

encuentran “ciertos ácidos grasos y aminoácidos, varios minerales y vitaminas, y el agua.” (Audesirk, Audesirk, & Byers, 2013, pág. 658). Su carencia no implica una única consecuencia; debido a que cada una de ellas es partícipe de distintas funciones, debido a ello las consecuencias de su ausencia son disímiles.

Los minerales son el caso más representativo de sustancias esenciales. Ello se debe a que ningún organismo es capaz de sintetizarlos, y por ende deben ser obtenidos del medio. En el caso del ser humano, la tarea de los minerales se acota a servir como apoyo en las funciones de algunos sistemas, la regulación del PH y a ser componentes de diversas células. El calcio, el magnesio y el fósforo permiten la contracción muscular y la conducción de impulsos a través del sistema nervioso. El fósforo, el potasio, el cloro y el sodio son indispensables para la regulación tanto del PH de los fluidos del organismo como de la osmosis. El hierro es un componente de la hemoglobina presente en la sangre, el flúor lo es de dientes y huesos, y el yodo de las hormonas provenientes de la tiroides.

Cuando se habla de minerales, es difícil pasar alto a las vitaminas. Este grupo de sustancias esenciales se divide en dos subgrupos: las vitaminas hidrosolubles y las liposolubles. Las principales funciones de las vitaminas hidrosolubles son actuar junto a algunas enzimas para estimular reacciones químicas que proveen de energía a las células y ser partícipes en la síntesis de algunas moléculas. Dentro de este conjunto de vitaminas se encuentran la vitamina C y los nueve compuestos de vitamina B. La vitamina C ayuda a mantener huesos y cartílagos en un estado óptimo y es participe en la síntesis de colágeno. Los compuestos de la vitamina B actúan como coenzimas en distintos procesos metabólicos. Por su parte, las funciones de las vitaminas liposolubles varían en cada caso, pero todas ellas son asimiladas mediante ácidos grasos esenciales. Dentro de este grupo se encuentran las vitaminas A, D, E y K. Con ayuda de la vitamina A “se sintetiza la molécula que capta la luz en la retina del ojo; una deficiencia puede afectar la vista nocturna” (Audesirk, Audesirk, & Byers, 2013, pág. 659). La vitamina D estimula el crecimiento óseo y se encuentra involucrada en la absorción de calcio. La vitamina E reduce el daño celular causado por radicales libres. La vitamina K es pieza clave en los procesos de coagulación sanguínea.

El caso de los aminoácidos es especial debido a que solo algunos de ellos pueden ser clasificados como esenciales. De los veinte aminoácidos existentes,

el ser humano únicamente es capaz de sintetizar entre diez y doce, el resto deben ser obtenidos mediante la degradación de proteínas durante el proceso digestivo. Una vez que las proteínas han sido separados se obtienen aminoácidos esenciales como el triptófano o la lisina, los cuales serán absorbidos al torrente sanguíneo. Mediante el ciclo circulatorio, estos llegan a todos los sistemas para formar nuevas proteínas, las cuales “pueden servir para producir energía, para formar estructuras o bien para actuar como enzimas” (Frenk, 2018, pág. 20).

La ausencia de cualquiera de los elementos anteriores conlleva consecuencias funcionales severas. La ausencia de calcio implica debilitamiento óseo que puede derivar en malformaciones o en osteoporosis. Entre los efectos más notables de la ausencia de vitamina B se encuentra algunos problemas relacionados con el sistema nervioso periférico e insomnio. La falta de algunos aminoácidos implica que no se formen nuevas células como anticuerpos o estructuras como las del cabello o las uñas.

Si bien es cierto que la absorción de nutrientes y la obtención de energía mediante moléculas de ATP es un factor crucial al hablar de bienestar físico, no es el único. En todo momento, el ser humano se encuentra en contacto con una infinidad de organismos como virus, bacterias u hongos. En la mayoría de los casos dicho contacto resulta inofensivo, y en algunos incluso reporta beneficios. No obstante, dicha situación no puede ser generalizada. Como ya se había mencionado (véase 1.1.4), existen una serie de organismos que son capaces de generar perjuicios a la integridad de un individuo, los cuales reciben el nombre de agentes patógenos o antígenos. Para evitar la proliferación de microorganismo y mantener un estado de equilibrio, el cuerpo tiene la capacidad de generar respuestas homeostáticas a través del sistema inmunitario.

Aunque las respuestas del sistema inmune suelen ser efectivas en un gran número de casos, existen ocasiones en las cuales elementos del medio externo generan malestares físicos. Para que se presente dicha situación es necesario que exista un antígeno de cualquier tipo y que el sistema inmunológico sea vulnerado o se comporte de manera anómala. Los principales, aunque no únicos, elementos considerados como patógenos son virus, bacterias, hongos y

parásitos. Entre los funcionamientos no ideales del sistema inmune se encuentra la inmunodeficiencia, los procesos autoinmunitarios y la hipersensibilidad.

En lo que respecta a tamaño, los virus son los agentes patógenos más pequeños. Debido a dicha característica, infectan a las células para así poder reproducirse. La principal defensa ante ellos son los tejidos compuestos por células íntimamente unidas que recubren el cuerpo y algunos órganos, los cuales reciben el nombre de epitelios. Ejemplos de estos últimos son la piel y el revestimiento de las vías respiratorias. Para poder reproducirse, los virus deben infectar la capa epitelial a la cual llegan. Estos pueden ingresar al organismo mediante el aire, los alimentos, el agua, transmisión sexual, por picaduras o mordeduras. En la mayoría de los casos, la infección se limita a la primera capa epitelial, no obstante, "el daño que los virus causan a epitelios puede facilitar […] infecciones secundarias por bacterias" (MacPherson & Austyn, 2013, pág. 51).

Por su parte, las bacterias y los hongos no dependen de un huésped para su reproducción. La mayoría de ellos no necesitan dañar las capas epiteliales para causar una infección. Las bacterias ingresan al organismo casi de las mismas formas en las cuales lo hacen los virus, pero éstas también pueden penetrar mediante cortaduras y quemaduras. En lo que respecta a los hongos, estos ingresan en un huésped mediante las esporas presentes en el ambiente local. Ambos antígenos son capaces de vivir tanto dentro de las células como fuera de ellas.

Los parásitos son los agentes patógenos que más varían en tamaño; los más pequeños pueden ser huéspedes de células, mientras que los de mayor tamaño son capaces de vivir en cavidades corporales. En términos simples, el parasitismo se puede definir como "una relación simbiótica en la cual el organismo infeccioso vive sobre su huésped o dentro del mismo, y obtiene nutrición a partir de él, a menudo en detrimento del huésped" (MacPherson & Austyn, 2013, pág. 53). Estos pueden ingresar al organismo mediante la ingesta de ciertos alimentos o incluso de manera directa, a través de la piel.

En condiciones ideales, el sistema inmune tiene la capacidad de montar distintas respuestas ante cada tipo de antígeno, las cuales pueden ir desde cambios en la temperatura del medio interno hasta la liberación de células especializadas

como las B y T. A pesar de ello, existen casos en los cuales la respuesta inmune no es ejecutada de manera satisfactoria. Las ocasiones en las cuales los procesos inmunológicos son ineficientes o no son ejecutados se denominan como casos de inmunodeficiencia. Así mismo, existen situaciones opuestas, en las cuales el sistema reacciona ante elementos que no representan una amenaza. Dichos casos son denominados como alergias o hipersensibilidad. Ejemplo de ello es la alergia al polen. Finalmente, existen escenarios en los cuales el cuerpo genera respuestas ante los elementos que lo conforman, las cuales se denominan como autoinmunidad.

Si bien, es necesario admitir que para determinar el bienestar físico de un individuo es necesario prestar atención al correcto funcionamiento de todos los sistemas que lo conforman, es posible aceptar que estos últimos se encuentran supeditados en cierto grado a los puntos que acaban de ser mencionados. La asimilación de nutrientes y moléculas de ATP permite obtener la energía suficiente para la realización de todas y cada una de las funciones de las células presentes en el individuo. Sin consumo calórico, las células no tardarían mucho tiempo en morir y por ende no podrían realizar sus respectivas tareas. En el caso de la respuesta inmune; si ésta no existiera, el cuerpo no tardaría en ser invadido por toda clase de antígenos, los cuales eventualmente consumirían o se alojarían en las células.

2.2. Preservación de la salud

Existen casos en los cuales el cuerpo se aleja demasiado de los intervalos en los cuales realiza sus funciones de manera óptima. En algunas de esas situaciones los procesos homeostáticos no son suficientes para recuperar un estado de equilibrio interno. Ello, comúnmente, tiene como consecuencia que los órganos no puedan realizar de manera correcta sus respectivas funciones. Tal situación implica la existencia de uno o varios malestares, siendo las enfermedades y la lesiones los más comunes. Ante este tipo de situaciones es común acudir ante un especialista de la salud, el cual evaluará la situación, realizará los análisis pertinentes, formulará un diagnóstico y asignará un tratamiento.

Para formular un diagnóstico es necesario construir previamente un cuadro clínico, el cual se está formado por un conjunto de signos y síntomas. Los

síntomas son el conjunto de sensaciones subjetivas percibidas por el paciente, de las cuales no puede dar cuenta el médico. Entre estos se encuentran el dolor de cualquier tipo, el cuerpo cortado y el mareo. Debido a que solamente el enfermo puede percibirlos, se puede afirmar que los síntomas refieren al aspecto fenomenológico del cuadro clínico. En muchas ocasiones su presencia se encuentra directamente relacionada con el estado mental del paciente. Si el individuo no tiene conciencia de ellos, no es posible afirmar que existan. En cambio, los signos son "todo aquello que el medico puede apreciar con sus sentidos en el cuerpo del paciente" (Rodríguez de Romo, Aliseda, & Arauz, 2008, pág. 136). Ejemplos de esto último son: el enrojecimiento de la piel, el cambio en la frecuencia cardiaca e incluso la presencia de llagas. Estos no dependen de la percepción del paciente ni de la del médico. En algunas ocasiones pueden ser apreciados a simple vista, pero en otros casos es necesario valerse de instrumentos clínicos para percatarse de su existencia. A partir de ello se puede afirmar que los signos representan la parte objetiva del cuadro clínico. Debido a que no necesitan ser percibidos para existir, estos pueden tener repercusiones en el organismo sin que el paciente lo note. Una vez recabada la información, se procede a realizar análisis físicos. El conglomerado final de datos será cotejado, analizado e interpretado bajo el marco de conocimiento médico, y posteriormente se procederá a emitir un posible diagnóstico.

Al momento de elaborar un diagnóstico es necesario tener en cuenta que existen muchas enfermedades que pueden compartir tanto un número considerable de síntomas como algunas alteraciones físicas perceptibles por terceros. Un caso muy conocido es el de el resfriado y la influenza. Como puntos en común entre ambos, se puede señalar la congestión nasal, el dolor de cabeza y la presencia de tos. Cuando se presentan este tipo de situaciones se realiza una hipótesis, y en función de ella se efectúan pruebas para poder confirmarla o refutarla. Haciendo uso de distintas pruebas es más sencillo notar los signos que diferencian a una enfermedad de otra. En el caso de la influencia y el resfriado se puede apelar a la presencia de fiebre en la primera y a la ausencia de la misma en la segunda.

Así mismo también existen padecimientos que en alguna etapa de su desarrollo no producen síntomas en el paciente. Dichas afecciones reciben el nombre de

asintomáticas. En estos casos, el diagnóstico es realizado basándose mayormente en los signos obtenidos mediante los estudios realizados al paciente. Un caso paradigmático de este tipo de afecciones es la hipertensión arterial, al menos en sus primeras etapas, debido a que no genera ninguna sensación de dolor, incomodidad o desagrado. A pesar de que este tipo de malestares no generan sensaciones en el afectado, si causan perjuicios dentro del medio interno.

Una vez que se ha recabado la información suficiente, ésta se analiza e interpreta haciendo uso de diversos métodos de razonamiento; los cuales, en la mayoría de los casos, se complementan e incluso corrigen mutuamente. Los más usados son los métodos inductivo, deductivo y abductivo. Éstos pueden ser empleados de manera independiente, pero dentro de la práctica es más común ver a un especialista de la salud alternarlos dependiendo de la situación[14]. La razón de ello es que cada uno subsana, en cierta medida, las deficiencias de los otros. Para comprender de manera más sencilla el proceso en el cual se realiza un diagnóstico, resulta esclarecedor pensar al conjunto de signos y síntomas como las premisas de un argumento y a los posibles padecimientos como conclusiones a las cuales se llega haciendo uso de los distintos métodos de razonamiento.

La deducción tiene como ventaja brindar conclusiones certeras; no obstante, dentro del ámbito clínico, no siempre es posible comprobar en un primer momento la veracidad de las premisas con cuales se trabaja. La razón de ello recae principalmente en la sintomatología. Debido a que los síntomas dependen mayormente de la percepción subjetiva del paciente, no siempre son fiables. Dentro del método deductivo se parte de una serie de premisas y mediante la aplicación de reglas de inferencia válidas se llega a una conclusión. Cuando se trabaja con este método se presupone que las premisas iniciales son verdaderas. Debido a lo anterior, las conclusiones derivadas ellas deberían tener el mismo

[14] Dentro de este tipo de situaciones es posible notar de manera clara la estrecha relación que guardan la filosofía y la ciencia. En un gran número de casos, la línea de separación entre una y otra es bastante difusa. La ciencia hace uso de métodos discutidos dentro del ambiente filosófico; mientras que, la filosofía suele reflexionar en torno a la práctica científica. Si bien, de manera teórica, la división entre ambas parece ser clara, en la práctica no lo es tanto. A partir de ello es factible afirmar que ambas son codependientes y qué en un gran número de ocasiones, los objetos de estudio de una, le corresponden también a la otra.

estatus. No obstante, si se llegara a dar el caso en el cual se acepte de manera errónea la existencia de un signo o de un síntoma que se encuentre ausente, se corre el riesgo de realizar un diagnóstico equivocado. Dentro de estos casos se podría señalar que, si bien es cierto que la conclusión fue obtenida de manera válida, esta no refleja el estado de salud del paciente.

El método inductivo hace uso tanto de la bibliografía disponible como de casos comprobados con anterioridad. A partir de ello busca encontrar similitudes entre los cuadros clínicos de pacientes previos y el cuadro del paciente en turno. Debido a que la información de los casos anteriores ya ha sido verificada, se puede admitir que dichos datos son veraces. En función de la veracidad y similitud de la información se busca extrapolar las conclusiones de un paciente a otro. No obstante, dicha acción no es posible en todos los casos. El motivo de ello es que, a pesar de la veracidad de la información obtenida de los diagnósticos anteriores, la inducción no es capaz de establecer el número de casos necesarios para realizar una generalización. Ello tiene como consecuencia que el diagnóstico un paciente no pueda ser asignado con total seguridad a otro individuo que tenga un conjunto de signos y síntomas similar.

La abducción trabaja de manera similar a la deducción, pero de forma más laxa. Bajo este modelo de razonamiento está permitido realizar inferencias que no serían posibles bajo el esquema deductivo. Las conclusiones obtenidas haciendo uso de este tipo de razonamiento tienen el estatus de hipótesis, las cuales deben ser sometidas a pruebas para poder ser corroboradas. Haciendo uso del método abductivo es posible formular hipótesis aun cuando no se tienen conocimientos de todos los datos. La hipótesis ofrecida como diagnóstico debe ser sometida a pruebas y “se refuta cuando de hecho exista otra causa que explique los datos” (Rodríguez de Romo, Aliseda, & Arauz, 2008, pág. 150). Si se examinara un paciente que tuviera congestión nasal, tos y dolor de cabeza, se podría formular como hipótesis que dicho paciente tiene influenza. No obstante, si después de realizar los exámenes pertinentes se descubre que el afectado no presenta fiebre, es razonable descartar la hipótesis anterior y formular una nueva. La nueva hipótesis estaría encaminada a determinar que el paciente se encuentra resfriado.

Más allá de los tipos de razonamiento utilizados para formular posibles diagnósticos; para el juicio médico es vital enfatizar la relevancia de la observación, la cual se puede comprender como “su componente primordial, […] que está dirigida a percibir lo diferente, lo sorprendente, lo alterado, lo que sale de la norma” (Rodríguez de Romo, Aliseda, & Arauz, 2008, pág. 150). Gracias a la conjunción entre observación y análisis de datos dentro del marco de conocimiento médico es posible relacionar un conjunto de manifestaciones físicas con padecimientos o con disfuncionalidades de algún elemento presente en el cuerpo. Dicho de otro modo, a raíz del análisis de signos y síntomas, los médicos son capaces de determinar, en la mayoría de los casos, cuándo como alguna parte del cuerpo efectúa sus funciones de manera anómala, cómo dicha anomalía afecta a otros elementos e incluso cuál es el tratamiento más pertinente.

2.2.1. Medicamentos

Una vez que el médico haya emitido un juicio, se procede a determinar un tratamiento adecuado para que el individuo recupere un estado de salud óptimo. Los tratamientos por seguir llegan a ser bastante disimiles dependiendo de la afección a tratar. A pesar de ello, los más comunes son la ingesta de medicamentos en el caso de afecciones no tan severas y las intervenciones quirúrgicas cuando una parte del organismo ha sufrido daño severo, y por ende ya no es capaz de efectuar de manera satisfactoria sus respectivas funciones.

Los medicamentos son la unión entre una o más sustancias activas y una serie de aditivos o sustancias no activas. Las primeras pueden comprenderse como la sustancia química que produce el efecto deseado; mientras qué, la función de los segundos es hacer más sencillo tragar o absorber el fármaco. Dicho en otras palabras, mientras la sustancia activa se encarga de conseguir efectos como regular la presión arterial o disminuir la fiebre, los aditivos fungen como diluyentes, estabilizadores, lubricantes o cualquier otro elemento que haga más sencilla la ingesta del medicamento.

Las medicinas pueden encontrarse en distintas presentaciones como lo son tabletas, soluciones, comprimidos, parches, inyecciones o cápsulas. A pesar de ello, en todos los casos solamente pueden influir en el ritmo de las funciones biológicas ya existentes, no pueden cambiar la naturaleza de estas ni crear

nuevas funciones. Cuando se consume algún fármaco este puede influir en aspectos como “la función de las células renales de regular el volumen de agua o las sales retenidas, […] la secreción glandular de sustancias (como la mucosidad, el ácido gástrico o la insulina) y la transmisión de mensajes a través de los nervios” (Farinde, 2019). No obstante, un fármaco no es capaz de realizar tareas como detener el envejecimiento celular, revertir el deterioro de un órgano o restablecer funciones perdidas.

Aunque un medicamento, por sí mismo, no es capaz de restablecer o sustituir las funciones de alguna parte del cuerpo; este si puede servir como apoyo para realizar funciones específicas, e incluso ayudar a que el organismo se regenere por su propia cuenta. Un ejemplo de ello son los antibióticos, los cuales sirven como apoyo durante la respuesta inmune ante bacterias y hongos. Si bien estos “no destruyen todos los microbios patógenos en el cuerpo, pueden matar los suficientes como para dar al sistema inmunitario tiempo para terminar la tarea” (Audesirk, Audesirk, & Byers, 2017, pág. 706). Los distintos tipos de fármacos son usados para causar reacciones específicas. A pesar de que un antibiótico sea útil ante bacterias u hongos, no lo será ante algún tipo de virus.

Los ingredientes activos de los medicamentos comienzan a surtir efecto cuando entran en el torrente sanguíneo. Aquellos que ingresan al cuerpo de manera intravenosa como las inyecciones, comienzas a actuar de manera más rápida. Por su parte, los medicamentos que son consumidos de manera oral deben pasar primero por el tracto digestivo y ser asimilados, al igual que los aminoácidos, en el intestino delgado. La efectividad de cada medicamento está supeditada a diversos factores. Entre los más relevantes se encuentran la cantidad de sustancia activa contenida y la forma en como es administrada. Las características fisiológicas del paciente y su estado de salud también son puntos para tomar en cuenta. La razón de ello es que factores como el peso pueden influir en la cantidad de sustancia activa necesaria para lograr el efecto deseado. Sumado a ello, si la persona presenta diarrea, vomito o alguna afección similar, tal condición puede influir en la forma en como es asimilado el medicamento.

En la mayoría de los casos, los efectos de los fármacos son reversibles y estos solamente se manifiestan durante algunas horas. Debido a ello, los médicos recetan su consumo durante periodos específicos. No obstante, algunos de

ellos son capaces de alterar de manera irreversible algunas funciones del organismo. Tal es el caso del omeprazol, el cual “inhibe de forma irreversible una enzima implicada en la secreción de ácido gástrico” (Farinde, 2019).

2.2.2. Procesos quirúrgicos

Por su parte, los procedimientos quirúrgicos son efectuados cuando es necesario realizar incisiones en los tejidos con la finalidad de tratar enfermedades, atender lesiones o restaurar deformidades. Sin embargo, el desarrollo de nuevas tecnologías pone en tela de juicio dicha definición. El porqué de ello se debe a que hoy en día es posible tratar mediante métodos como laser o radiación percances que anteriormente solo podían ser abordados haciendo uso del bisturí. Sin embargo, dentro del ámbito práctico la distinción entre una intervención realizada mediante la incisión en tejidos y una que no requiere hacer cisuras no es tan relevante como la formación y las capacidades del cirujano que realizará el procedimiento.

Las cirugías comúnmente son tratamientos, pero también pueden ser utilizadas como herramientas para formular un diagnóstico. Este segundo caso se da principalmente bajo dos circunstancias. La más frecuente es la biopsia. Durante este procedimiento se extrae una porción de tejido y este último es sometido a un análisis realizado con microscopio. El segundo grupo de circunstancias refiere a los accidentes aparatosos como choques de vehículos o heridas causadas por algún tipo de arma. En estos casos “la cirugía puede ser necesaria para identificar y reparar rápidamente órganos con hemorragias debidas a heridas” (Mohabir, 2019).

Cuando las intervenciones quirúrgicas son utilizadas como tratamientos pueden ser clasificadas según su función o su urgencia. Algunas de las funciones de una cirugía pueden ser: extracción de tejidos como abscesos o tumores, reconexión de venas y arterias con la finalidad de facilitar el flujo sanguíneo en zonas específicas, o transferir órganos o tejidos de un individuo a otro mediante trasplantes. En el caso de la urgencia, existen tres clasificaciones: emergencia, urgencia y electiva. Las intervenciones de emergencia se realizan cunado existe una abundante hemorragia, estas deben ser realizadas minutos posteriores al comienzo de la pérdida de sangre. Dentro de los casos de urgencias se encuentran cirugías como la extirpación de un apéndice inflamado, las cuales

deben realizarse en un lapso de horas. Las cirugías electivas o programadas[15] pueden posponerse un tiempo considerable mientras se realizan los preparativos pertinentes para maximizar las probabilidades de éxito.

Los procedimientos quirúrgicos no se limitan a las acciones realizadas dentro de un quirófano. Existe una serie de condiciones que deben ser cumplidas antes de que el individuo pueda ser sometido a suturas. Antes de la mayoría de las cirugías, los pacientes debes quitarse ropa, accesorios, e incluso productos sanitarios como dentaduras postizas y anteojos. Un auxiliar les proporciona una bata y de ser necesario, elimina el vello corporal de la zona en la cual se realizará la intervención. Se insertan dos catéteres: uno en la vejiga y otro en una vena del brazo. La función del primero es recolectar orina durante la cirugía, mientras que la del segundo es administrar líquidos y fármacos. Al terminar dicho proceso el paciente puede ser trasferido directamente a quirófano o pasar primero por una sala de espera.

Debido a que las cirugías generalmente causan dolor, antes de la mayoría de éstas se administran analgésicos, anestesia, o ambos. Los analgésicos son fármacos que se utilizan para reducir el dolor. La anestesia bloquea la percepción del mismo al provocar la pérdida temporal de sensibilidad en una zona determinada o de conocimiento del individuo. Existen tres tipos de anestesia: local, regional y general. La local es inyectada bajo la piel sobre el punto específico en el cual se va a suturar. La regional es capaz de insensibilizar un área mayor. En estos casos “el fármaco se inyecta en uno o más nervios y se insensibiliza la zona del cuerpo inervada por los mismos” (Mohabir, 2019). En el caso de la general, ésta puede ser inhalada o suministrada de manera intravenosa y deja inconsciente al individuo.

Una vez que se han realizado los preparativos pertinentes, el paciente es trasladado a la mesa de operaciones ubicada en el quirófano. Una vez ahí, el equipo médico debe confirmar la identidad de la persona, la parte del cuerpo en la cual se realizará el procedimiento, la disponibilidad de equipo quirúrgico y realizar o completar las medidas preventivas correspondientes. El equipo de

[15] Dentro de este rubro se encuentran las cirugías estéticas; pero debido a que estas no son un tratamiento médico, no serán abordadas.

profesionales de la salud se compone principalmente por un cirujano principal, uno o más cirujanos ayudantes, un anestesista, un enfermero instrumentalista, y un enfermero circulante. Cuando se ha iniciado el procedimiento es sumamente relevante que todos aquellos que se encuentran cerca del campo quirúrgico o tengan algún contacto con el paciente se hayan lavado cuidadosamente con jabón antiséptico y utilicen ropa quirúrgica, gorros, mascarillas, calzas, guantes y batas estériles.

Posterior a la operación, la persona es trasladada a una sala de reanimación donde es monitoreada durante algunas horas. Dentro de esta sala, un médico vigila que el individuo sea capaz tanto de respirar y pensar con claridad como de que no esté en riesgo de asfixia. De igual manera, el profesional de la salud vigila que el paciente tenga el tratamiento analgésico correspondiente. Una vez realizados los procesos pertinentes en la sala de reanimación, comienza la hospitalización. Durante este periodo se lleva a cabo gran parte de la recuperación. Cuando alguien es hospitalizado tras una cirugía, comúnmente se le conecta un aparato respiratorio, adhesivos en el pecho que controlan su ritmo cardiaco, un aparato en el dedo que monitorea sus signos vitales, así como un catéter intravenoso que le suministra analgésicos. A lo largo de la recuperación, una buena nutrición es sumamente relevante, por lo cual se debe procurar la ingesta de nutrientes.

Tras un periodo de recuperación, el paciente que se encuentre en condiciones de abandonar el hospital debe asegurarse de programar visitas de seguimiento con un médico, conocer los medicamentos que debe tomar y estar al tanto de las actividades que debe evitar o limitar. En algunas ocasiones, la movilidad de individuo se ve afectada y por ende no puede realizar acciones como subir escaleras, hacer ejercicio extenuante, conducir o mantener relaciones sexuales. Existen casos en los cuales, aquello que han salido del hospital “necesitan rehabilitación, que consiste en la realización de ejercicios y actividades especiales para mejorar la fuerza y la flexibilidad” (Mohabir, 2019).

2.2.3. Vacunas

Muchos de los padecimientos de los cuales el cuerpo humano es propenso a ser víctima, no solamente pueden ser tratados mediante fármacos o intervenciones quirúrgicas, sino que también pueden ser prevenidos mediante la inmunización.

Ésta última puede ser pasiva o activa. La inmunización pasiva es utilizada en personas que o bien no han sido vacunadas y se han expuesto a algún tipo de virus, bacterias u hongos perniciosos; o en aquellas cuyo sistema inmune funciona de manera anómala, tal es caso de quienes deben consumir inmunosupresores. Dentro de estos casos, se administran anticuerpos directamente en el individuo a través de sangre o de células productoras[16]. Por su parte, durante la inmunización activa se estimulan los mecanismos de defensa del sistema inmune mediante la introducción controlada de antígenos, el caso más claro de ello son las vacunas.

Las vacunas estimulan el sistema inmunológico mediante la introducción de antígenos en el organismo. Comúnmente, los virus y las bacterias que forman parte de estas se encuentran muertos, pero ello no ocurre en todos los casos. Hay ocasiones en las cuales las vacunas contienen antígenos vivos, los cuales han sido "sintetizados usando técnicas de ingeniería genética" (Audesirk, Audesirk, & Byers, 2017, pág. 706). Lo anterior responde a la necesidad de exponer al organismo a un tipo particular de agentes patógenos de una manera segura. Ejemplo de esto último son las vacunas contra la varicela, las cuales contienen una modificación del virus de la varicela-zóster.

Cuando se habla de inmunización activa es muy importante notar la diferencia entre la simple exposición a antígenos y las vacunas. Estas últimas deben cumplir algunas características para ser consideradas como tal. Entre las más relevantes se encuentran la eficacia y la seguridad. La eficacia refiere a la capacidad de brindar protección futura. Cuando una persona es vacunada, las células de su sistema inmune reconocen al antígeno. Durante estos procesos, las células de memoria juegan un papel crucial debido a que ellas deben recordar al microorganismo para poder montar una respuesta cuando éste se presente de manera plena. En la actualidad muchas de las vacunas son consideradas completamente eficaces en individuos en condiciones normales, mientras que otro tanto "sólo proporciona protección parcial por razones que no están por completo claras" (MacPherson & Austyn, 2013, pág. 96). A pesar de que este

[16] La protección obtenida mediante la inmunización pasiva solamente es efectiva durante algunos días o semanas; poco después de la administración de los anticuerpos, el organismo los desecha.

segundo grupo puede ser criticado debido a que su eficiencia no es total, es necesario señalar que muestran resultados positivos en no contados casos.

La seguridad refiere a que los malestares originados a partir de los potenciales efectos secundarios sean considerablemente menores que los causados por la enfermedad a tratar. Debido a que las vacunas contienen antígenos, el sistema inmune ejecuta una respuesta cuando son introducidas al cuerpo. En la mayoría de las ocasiones se limitan a “dolor local en el sitio de la inyección o fiebre y malestar general” (MacPherson & Austyn, 2013, pág. 96). Bajo cualquier circunstancia, las vacunas deben presentar un beneficio para el usuario. Si se diera un caso en el cual existieran más complicaciones que beneficios, no se podría afirmar que se está hablando propiamente de vacunas.

En la mayoría de los casos, las vacunas son administradas a través de inyecciones. Estas pueden ser intramusculares o subcutáneas. No obstante, algunas de ellas también pueden ser administradas en forma de gotas. En cada inmunización es posible recibir una o más vacunas. Lo anterior puede darse de dos maneras “ya sea en una vacuna combinada o mediante inyecciones individuales, aplicándose en este caso en diferentes partes del cuerpo” (Surkis & Santoro, 2019). La administración de casi todas las vacunas es realizada de manera sistemática, siendo la niñez uno de los periodos donde más se aplican. Aquellas que no son aplicadas de manera sistemática comúnmente son recibidas por personas en circunstancias muy específicas; tal es el caso de la vacuna contra la fiebre amarilla, la cual es recibida por personas que van a viajar a ciertas regiones de África o de Sudamérica.

2.3. Muerte

Cuando el estado de salud es sumamente deficiente y los tratamientos no resultan eficaces, es altamente probable que el individuo muera. Intentar definir la muerte es una tarea tanto o más complicada que intentar definir la vida. La razón de ello radica en que no existen parámetros claros para determinar de manera tajante cuándo la vida de una persona ha llegado a su final. Sin importar las condiciones que se intenten establecer para definir el concepto de muerte, existirán una serie de contraejemplos que pueden poner en duda cualquier definición. Tales casos pueden referir tanto a situaciones donde los parámetros indiquen que la persona está viva cuando ha muerto, como a casos donde se

pueda afirmar que un individuo ha fallecido cuando en realidad está vivo. Si se afirmara que alguien perece cuando todas sus células han muerto, existiría la objeción que hace referencia a la donación de sangre, órganos o tejidos. Dentro de esos casos, las células de un individuo pueden continuar con vida aún después de la muerte del mismo. Si se apela al correcto funcionamiento de un conjunto de células determinado se puede objetar que algunos individuos pueden continuar con vida a pesar del atrofiamiento de dicho conjunto. Esos casos se suscitan cuando la persona suple las funciones de sus células mediante productos sanitarios implantables o cuando recibe un trasplante. Ejemplo de esto es el caso de los nódulos del corazón con respecto al marcapasos.

A pesar de las dificultades presentes a la hora de intentar delimitar el concepto de muerte, existen algunas características bien definidas que son intrínsecas en la gran mayoría de posturas. En primera instancia, la muerte es un suceso biológico. Solamente los individuos que se encuentran con vida son susceptibles de perecer. Si se intentara afirmar la muerte de algo que no tiene vida, la palabra solamente podría ser entendida de manera metafórica. Bajo esta óptica se puede señalar que expresiones como la muerte de una relación o de una ideología no hacen referencia de manera genuina a la muerte, mientras que oraciones que refieran a la muerte de una persona sí lo hacen. Como segundo punto a tomar en cuenta, la muerte es un suceso irreversible. Dentro de este rubro no existe mayor complejidad; "una persona o, en general, cualquier organismo muerto no puede "resucitar" (si lo hace […] es que la persona u organismo en realidad no había muerto)" (Rivera López, 2001, pág. 36). El último aspecto a tomar en cuenta refiere a la temporalidad. La muerte de un individuo debe poder ubicarse en un momento preciso en el tiempo y ésta no puede ser comprendida como un proceso[17].

Cuando se entiende a la muerte como un acontecimiento y no como una sucesión de momentos es más fácil distinguir a ésta de sus causas. Las causas de muerte son disimiles entre sí y pueden ser comprendidas como sucesos que en algunas ocasiones se desarrollan de manera gradual. Comúnmente, el

[17] No se debe confundir la muerte con el deterioro de la salud. Si bien este último se encuentra estrechamente relacionado con las posibles causas de muerte, no se puede afirmar que sean la misma cosa.

fallecimiento de un individuo se encuentra relacionado con más de una de ellas; lo cual implica que no son excluyentes e incluso podrían ser catalogadas como complementarias las unas de las otras. Entre las causas de muerte más comunes se encuentran las asociadas a los procesos metabólicos y al funcionamiento anómalo del sistema inmune.

En lo que respecta al metabolismo, se puede afirmar que algunos individuos gozan de vidas un poco más largas que las de sus congéneres debido a la velocidad en la cual realizan ciertos procesos. Entre más tarde un organismo en realizar acciones como completar el ciclo circulatorio o llevar a cabo divisiones celulares, es más probable que los elementos que lo conforman sean menos proclives al desgaste; lo cual implica, en cierto grado, un retraso tanto en el envejecimiento como en el riesgo de muerte[18]. Bajo dicha premisa es factible afirmar que la vida de alguien puede ser más o menos larga dependiendo de los factores que condicionen sus procesos metabólicos. Una referencia de lo anterior es que "en una misma especie se puede acortar o alargar la vida, con sólo inyectar hormona tiroidea o extirpar la glándula que la produce" (Cereijido & Blanck-Cerejido, 2011, pág. 57). Ello se debe a que una de las principales funciones de la hormona segregada por la tiroides es regular los procesos metabólicos.

Las reacciones de los procesos metabólicos implican un continuo rompimiento, ensamblaje y recombinación de moléculas, no obstante, no todas son aprovechadas. Algunos fragmentos de ellas no pueden combinarse con otros, lo cual genera la aparición de radicales libres. Cuando estos se adhieren a los órganos, alteran el correcto funcionamiento de estos y eventualmente causan su deterioro. A pesar de que es posible evitar en cierto grado la proliferación de radicales mediante vitaminas como la E; no es posible detener su aparición debido a que surgen a partir de todos los procesos metabólicos. Cuando ciertos órganos llegan a un nivel considerable de deterioro, dejan de efectuar sus

[18] El alargamiento no definido de la vida apelando al decremento de la velocidad de los procesos metabólicos solamente es posible bajo condiciones muy específicas. Si se intentará alentar dichos procesos en un individuo inmerso en un contexto ordinario, este sería propenso a múltiples riesgos que posiblemente terminarían con su vida antes que con la de sus congéneres en condiciones normales.

respectivas funciones. Si se deterioran órganos con una alta relevancia funcional, es común que el individuo parezca.

La relación entre muerte y sistema inmune se da principalmente por problemas de inmunodeficiencia o de autoinmunidad, los cuales se presentan en su mayoría en personas de edad avanzada. La inmunodeficiencia involucra la incapacidad tanto de reconocer antígenos como de eliminarlos. Dentro de estos casos, los anticuerpos y los receptores de las células T son incapaces de discernir entre los elementos propios al cuerpo y los ajenos a él. En estas situaciones existen dos posibles escenarios. El primero de ellos implica el ingreso de agentes patógenos al cuerpo. Dentro de este contexto, las células de reconocimiento del sistema inmunológico no realizan su respectiva función, lo cual implica que no se inicie la respuesta inmune. Lo anterior tiene como consecuencia la proliferación de virus, bacterias u hongos perniciosos dentro del medio interno. El segundo caso se encuentra más relacionado con la autoinmunidad. Dentro de este segundo escenario, el sistema inmune confunde a las células del cuerpo con antígenos e inicia una respuesta contra éstas. El reconocimiento de células como agentes patógenos no siempre es un error exclusivo de las células de reconocimiento. Existen casos en los cuales “los diversos tejidos se vuelven chapuceros y generan células a las que olvidan ponerles una señal que las identifique como propias” (Cereijido & Blanck-Cerejido, 2011, pág. 62). En ambos casos, las células que conforma los órganos son dañadas por uno u otro motivo, los cual ocasiona que no puedan realizar de manera óptima sus respectivas funciones.

Dentro del ámbito médico existe cierta controversia por los factores a los cuales se le debería dar primacía para determinar la muerte de un sujeto. Por un lado, existen personas que defienden la muerte en función de los procesos cardiorrespiratorios. Bajo esta visión se dictamina que un individuo ha muerto cuando sus ciclos circulatorio y respiratorio se han interrumpido por un periodo considerable. Por otra parte, están aquellos que definen los criterios de la muerte encefálica, la cual atiende al cese irreversible de toda actividad discernible del sistema nervioso central. En ambos casos existe deterioro en órganos que pueden ser considerados como vitales.

Durante muchos años, los médicos apelaron a la definición cardiorrespiratoria para establecer la muerte de sus pacientes. Hasta no hace mucho, diccionarios

de medicina o derecho definían a la muerte como la “interrupción total de la circulación de la sangre y, por consiguiente, un cese de las funciones animales y vitales, como la respiración, el pulso, etc.” (Singer, 1997, pág. 34). Si se tiene en consideración la relación entre el sistema circulatorio con respecto a las funciones del resto de órganos, resulta sencillo aceptar esta definición. Si el flujo sanguíneo se ve interrumpido, no es posible que las células obtengan oxígeno y alimento. Cuando dicho caso se presenta, los órganos no son capaces de realizar sus respectivas funciones y el individuo perece al poco tiempo, con lo cual se inicia el proceso de putrefacción.

Si bien la definición cardiorrespiratoria señala de manera acertada la necesidad del continuo flujo sanguíneo para la subsistencia de células, órganos e individuos, ésa se encuentra sujeta a críticas cuando se toma en consideración los avances tecnológicos en el área de la salud. Durante la década de 1950 se comenzó a implementar el uso de respiradores artificiales dentro de los hospitales. Dicha acción tuvo como consecuencia evitar la muerte de muchas personas que sufrían de problemas relacionados con los pulmones o de manera indirecta con el corazón; las cuales en muchos casos entraban en coma. Si bien es cierto que para algunos pacientes el respirador solamente era necesario durante un corto periodo de recuperación, existían caso en los cuales los individuos “no recobraban la conciencia, sino que permanecían en coma profundo un tiempo considerable antes de producirse el paro cardiorrespiratorio” (Rivera López, 2001, pág. 30). Sumado a ello, durante la siguiente década, las camas de los hospitales comenzaron a atestarse de persona cuya esperanza de recuperación era casi nula.

Ante el problema que se presentó debido al acatamiento de la definición de muerte cardiorrespiratoria, surgió el *Comité Ad Hoc de la Facultad de Medicina de Harvard para Examinar la Definición de Muerte Cerebral.* Entre las labores de dicho comité se encontraba definir los criterios suficientes para establecer la muerte de un individuo apelando a los procesos realizados en el sistema nervioso central. Si bien en su momento se establecieron criterios para definir la muerte cerebral, estos han sufrido cambios con el pasar de los años. Hoy en día una de las definiciones más satisfactorias con respecto al tema es aquella que versa en función del “cese permanente e irreversible de toda capacidad de

conciencia, percepción o sensación” (Rivera López, 2001, pág. 57). La razón de ello es que haciendo uso de dicha definición se puede tomar en cuenta la relación del individuo con el medio externo, la capacidad tener y formular deseos y preferencias, e incluso tomar en cuenta el nexo entre los procesos de los sistemas endócrino y nervioso con respecto al resto del cuerpo.

Tomar en cuenta la presencia de conciencia, percepciones o sensaciones para acotar una definición de muerte resulta útil a la hora de identificar como iguales a un sujeto cognoscente con uno vivo. Lo mismo aplica para diferenciar a los anteriores de sujetos muertos o elementos del ambiente que no son susceptibles de tener el predicado de vivo o de muerto. Si un individuo es capaz de tener sensaciones como las “de dolor o placer, podemos suponer la existencia de un interés por evitar el dolor y […] no evitar el placer” (Rivera López, 2001, pág. 58). A raíz de ello es factible inferir que un sujeto cognoscente tiene cuando menos la posibilidad de cumplir con las características que se han establecido como fundamentales para que una persona sea considerada como un ser vivo. Dicho de otro modo, un individuo capaz de tener sensaciones de dolor o placer debe poder cumplir con las cualidades de: ser un sistema abierto, estar conformado por partes, ser capaz de realizar procesos homeostáticos y tener un *software*. A pesar de ello no todas estas características pueden ser usadas para argumentar en pro de la muerte encefálica.

La cualidad de ser un sistema abierto es una condición necesaria para ser capaz de sentir dolor. En tanto que el dolor es causado por la estimulación térmica o mecánica de las fibras C y A delta, es necesario que el cuerpo pueda relacionarse de alguna manera con los distintos elementos presentes dentro del medio externo. No obstante, dicha cualidad no es útil para intentar formular una definición de muerte. La razón de ello es que un cadáver continúa siendo un sistema de este tipo. Si bien es cierto que un cuerpo sin vida ya no es capaz de realizar acciones como obtener moléculas de ATP de los alimentos, éste si puede seguir efectuando reacciones termodinámicas. Sumado a ello, también es posible afirmar que existen otros sistemas abiertos que no son susceptibles de ser considerados como seres vivos, tal es el caso de los electrodomésticos y los automóviles. A partir de ello, es factible afirmar que si bien es cierto que ser un sistema abierto es condición necesaria para que exista la vida y el dolor, su

presencia o ausencia no es un factor crucial a la hora de abordar el tema de la muerte.

En el caso de la cualidad de separación se puede afirmar que para que un individuo sienta algo como el dolor, éste debe tener un conjunto de fibras nerviosas que se conecten con otras neuronas para así hacer sinapsis y poder generar la idea de dolor en el sistema nervioso central. En caso de que dicha condición no se cumpliera y en lugar de existir una red de neuronas, existiera un cúmulo de materia indivisible, la sensación de dolor no podría suscitarse. Sumado a ello, como ya se estableció previamente, si el cuerpo no se encontrara segmentado no sería posible realizar ningún proceso relacionado con la vida, y por ende tampoco con la percepción. A partir de ello se podría afirmar que la segmentación es una cualidad que se puede tomar en cuenta para postular una definición de muerte. A pesar de ello, dicha característica no tendría mucha relevancia. La razón principal es que cuando se atiende a las causas de muerte, casi ninguna de ellas se encuentra relacionada con la unificación de células, tejidos u órganos.

Por su parte, los procesos homeostáticos posibilitan sensaciones como las del dolor, las cuales se encuentran mayormente relacionadas con el punto de referencia de los procesos de retroalimentación negativa. Dicha cualidad puede ser tomada en consideración para distinguir una persona viva de una muerta. A diferencia de una persona viva, un cadáver no es capaz de realizar ninguno de estos procesos. A pesar de ello, tanto las personas declaradas muertas de manera cardiorrespiratoria como las declaradas por muertas encefálicamente son incapaces de realizar dichos procesos. Si bien la ausencia de homeostasis es en un factor importante a tomar en cuenta dentro de la definición de muerte, no es un factor que se encuentre de manera exclusiva en alguna de las dos definiciones.

El caso del *software* brinda mejores argumentos en favor de la muerte encefálica. La razón de ello es que mediante éste se conectan y coordinan los procesos que hacen posible conjuntar tanto las ideas y los deseos como los estímulos y las acciones realizadas por el cuerpo. Si se prescindiera de los primeros, no sería posible afirmar que existe una persona; a lo sumo se podría decir que existe un autómata que cumple determinadas secuencias de acciones. Es necesario

recalcar que, sin la presencia de ideas y deseos, es muy complicado afirmar que exista una persona a la cual se le pueda considerar como viva. Dentro del ámbito médico, en el mejor de los casos se podría aseverar que existe una serie de órganos realizando funciones de manera simultánea. Tal es el caso de las personas en coma cuya esperanza de recuperación es prácticamente nula. Sin la presencia de actividad del sistema nervioso, los órganos no son capaces de subsistir largos periodos. En el caso opuesto, si un individuo no fuera capaz de captar estímulos ni realizar acciones, el cuerpo se convertiría en un sistema cerrado. La ausencia de dicha cualidad se vincula con la ausencia de vida. Los criterios de la muerte encefálica apelan en gran medida a la pérdida del software que conecta ambas partes. En todos los casos donde existe dicha desconexión, el individuo perece.

Aun teniendo todo lo anterior en cuenta es necesario recalcar que ninguna definición de muerte puede ser tomada como verdadera o falsa, más bien deben ser consideradas como más o menos adecuadas al contexto en el cual son utilizadas. Si bien, la definición de muerte encefálica reporta una mayor cantidad de beneficios tanto a nivel clínico como en lo referente a algunas cuestiones éticas, no es posible ignorar que ésta se encuentra sujeta a críticas y revisiones. De igual manera tampoco se puede pasar por alto que dichas revisiones han tenido como consecuencia cierto esclarecimiento en lo que respecta a la diferencia entre vida y funcionamiento coordinado de órganos; siendo el caso del *software* la cualidad más representativa para diferenciar uno del otro.

Conclusiones

A lo largo de las páginas anteriores se han expuesto que son la salud, la enfermedad, los procesos mediante los cuales es posible perder y recuperar la salud, e incluso los criterios que se toman en cuenta para determinar la muerte de un individuo. En lo que respecta al concepto de salud se ha notado que éste no es tan simple como podría pensarse en un primer momento. La principal razón de ello es que se encuentra conformado por múltiples aspectos. Si bien es cierto que para definir de manera clara qué significa que un individuo se encuentre sano es necesario tener en cuenta diversos conceptos fisiológicos, estos no han sido suficientes, se ha tenido que atender también a las relaciones funcionales que los órganos guardan con el resto de componentes del cuerpo.

Al hablar de salud física no ha sido posible pasar por alto la relevancia de los procesos realizados por los sistemas digestivo e inmunitario. La importancia del primero radica en la necesidad de conseguir energía para las células por medio de moléculas de ATP. En el caso del segundo, su relevancia radica en la protección contra agentes potencialmente dañinos. Si se careciera de los órganos del sistema digestivo no sería posible obtener los nutrientes necesarios para que las células de todos los sistemas pudieran realizar sus respectivas funciones. Por su parte, la ausencia del sistema inmunológico daría paso a que el cuerpo se convirtiera en el blanco perfecto para todo tipo de antígenos. En ambos casos, el cuerpo perecería.

Una de las conclusiones más relevantes del estudio realizado en este capítulo es la de que no es posible mantener un estado de bienestar en todo momento debido a que el cuerpo es constantemente atacado por múltiples agentes patógenos. Cuando el estado de bienestar físico se ve afectado, es común acudir ante un especialista de la salud; el cual emitirá un diagnóstico a partir de un cuadro clínico conformado por un conjunto de signos y síntomas. A pesar de que los métodos de análisis de información no son perfectos, su uso combinado permite emitir diagnósticos certeros en la mayoría de los casos. Ello se debe en parte a la continua observación de los signos y síntomas que presentan los pacientes, mediante la cual es posible realizar correcciones en el diagnóstico de ser necesario. Lo anterior deja de manifiesto la importancia del conocimiento minucioso de los procesos ejecutados por cada uno de los sistemas que conforman al cuerpo. Si no se prestara atención a éstos, sería extremadamente difícil formular un diagnóstico acertado, e incluso sería aún más complicado proponer una terapia adecuada ante cualquier tipo de enfermedad.

Sin importar el padecimiento del paciente, no se puede pasar por alto que cualquier tratamiento debe, de igual manera, estar sujeto a los procesos fisiológicos del individuo. Los métodos para conservar o recuperar la salud pueden ser cuando menos disímiles. Los más relevantes son el consumo de fármacos, las intervenciones quirúrgicas y el uso de vacunas. Los primeros dos tienen miras a la recuperación del estado de bienestar, mientras que el último tiene como objetivo su conservación. Como punto en común, los tres métodos

simplemente aceleran, retrasan, complementan o ralentizan funciones que ya realiza el organismo; ninguno de ellos efectúa funciones nuevas.

Cuando el estado de salud deja de ser óptimo por un periodo considerable es común que el individuo fallezca. Las causas de muerte son bastante diversas las unas de las otras, pero como punto de convergencia, muchas de ellas se relacionan con la disfuncionalidad de los procesos metabólicos y las acciones realizadas por las células del sistema inmune. Si bien, al igual que en el caso de la vida, no es posible enunciar un grupo de condiciones suficientes para determinar la muerte de un individuo, si es posible señalar un grupo de condiciones necesarias. Dichas condiciones son que solamente aquellos individuos vivos son propensos de morir, que la muerte es irreversible y que es necesario ubicar a ésta en un momento determinado.

A pesar de las características anteriores, dentro del ámbito clínico existe controversia en la determinación de los factores a tomar en cuenta para poder considerar a una persona como muerta. Las posturas más fuertes al respecto son la definición de muerte cardiorrespiratoria y la encefálica. Hoy día prima más la segunda. Ambas definiciones pueden ser contrastadas con las condiciones necesarias para el surgimiento de la vida. Al realizar dicho contraste es posible notar que algunas características útiles al definir la vida, resultan poco relevantes cuando se quiere abordar el término de muerte.

3. Implicaciones y repercusiones de una visión funcionalista

A pesar de las cuantiosas investigaciones y del lugar privilegiado que hoy en día tiene la preservación de la salud; resulta vital admitir que, si bien la medicina ha realizado avances notables en la mitigación de muchas enfermedades, tal ciencia se encuentra muy lejos de ser perfecta. Prueba de lo anterior es la existencia de enfermedades incurables, la evolución de virus y bacterias causantes de diversos padecimientos, e incluso que la efectividad de diversos tratamientos solamente sea parcial.

Al tomar en cuenta las limitantes de la ciencia médica tradicional, resulta más sencillo poner su fiabilidad en tela de juicio. A raíz de ello, se han originado diversas críticas al canon médico. Algunas han resultado sumamente valiosas y han contribuido a mejorar aspectos como la relación entre médico y paciente o a descartar terapias poco ortodoxas. No obstante, no todas las críticas han devenido en resultados favorables para aquellos que padecen alguna enfermedad, ni para la población en general. En muchos casos, la crítica a las ciencias de la salud ha tenido como consecuencias el origen de terapias no científicas e incluso la supresión de tratamientos que han probado su efectividad de manera empírica. Las consecuencias de aceptar prácticas cuya efectividad no ha sido comprobada de manera científica pueden ir desde que algunos individuos se contagien de alguna enfermedad en particular hasta el resurgimiento de enfermedades que se creían erradicadas.

Atendiendo al problema que representa la existencia de prácticas no científicas dentro del sector salud, a lo largo de estas últimas páginas se buscará exponer los riesgos y perjuicios implicados, tanto en la aceptación de procedimientos no comprobados de manera científica como en la supresión de tratamientos fiables. Para realizar dicha tarea se tomará a la homeopatía como caso representativo de una práctica sin respaldo científico, y al movimiento antivacunas como la supresión de un tratamiento comprobado. Una de las razones por las cuales la medicina convencional puede ser considerada como más fiable es que, tanto a nivel metodológico como a nivel práctico, se encuentra en continua revisión y corrección. Dicha cualidad le permite no solamente percatarse de sus errores, sino que también le brinda la posibilidad de actualizarse y aceptar nuevos cúmulos de conocimientos. A partir de tal condición incluso es posible aceptar

que si bien los médicos, cuando son pensados como individuos, pueden cometer errores de manera accidental o deliberada, en la mayoría de los casos es posible hacer correcciones atendiendo al canon establecido.

Para realizar un análisis exhaustivo de la homeopatía es sumamente relevante comprender el contexto en el cual surgió y cuáles son los principios bajo los que sus practicantes ejercen sus respectivas labores. A raíz de ello se podrá notar no solamente como esta práctica se contrapone a muchos de los preceptos fundamentales de la medicina tradicional, sino que también será notoria su contraposición con algunos elementos involucrados en el correcto funcionamiento de órganos y sistemas en condiciones normales. De igual manera se buscará explicar como en algunos casos este tipo de tratamientos pueden resultar perjudiciales.

En el caso del movimiento antivacunas se buscará tanto analizar algunos de los argumentos que sus partidarios utilizan como comprender las consecuencias de la ausencia de inmunizaciones. Para realizar dicha tarea será vital hacer una revisión minuciosa del trabajo de Andrew Wakefield[19], uno de los más grandes exponentes de esta ideología. A raíz de dicho análisis se podrá notar la forma en la cual la alteración de la información y la realización de estudios de manera negligente tienen repercusiones en los ámbitos de la investigación y de la praxis médica.

La relevancia del análisis de este tipo de prácticas radica tanto en los derechos de los cuales deben gozar los pacientes cuando acuden con especialistas de la salud como el derecho de la preservación del bienestar físico que debe tener la población en general. La implementación de terapias no comprobadas y la supresión de tratamientos que presentan resultados favorables tiene como consecuencia la supresión de derechos tanto a nivel individual como a en el marco de lo colectivo. Uno de los derechos más transgredidos ante este tipo de acciones es el derecho de saber la verdad por parte del paciente, así como las implicaciones que tiene éste.

[19] Ex médico británico y actual activista antivacunas. Perdió su licencia como médico después de que se descubriera que su artículo *Ileal-lymphoid-nodular hyperplasia, non-specific colitis, and pervasive developmental disorder in children* publicado en la revista médica *The Lancet* era fraudulento.

3.1. Desviaciones de la medicina ortodoxa

No es un secreto para nadie que la medicina contemporánea tiene diversas limitaciones. Ni las medidas preventivas ni los tratamientos que buscar restablecer un estado de salud óptimo son totalmente infalibles. En el primer rubro se pueden mencionar casos en los cuales la presencia de una vacuna no ha garantizado una inmunización ante posteriores ataques de antígenos. Por su parte, en lo que respecta a los procesos para la recuperación de la salud se pueden realizar diversos señalamientos al respecto. Algunos de éstos pueden referir a la eficacia de los medicamentos, a la forma en como es realizada una intervención quirúrgica, al procedimiento en el cual se realiza un diagnóstico, e incluso se puede hacer referencia a la existencia de padecimientos que no pueden ser completamente tratables.

Teniendo en cuenta las limitaciones presentes en la ciencia médica, a lo largo de la historia han surgido una innumerable cantidad de prácticas no ortodoxas, las cuales habitualmente se han denominado como *alternativas*. Dichas prácticas afirman que su objetivo es brindar una solución a los problemas de salud de la población cuando los recursos de los cuales disponen los médicos convencionales son insuficientes. No obstante, la mayoría[20] de este tipo de tratamientos no están construidos por conocimiento comprobable, sino que más bien se basan en "biografías trucadas, pretensiones exageradas, testimonios sospechosos, sofismas y otros elementos que ofuscan la razón" (Sandoz, 2010, pág. 14).

Las posturas de las personas que les otorgan validez a este tipo de tratamientos son cuando menos disímiles. Algunos de ellos sostienen puntos de vista moderados y afirman que las terapias alternativas fungen como complementos a la medicina convencional, mientras que otros optan por posturas más radicales y niegan la validez de la información utilizada por los médicos. Bajo un punto de vista moderado se podría afirmar que para tratar cualquier padecimiento "se requiere combinar en una medicina integral la medicina convencional, la

[20] Si bien es cierto que la mayoría de estas prácticas carecen de rigurosidad científica, es necesario señalar que algunas terapias que originalmente eran consideradas como alternativas, en momentos posteriores fueron aceptadas por el canon de la medicina. Su aceptación fue realizada después de la comprobación de su efectividad. Ejemplo de esto último son elementos presentes dentro de la fitoterapia, también conocida como medicina basada en plantas.

medicina complementaria y los cambios en el estilo de vida" (Kerckhoff, 2015, pág. 47). Por otra parte, un punto de vista radical no podría conciliar el uso de fármacos y la realización de procedimientos quirúrgicos con prácticas como la homeopatía, debido a que consideraría que las primeras dos son más perjudiciales que benéficas.

Para fundamentar su marco teórico, las terapias alternativas suelen apelar a información proveniente de la bibliografía presente en la biología o en el corpus médico ortodoxo. No obstante, dichos datos se encuentran sesgados o alterados en la mayoría de las ocasiones. Cuando se analizan minuciosamente este tipo de tratamientos es posible percatarse de la forma en la cual se suele tergiversar o descontextualizar la información. Un ejemplo de ello es exagerar las propiedades de la vitamina E y afirmar que si un individuo consume un alimento que la contenga, su esperanza de vida aumentará de manera considerable, debido a la capacidad de la vitamina de E de eliminar radicales libres. Cuando los datos han sido modificados es más sencillo vincular la cura de enfermedades como el cáncer con tratamientos que van "desde un simple régimen rico en vitaminas hasta aparatejos electromagnéticos más complicados" (Sandoz, 2010). De igual manera este tipo de acciones generan, en algunos individuos, la idea errónea de que los tratamientos alternativos puede sustituir a sus contrapartes convencionales.

3.1.1 Homeopatía ¿Cura o peligro?

La homeopatía es una práctica surgida en el siglo XVIII, cuyo fundador fue Samuel Hahnemann *Cfr.* (Sandoz, 2010). Durante su juventud, Hahnemann se desempeñó como médico, pero se alejó de dicho campo al considerar poco ortodoxas e ineficaces las prácticas de su época. Al tener en consideración algunos de los procedimientos de aquellos tiempos, no resulta difícil comprender las razones por las cuales el padre de la homeopatía se distanció de la medicina convencional. Las sangrías, los tratamientos con vómito, la ingesta de mercurio y otro tipo de acciones realizadas por los aquello entonces profesionales de la salud comúnmente empeoraban el estado de los pacientes y en muchas ocasiones causaban no solamente la muerte de los mismo, sino que también la del médico en turno.

Hahnemann criticaba la teoría de los opuestos derivada de la tradición de Hipócrates y Galeno. Dicha teoría versaba en palabras simples que, para curar una afección del cuerpo, era necesario suministrar una sustancia que causara un estado opuesto. Bajo esta óptica, si una persona tiene fiebre, es recomendable aplicarle algo que haga disminuir su temperatura. Tal procedimiento hoy en día, si bien no es el mejor a seguir, es una medida que puede ser aceptable. No obstante, dicha postura también da pie a otro tipo de acciones como la realización de sangrías. Estas últimas eran efectuadas "por flebotomía, con la idea de eliminar el humor excesivo responsable de la *discrasia* o desequilibro" (Pérez Tamayo, 2003, pág. 66). Debido a ello, los médicos procedían a drenar la sangre del enfermo. En la mayoría de los casos tal situación deterioraba la salud del individuo.

La mayoría de los medicamentos homeopáticos se rigen por dos principios fundamentales, el *similia similiis,* o principio de lo semejante con lo semejante, y el principio de dilucidaciones sucesivas. El similia similiis se sostiene en la idea de que las enfermedades pueden ser curadas con elementos similares a los que las causan. Bajo esta visión, el médico homeópata busca curar una enfermedad mediante la selección de "un medicamento que sea capaz de provocar un padecimiento similar al que debe curar" (Kerckhoff, 2015, pág. 138). Dentro de este contexto se puede afirmar que, si un elemento puede causar una enfermedad determinada en un sujeto sano, una segunda dosis de la misma sustancia será capaz de curar la enfermedad que haya adquirido dicho individuo.

Dentro de este punto es sumamente relevante comprender la distinción entre vacunas y medicamentos homeopáticos. Si bien en un primer momento se podría creer que son similares debido a que en ambos casos se introducen antígenos al organismo, tal razonamiento es equívoco. En primera instancia se debe señalar que las vacunas son medidas preventivas, mientras que los medicamentos homeopáticos son considerados como tratamientos. Dicho en otras palabras, mediante la vacunación se intenta evitar enfermedades, mientras que con la homeopatía se busca tratarlas. El segundo punto a tomar en cuenta es la forma en la cual son sintetizados. Las vacunas son elaboradas a partir de virus o bacterias que están muertos o que ha sido sintetizados en un laboratorio

(véase 2.2.3), mientras que la base de los medicamentos homeopáticos son directamente las sustancias que producen algún tipo de malestar.

En lo referente a la forma de actuar, la función de las vacunas es estimular los mecanismos presentes dentro la respuesta inmune. Una vez que los antígenos han ingresado al organismo, los anticuerpos los detectas y tanto las células B como T realizan los procesos de reconocimiento, ataque y retención de memoria (véase 1.2.4). Por su parte, la homeopatía atiende a la teoría de lo similar enunciada por Hanneman. Dentro de esta visión se pasa por alto la estimulación del sistema inmune, y en su lugar se les concede más relevancia a los aspectos subjetivos de la enfermedad y a sus posibles causas; para así poder asignar un tratamiento.

La mayor parte de la homeopatía tiene presente que una segunda dosis de algún elemento capaz de causar un malestar, puede no resultar benéfica para el individuo. Debido a ello existe el principio de dilucidaciones sucesivas, el cual puede entenderse como la disolución progresiva y sistemática en algún solvente de la sustancia que causa la enfermedad. Dentro de este proceso se “mezcla una unidad de la sustancia por administrar en 99 unidades de alcohol o de un solvente neutro” (Sandoz, 2010, pág. 74). Una vez que se tiene la disolución, se toma una unidad de ésta y se diluye nuevamente en otras noventa y nueve unidades de solvente. El proceso de disolución se repite cuantas veces el médico homeópata crea necesario, llegando al punto en el cual pueden existir soluciones en las cuales exista una unidad, o incluso menos, de la sustancia original disuelta en un millón de unidades de solvente. Dentro de la homeopatía se cree que entre más se diluye un medicamente, más eficaz será *Cfr.* (Sandoz, 2010).

En lo que refiere a la práctica, su proceso se cataloga como fenomenológico. Para determinar el estado de salud del paciente, el “homeópata observa, pregunta y determina la totalidad de los síntomas como “síntomas guía”. Luego busca el medicamento apropiado” (Kerckhoff, 2015, pág. 140). Durante este tipo de prácticas los signos se ven desplazados y se busca, en mayor medida, palear la sintomatología del enfermo. Dicho en otras palabras, los tratamientos homeopáticos tienen como objetivo principal mitigar dolencias subjetivas como el dolor de cabeza o las náuseas. A lo largo del proceso resulta vital la continua comunicación entre médico y paciente para que éste pueda evaluar y, de ser

necesario, reformular la terapia. Cabe resaltar que el éxito de este tipo de tratamientos se encuentra mayormente vinculado con las sensaciones subjetivas y no con los signos medibles mediante instrumentos médicos.

A lo largo de la historia, los tratamientos homeopáticos han tenido momentos tanto de mayor notoriedad como de menor. No es posible ignorar la existencia de algunos hechos que aumentaron la popularidad de este tipo de tratamientos y que al mismo tiempo causaron que los médicos convencionales realizaran revisiones al canon establecido. Ejemplo de ello es la pandemia de cólera asiática de 1832 en la cual los practicantes de la medicina ortodoxa tuvieron que tomar conciencia de la ineficacia de muchos de sus tratamientos, debido a que "las purgas y las sangrías que deshidrataban a los enfermos ya debilitados, acentuaban los efectos mórbidos de la infección" (Sandoz, 2010, pág. 75).

A pesar de su variante aceptación, los tratamientos homeopáticos se han enfrentado a diversos problemas; de los cuales, algunos persisten hasta el día de hoy. Dichas dificultadas remiten principalmente al uso de sus medicamentos y a la forma en como son sintetizados. Si bien todos ellos siguen el principio similia similiis, no todos acatan en la misma medida el principio de dilucidaciones sucesivas. Ello ha tenido como consecuencia que existan medicamentos más diluidos que otros. No obstante, el grado de dilución no es el problema principal, debido a que en ambos casos se presentan dificultades en el proceso de recuperación del afectado.

En el caso de los medicamentos no diluidos existen dos problemas principales: el agravamiento de las enfermedades a pesar de la correcta administración del fármaco y la aparición de nuevos malestares. Cuando el elemento causante de una enfermedad no es diluido y es administrado continuamente a una persona, no resulta descabellado pensar que su estado de salud no mejorará. El motivo de ello radica en que continuamente se introduce uno o varios antígenos en el organismo. En dichas ocasiones, el sistema inmune debe generar una respuesta más prolongada. Entre más tiempo tarden los anticuerpos y los glóbulos blancos en eliminar a los agentes patógenos, las probabilidades de que estos últimos causen daño al organismo aumentan. El riesgo se eleva aún más si se tiene en consideración que la continua ingesta de medicamento homeopático no diluido facilita el ingreso constante de antígenos al organismo.

En lo que respecta a la aparición de enfermedades secundarias, resulta útil tener en consideración que los medicamentos homeopáticos están formados principalmente por elementos que pueden causar un malestar y no por ingredientes activos específicos. Teniendo en cuenta tal consideración es más sencillo comprender la razón por la cual este tipo de fármacos pueden dar cabida a la aparición de nuevas enfermedades o malestares. Si bien un elemento como la belladona puede causar reacciones alérgicas como dificultad para respirar o hinchazón en zonas como cara, labios, lengua o garganta, éstos no son sus únicos efectos. Como consecuencias secundarias de su uso también se encuentran diarrea, taquicardia, fiebre, convulsiones, cambios drásticos de humor, entre otros. Sumado a lo anterior, la belladona puede llegar a ser tóxica. Partiendo de ello es posible determinar que algunos elementos del medio exterior son capaces de generar más de una enfermedad. Si dichos elementos no son sintetizados correctamente y son suministrados en forma de fármacos, no resulta sorprendente que el consumo de tales medicamentos sea asociado a la aparición de nuevas enfermedades.

Los efectos secundarios de la ingesta de medicamentos homeopáticos no diluidos basados en algo como la belladona pueden tener como consecuencia la aparición de enfermedades que pueden ser diagnosticadas, aunque de diferente manera, tanto por la medicina tradicional como por la medicina homeopática[21]. En el caso de la medicina tradicional se prestaría atención al cuadro clínico compuesto por signos y síntomas. Por su parte, la homeopatía daría mayor primacía a los nuevos síntomas guía. No obstante, los resultados que pueden ser obtenidos por continuar con la segunda línea de tratamientos son más riesgosos que optar por procedimientos de la primera. Las principales razones de ello son los posibles nuevos efectos secundarios que surgirían a partir de las adecuaciones del tratamiento homeopático, y la existencia de enfermedades carentes de síntomas. Si una enfermedad tiene signos, pero carece de

[21] Los medicamentos convencionales también pueden tener efectos adversos. No obstante, para que un medicamento compuesto por sustancias activas y excipientes sea comercializado, los posibles efectos secundarios de este no deben ser muy severos. Sumado a ello, cuando un médico convencional realiza un diagnóstico y asigna un tratamiento, debe asegurarse de que el paciente no sea alérgico a ninguno de los fármacos que le serán asignados.

sintomatología, será difícil que esta pueda ser diagnosticada y tratada de manera homeopática.

Por su parte, los medicamentos diluidos en diversas ocasiones no presentan consecuencias severas en lo que respecta al tema de la aparición de nuevos malestares, sino que su problema principal radica en su dudosa efectividad. Existen dos grandes inconvenientes derivados del uso de fármacos homeopáticos que han sido sometidos de manera exhaustiva al principio de dilucidaciones sucesivas. El primero de ellos versa que la efectividad de la terapia se encuentra mayormente ligada al paciente y no al medicamento. Ello tiene como consecuencia que los efectos de este último puedan variar de manera radical entre un individuo y otro[22].El segundo de ellos refiere a que los elementos que conforman al medicamento no son tan relevantes, como si lo es la experiencia subjetiva del paciente. En ambos casos, parece ser que la responsabilidad recae más en el enfermo que en la efectividad del tratamiento o en la labor del médico.

Dentro del primer punto, la tradición homeopática afirma que el éxito de la terapia se encuentra mayormente supeditado a las habilidades de regulación del organismo. Debido a que las condiciones en las cuales se encuentra el cuerpo de cada persona son distintas, pueden existir casos en los cuales “a pesar de que los medicamentos homeopáticos hayan sido seleccionados correctamente, no ocurra ninguna reacción” (Kerckhoff, 2015, pág. 139). Si bien, en algunas ocasiones se podría apelar a que tal o cual condición del organismo afecta la forma en cómo se asimila algún medicamento, no es posible considerar tal anomalía como una constante. De ser ese el caso, los elementos que conforman a los medicamentos no tendrían relevancia alguna. Bajo dicho escenario se tendría que poner al mismo nivel la efectividad de la medicina convencional, de la homeopatía e incluso de elementos que nadie consideraría como medicamentos. Sumado a ello, si se apela a que cada caso es totalmente disímil

[22] Si bien es cierto que los efectos de diversos fármacos utilizados en la medicina convencional pueden generar reacciones disímiles dependiendo del individuo, dichas reacciones no suelen variar mucho. En el caso de la homeopatía, el mismo medicamento puede generar reacciones totalmente opuestas en dos individuos. Es posible que existan dos personas con un cuadro clínico muy similar que estén sometidas al mismo tratamiento homeopático; y que una de ellas presente mejorías, mientras que la otra agrave su estado de salud.

a los demás, no existirían parámetros para poder realizar un diagnóstico ni para prescribir un tratamiento. Ello tendría como consecuencia que se tratara de manera similar cualquier enfermedad sin importar su causa o su gravedad. Lo anterior resulta conflictivo tanto para la medicina convencional como para la homeopatía. En el caso de la medicina convencional, el cuadro clínico se volvería irrelevante y no se podría asignar un tratamiento. Por su parte, cuando la causa de la enfermedad resulta irrelevante, los elementos con los cuales se sintetizan los medicamentos homeopáticos también tienen el mismo estatus.

El mayor problema en lo que respecta al segundo punto es la amplia relevancia que tiene el aspecto fenomenológico. Si bien es cierto que para elaborar un buen diagnóstico es necesario conocer la sintomatología del paciente, no es posible, ni recomendable, formular un diagnóstico o recetar un tratamiento basándose únicamente en experiencias subjetivas. Durante la labor médica se tiene que considerar la existencia de enfermedades con sintomatología similar. Un caso representativo de ello es la influenza y el resfriado. En ambos casos se pueden presentar síntomas como dolor de cabeza y garganta, escurrimiento nasal y tos. Para la medicina homeopática, ambas enfermedades serian la misma y se daría el mismo tratamiento en ambos casos. Tal acción no es correcta debido a que cada enfermedad es causada por un antígeno diferente, y por ende deben ser tratadas de manera distinta.

Sumado a lo anterior, el método fenomenológico no es capaz de dar cuenta de las enfermedades asintomáticas. Bajo el paradigma homeopático, una persona que se encuentra en las primeras etapas de una enfermedad como la hipertensión arterial, no se encontraría enferma. La razón de ello es que, a pesar de tener signos medibles, no presenta dolencias subjetivas que puedan ser interpretadas como síntomas guía. Un homeópata catalogaría al sujeto como enfermo hasta que el padecimiento se encontrara en una etapa avanzada y diera lugar a dolencias subjetivas. Una vez que se haya llegado a dicho punto sería más difícil tratar la enfermedad.

Cuando se tienen en cuenta tanto los problemas que pueden presentarse por el consumo de medicamentos homeopáticos como la ineficiencia de los mismos, no es inverosímil preguntarse tanto las razones por las cuales un individuo optaría por este tipo de tratamientos como por los casos que son utilizados para

justificar su uso. La respuesta a dichas incógnitas no se encuentra vinculada de manera directa a la práctica del médico homeópata, sino más bien al efecto placebo y al contexto de tratamiento.

En términos simples un placebo se puede comprender como cualquier tipo de tratamiento que sea física y farmacológicamente inerte. Dicho de otro modo, este tipo de tratamientos carecen de sustancia activa y su uso no conlleva repercusiones físicas directas para el organismo. No son utilizados directamente para tratar enfermedades, sino que su uso se acota a mitigar sensaciones como el dolor o la angustia, las cuales se encuentran más relacionados con estados cerebrales complejos que con afecciones físicas. Dichos efectos se consiguen gracias al contexto en el cual es suministrado. Durante el tratamiento con placebos, el paciente recibe sugestiones que pueden ir desde la verbales hasta las físicas. Las sugestiones forman el contexto de tratamiento, el cual es "interpretado activamente por el cerebro y puede provocar expectativas, memorias y emociones, los cuales a su vez pueden influir en los resultados relacionados con la salud del cuerpo y el cerebro"[23] (Wagen & Atlas, 2015, pág. 403). La combinación entre expectativas positivas y el uso de placebo, en un gran número de ocasiones, conlleva el alivio de malestares subjetivos como el dolor o las náuseas[24].

Las repercusiones causadas a raíz del contexto de tratamiento son posibles gracias a la capacidad del ser humano de interpretar sus circunstancias, y adaptar sus respuestas en función de ellas. En el caso de entornos clínicos, estos "integran diversos elementos psicológicos, incluido el aprendizaje asociativo entre señales, […] conceptos basados en sugestiones verbales que inducen expectativas sobre los resultados del tratamiento, e interacciones sociales"[25] (Wagen & Atlas, 2015, pág. 404). Éstos y otros elementos generan expectativas positivas en el paciente y contribuyen a que genere la idea de que

[23] Traducido del inglés. La traducción aquí presente es de autoría propia. El texto original en ésta y posteriores citas se colocará a pie de página.
Del original: "actively interpreted by the brain and can elicit expectations, memories and emotions, which in turn can influence health-related outcomes in the brain and body"
[24] Algunos profesionales de la salud incluso señalan que el contexto de tratamiento también es un factor a considerar en la eficacia de los medicamentos que sí tienen principio activo.
[25] Del original: "integrate diverse psychological elements, including learned associations between cues, […] conceptual knowledge based on verbal suggestions that induce expectations about treatment outcomes, and social interactions"

el medicamento que está consumiendo tiene los elementos necesarios para aliviar su malestar.

A lo largo de la historia han existido ocasiones en las cuales se han sustituido medicamentos que poseen alguna sustancia activa por placebos. A raíz de ello se originaron casos en los cuales, los efectos de estos últimos llegaban a "ser tanto o más prolongados que los efectos de tratamientos farmacológicos aceptados"[26] (Wagen & Atlas, 2015, pág. 404). Ello ha dejado de manifiesto la relevancia del contexto de tratamiento durante el proceso de recuperación de los pacientes. A pesar de ello, hoy en día no es recomendable sustituir un medicamento cuya sustancia activa genera un efecto físico específico por un placebo cuya finalidad es mitigar alguna sensación vinculada a un estado cerebral.

Dentro de un contexto clínico se puede considerar que la naturaleza de los medicamentos homeopáticos diluidos es la misma que la de los placebos. La razón de ello radica en que ninguno de los dos está compuesto en ningún grado por algún ingrediente activo. En el caso de los medicamentos homeopáticos, los ingredientes utilizados para su preparación se encuentran tan diluidos que su ingesta se vuelve inocua. Por su parte, los placebos directamente no tienen ningún elemento análogo a un ingrediente activo. Se podría afirmar que, en ambos casos, los medicamentos están compuestos únicamente por aditivos que hacen fácil su ingesta.

Si se concibe de manera análoga a los placebos y a los medicamentos homeopáticos diluidos, se puede afirmar que la razón por la cual llegan a funcionar estos últimos es la misma por la cual funcionan los primeros. En este escenario sería por el contexto de tratamiento. En ambos casos el paciente es sugestionado mediante elementos similares. En el campo de lo verbal se afirma que el tratamiento será efectivo y que éste ha sido seleccionado en función de la enfermedad que el individuo padece. Sumado a ello, a lo largo del tratamiento se crea una narrativa en la cual se encuentran elementos como la figura del especialista de la salud y del fármaco. La unión de todos estos elementos crea

[26] Del original: "be as large as the effects of accepted drug treatments or larger"

en ambos casos expectativas positivas que servirán para mejorar el estado de salud de la persona.

Cuando se tienen en cuenta las similitudes entre los placebos y los medicamentos recetados por homeópatas, es más sencillo comprender las limitaciones de estos últimos y la razón por la cual se le da un mayor peso al aspecto fenomenológico. Debido a la ausencia de ingredientes activos, es sumamente complicado que los medicamentos homeopáticos repercutan de manera directa en los signos que presenta el enfermo. Este tipo de tratamientos difícilmente podrá representar una diferencia cuando se intente tratar una arritmia cardiaca o subsanar el déficit de alguna vitamina. Al igual que en el caso de los placebos, el éxito de la homeopatía depende de manera directa del contexto de tratamiento y de la susceptibilidad del paciente a ser sugestionado. Del mismo modo que no es práctico sustituir medicamentos con principio activo por placebos, tampoco lo es sustituirlos por homeopatía. Si bien, es necesario admitir que en algunas ocasiones tanto la homeopatía como los placebos han mostrado resultados favorables, no es posible pasar por alto el hecho de que las sustancias activas de los medicamentos son seleccionadas para atender malestares específicos. Si dichos malestares no son tratados con las sustancias adecuadas, es poco probable que un enfermo recupere su estado de bienestar.

3.1.2. Movimiento antivacunas y epidemias

El movimiento antivacunas puede definirse como un conglomerado de colectivos que rechazan los procesos de inmunización en los cuales se introducen antígenos sintetizados en el laboratorio al organismo *Cfr*. (Zúñiga Carrasco & Caro Lozano, 2018). Algunos de los grupos más grandes de este movimiento se encuentran en Estados Unidos y en Australia. A pesar de ello, éste no es un fenómeno que se acote de manera geográfica, sino que se extiende en todo el mundo. Los motivos que dichas personas tienen para oponerse al uso de vacunas pueden llegar a ser bastante disímiles[27]. Ciertos grupos señalan que la

[27] Los argumentos aquí mencionados no son los únicos utilizados por los partidarios del movimiento antivacunas. Existen grupos que apelan a cuestiones como el maltrato animal realizado por las farmacéuticas en el desarrollo de éstas; o incluso algunos conglomerados referencian argumentos menos ortodoxos como diversas teorías conspirativas. Intentar abordar todas las posturas planteadas es una tarea que sobrepasa los objetivos de la presente investigación. Debido a ello solamente se tratarán algunos planteamientos relacionados con el ámbito sanitario.

obligatoriedad de la vacunación representa una violación a sus derechos; más específicamente, una violación a su libertad de elección. Otros tantos apelan a que los brotes de ciertas enfermedades han disminuido de manera considerable, y que por ende no es necesario inmunizarse ante ellas. Algunos más afirman que los efectos secundarios que las vacunas pueden tener son más riesgosos que las enfermedades que buscan prevenir.

Existen muchas razones por las cuales una persona podría adoptar la postura antivacunas. Dos de las más relevantes son la eficiencia de las vacunas y la exposición a información sesgada o acientífica. A pesar de que en un primer momento parezca anti intuitivo, la considerable eficacia que han tenido las vacunas en los últimos años ha desembocado en que algunas personas crean que pueden prescindir de ellas. El porqué de dicha óptica radica en el decremento del miedo a las enfermedades. Las sociedades que se encuentran inmunizadas presentan pocos o nulos brotes de ciertos padecimientos. A pesar de ello, sí presentan los efectos secundarios causados por la inmunización. Tal situación hace que "algunos grupos o personas se cuestionen si se debe seguir vacunando y si es aceptable asumir los posibles efectos secundarios de las mismas […], o incluso si estos riesgos son personal y socialmente inaceptables" (Gómez Marco & Zamanillo Rojo, 2003, pág. 2).

Cuando se introduce una vacuna es normal que su aceptación y cobertura vaya en aumento debido a que su presencia se relaciona con la disminución de personas que padecen una enfermedad en específico. Dentro de dicho periodo, las reacciones adversas causadas por la respuesta del sistema inmunológico generalmente pasan inadvertidas. Entre mayor sea la inmunización, la percepción de las enfermedades irá en decremento, pero la de la respuesta inmune posterior a la vacunación será más notoria. Dicha situación puede generar a largo plazo la percepción sesgada de que las vacunas generan únicamente los malestares originados a raíz de la respuesta de las células B y T.

Los partidarios de este movimiento generalmente respaldan sus argumentos mediante información que presenta sesgos, que no está contrastada e incluso que científicamente ha sido rechazada. Uno de los casos más representativos es el del exmédico Andrew Wakefield. A finales de la década de los 90´s

Wakefield publicó un estudio que relacionaba el autismo con la aplicación de la vacuna MMR[28], la cual actúa contra sarampión, paperas y rubeola. El estudio de Andrew fue descartado debido a que “se descubrió que las evidencias que había usado eran fraudulentas y que además había cobrado dinero de abogados que litigaban casos ligados a las vacunas” (Nogués, 2019). A pesar de que dicho estudio no es aceptado por la comunidad médica, sigue siendo un referente habitual para las personas que niegan los beneficios de la vacunación.

El estudio que relaciona la vacuna MMR con el autismo presenta distintos problemas. La mayoría de ellos son metodológicos. El primero radica en el número de casos utilizados por Wakefield, y la forma en la cual fueron tratados. Para realizar una investigación clínica de este tipo es necesario cotejar datos obtenidos a partir de una muestra representativa del sector de la población sobre el cual se busca aplicar los resultados finales. Para determinar el tamaño de dicha muestra es necesario tomar en cuenta “factores tales como la intensidad del efecto a medir, el establecimiento de grupos dentro de la población o las variables a estudiar que pueden actuar de forma simultánea” (Gumudi Plana, 2002, pág. 327). Tales consideraciones fueron omitidas en el estudio de Wakefield, debido a que éste fue realizado únicamente en doce niños, los cuales se encontraban en un espectro de edad que rondaba de los 3 a los 10 años *cfr.* (Wakefield, 1998). En este tipo de casos, la muestra representativa debe ser considerablemente mayor.

Las dificultades no se acotan de manera exclusiva a la cantidad de personas, sino también a la forma en cómo éstas deben ser distribuidas. Otro punto muy importante para tener en cuenta dentro de las investigaciones clínicas es la presencia tanto de un grupo experimental como el de uno de control. Mientras el grupo experimental es sometido al tratamiento o procedimiento a investigar, el grupo de control comúnmente consume placebos. Una vez definidos los grupos, la asignación de sujetos pertenecientes a cada uno de ellos debe realizarse de manera uniforme y aleatoria. La finalidad de esta distinción es poder obtener datos contrastantes entre los efectos presentes en individuos sometidos a la terapia verdadera y aquellos que no lo están. En el caso del estudio realizado

[28] También conocida como triple vírica

por Andrew, no existía el grupo de control. Ello tenía como consecuencia que la información obtenida no pudiera ser contrastada con otros casos.

Una vez que se han formado los grupos, las terapias deben ser administradas bajo un esquema de *ciego* o de *doble ciego.* Durante un estudio ciego simple, los pacientes de ambos grupos desconocen si están recibiendo medicamento verdadero o placebos. Por su parte, en un estudio doble ciego los médicos tampoco saben qué pacientes pertenecen a cada grupo. En estos casos, solamente el director del estudio sabe cuáles pacientes pertenecen al grupo experimental y cuales al de control. En estos casos, "la ignorancia tanto de los pacientes como de los doctores sirve para evitar que los resultados del estudio se vean influidos arbitrariamente" (Kerckhoff, 2015, pág. 38). El estudio que vincula la vacuna MMR con el autismo no fue realizado bajo de ninguno de estos esquemas. A partir de ello se podría sospechar que los datos obtenidos pudieron haber sido interpretados tanto de forma arbitraria como de manera deliberada para obtener las conclusiones que se presentan al final del estudio.

El segundo gran problema que presenta la investigación de Wakefield se relaciona con el personal involucrado en el trabajo. Cuando se realiza cualquier tipo de investigación se requiere que los participantes tengan determinado conocimiento del tema; en lo respecta al estudio que equívocamente afirmó que existía una relación entre la triple vírica y el trastorno del espectro autista, tal condición no se cumplió de manera estricta. Ello se debe a que en no contadas ocasiones se tomó la perspectiva no especializada de los padres como datos fidedignos. Dicha situación se hace manifiesta con afirmaciones como las referentes al caso del niño número cuatro. En este caso en particular se afirma que el niño recibió la triple vírica y "al día siguiente su madre describió un sorprendente deterioro en su comportamiento que asoció con la inmunización"[29] (Wakefield, 1998, pág. 638). Cabe señalar que en ninguna parte del estudio se afirma que los padres de alguno de los niños tuvieran formación médica.

Aún si se tomaran como verdaderos los reportes presentados por los padres y se admitiese que el diagnóstico de autismo fue acertado en la mayoría de los

[29] Del original "years, the day after which his mother described a striking deterioration in his behaviour that she did link with the immunisation"

casos, se podría objetar que el estudio realizó una falsa condicionalización. Cuando se cometen este tipo de errores, se suele “atribuir una relación de causa y consecuencia entre dos eventos sólo porque ocurren uno después del otro” (Nogués, 2019). Si bien es cierto que mediante un razonamiento abductivo se podría admitir, como hipótesis explicativa, en un primer momento una conclusión de este tipo, es necesario recordar que las hipótesis obtenidas a través de estas consideraciones deben ser sometidas a pruebas antes de ser aceptadas. Debido al tamaño de la muestra y a la ausencia de un grupo de control, no es posible realizar un análisis comparativo que refute o confirme la hipótesis.

Incluso si no se tuviera en consideración lo anterior y se admitiera que los niños comenzaron a desarrollar trastorno del espectro autista a raíz de la aplicación de la vacuna MMR, no se podría admitir el trabajo de Wakefield como una investigación clínica válida. Nuevamente, la razón de ello radica en el número de niños tomados como muestra y en la ausencia de un grupo de control. Los resultados de las investigaciones con este tipo de carencias no pueden aspirar a ser considerados como ensayos clínicos. En su defecto, pueden ser tomados en cuenta como informes de caso. La función de este tipo de investigaciones es reportar un caso particular o un pequeño número de ellos. Su principal defecto refiere a su utilidad, la cual “es muy dudosa, ya que la experiencia en casos aislados no permite obtener conclusiones extrapolables a futuros pacientes” (Gumudi Plana, 2002, pág. 331).

Las consecuencias de aceptar como válidas este tipo de posturas se presentan mayormente a nivel epidemiológico. Dentro de dicho rubro, se podría pensar en un primer momento que la ausencia de inmunizaciones solamente afecta a aquellos individuos renuentes a recibir una vacuna; no obstante, dicha idea es equívoca. En los últimos años se ha reportado un alza en el número de casos de personas afectadas por enfermedades prevenibles mediante la vacunación. Muchos de estos casos se han vinculado de manera directa con la existencia del movimiento antivacunas; llegando al punto en el cual la Organización Mundial de la Salud ya los considera como una amenaza para la salud pública.

Un caso representativo de ello es el aumento en los brotes de sarampión en los últimos años. Entre 2000 y 2016 “los casos de sarampión disminuyeron en todo el mundo casi un 80 por ciento […] y la tasa de mortalidad —principalmente entre

niños menores de 5 años— cayó de alrededor de 550.000 a cerca de 90.000 decesos al año" (McNeil Jr., 2019). A partir de 2017 dicha tendencia cambió de manera considerable. Tan solo en Estados Unidos, hubo un aumento de más del 30%. Se pasó de 86 casos en 2016 a un total de 120 en 2017. La tendencia ha continuado en aumento durante los últimos años. En 2018 se reportaron 375 casos y en 2019 se tuvo registro de 1282. *Cfr.* (Centro para el Control y Prevención de Enfermedades, 2020)[30]. La mayor parte de personas infectadas carecían de la vacuna.

El aumento en los brotes de sarampión no es una situación exclusiva de Estados Unidos. En el caso de Europa también hubo un aumento significativo; se pasó de un total de 3,767 casos en 2016 a 14,451 en 2017. Los países más afectados fueron Rumania con 5,560, Italia con 5,004, Grecia con 967 y Alemania con 929. *Cfr.* (Zúñiga Carrasco & Caro Lozano, 2018). Entre los infectados, el 87% de ellos no había sido vacunado, mientras que el 13% restante había sido inmunizado al menos una vez. Entre las personas no vacunadas, el 96% eran niños menores a un año. Estos últimos no pueden ser vacunados debido a su corta edad; para protegerlo se debe priorizar "la inmunidad grupal que se logra cuando la cobertura de la segunda dosis de una vacuna que contiene sarampión es al menos de 95%" (Zúñiga Carrasco & Caro Lozano, 2018, pág. 19).

3.2 Tratamientos no ortodoxos, el derecho a saber la verdad y salud colectiva

La aceptación de tratamientos como la homeopatía y la supresión de medidas preventivas como las vacunas no solamente tienen consecuencias relacionadas con el bienestar de la población, sino que también conllevan implicaciones éticas. Ambos tipos de prácticas entran en conflicto con algunos derechos de los pacientes. Ejemplo de ello es el derecho de saber la verdad tanto en lo referente al diagnóstico como en lo que respecta al tratamiento a seguir. Dicha garantía versa que todo individuo que sea mayor de edad y no padezca de sus facultades mentales tiene derecho de recibir información completa y actualizada sobre su diagnóstico, tratamiento y pronóstico con la finalidad de tomar decisiones respecto de su persona. Dicha condición solamente puede ser violentada cuando "la verdad pudiera operar en forma médicamente negativa sobre su

[30] Datos y organización correspondientes a Estados Unidos.

padecimiento, en cuyo caso debería ser comunicada con oportunidad a los familiares más cercanos" (Pérez Tamayo, 2002, pág. 104). Las decisiones que el paciente tome con respecto su situación deben ser respetadas por el médico siempre que no entren en conflicto con la ley o con el bienestar de la comunidad.

Un diagnóstico homeopático se contrapone al derecho de saber la verdad en lo que respecta a la obligación del médico de proporcionar información completa y actualizada. Para generar un diagnóstico, definitivo o provisional, es necesario atender al conjunto de signos y síntomas. Cómo ya se ha mencionado (véase 3.1.1.) un diagnóstico homeopático se centra en la identificación de dolencias subjetivas, es decir de síntomas. Si no se atiende de igual manera a los signos, es factible afirmar que la información proporcionada por el médico homeópata se encuentra cuando menos sesgada. Ello se debe a que, a pesar de que la información correspondiente a la sintomatología sea totalmente verídica, si se carece de la información referente a los signos, el cuadro clínico se encuentra incompleto. Si un individuo toma decisiones a partir de dicha información, es difícil aceptar que éstas tendrán como consecuencia una mejoría en el estado de salud del paciente. En algunos casos, como el de las enfermedades asintomáticas, ni siquiera se proporcionará información a partir de la cual se pueda discernir.

En lo que respecta a información sesgada o incompleta, los partidarios de las terapias alternativas podrían argüir que dentro de la práctica médica ortodoxa también existen casos en los cuales no existe la información suficiente para afirmar que se tiene un cuadro clínico completo. Tal situación genera incertidumbre a la hora de formular un diagnóstico y asignar un tratamiento. En aquellas ocasiones cuando "el médico todavía no está seguro del diagnóstico, lo mejor es decirle al enfermo y a sus parientes exactamente eso" (Pérez Tamayo, 2002, pág. 109). Si el paciente conoce la información con la cual cuenta y de la cual carece el médico, podrá comprender la pertinencia de los estudios que se le soliciten para completar el cuadro clínico. A partir de ello se puede afirmar que si bien es cierto que no son contadas las ocasiones en las cuales los médicos trabajan con información incompleta, al informar verazmente al paciente es posible obtener los datos pertinentes para realizar un diagnóstico más certero. En el caso de la homeopatía, esto último no ocurre. Si se comenzara a prestar

atención a los signos, éstos y el aspecto fenomenológico tendrían un estatus similar. Ante dicho escenario se tendría que aceptar que la homeopatía también hace uso de conceptos fisiológicos y funcionalistas. Bajo dichas condiciones existiría poca diferencia entre la homeopatía y la medicina convencional en lo referente a procesos de diagnóstico y asignación de tratamientos.

En el caso del movimiento antivacunas, su existencia se contrapone a las responsabilidades actuales del médico. Hoy en día, el papel de los especialistas de la salud "ya no es solo la curación de su paciente, sino que se ha ampliado para incluir el cuidado de la salud de la comunidad" (Pérez Tamayo, 2002, pág. 102). Los médicos han pasado de procurar la salud a nivel de individuos y han comenzado a realizar su labor con miras a grupos más grandes. Lo anterior implica que ahora no solamente se le presta atención a las afecciones de un único individuo, el cual se encuentra en un momento determinado, sino que también se tiene en cuenta la forma en la cual una persona se relaciona con el resto de sus congéneres y la manera en la cual estos se podrían convertir en focos de infecciones.

El movimiento antivacunas ha tenido como consecuencia el aumento en el número de brotes de enfermedades como el sarampión, lo cual conlleva no solamente un deterioro en la salud de un individuo, sino que también es factor de riesgo para su entorno, especialmente para aquellos que no pueden ser inmunizados, tal es el caso de los recién nacidos y de las personas que están tomando inmunosupresores. Para minimizar la posibilidad de contracción de enfermedades por parte de grupos vulnerables[31] es necesario que al menos el 95% de la población haya recibido la vacuna. Las acciones que evitan dicha condición pueden se comprendidas no solamente como falta dentro del ámbito de las ciencias de la salud, sino el incumplimiento de una responsabilidad social.

Conclusiones

A lo largo de estas últimas páginas hemos realizado una revisión de algunos tratamientos surgidos a raíz del abandono o deformación de la visión funcionalista de la medicina. Dichos tratamientos han surgido principalmente por las limitaciones que tienen las ciencias de la salud. A raíz de problemas como la

[31] Entiéndase por grupos vulnerables aquellas personas que no pueden ser vacunadas

ineficiencia de algunos tratamientos o la existencia de enfermedades que hasta ahora son incurables, algunos individuos han decidido instaurar practicas o movimientos en contra de la medicina ortodoxa. Ejemplo de ello son la homeopatía y el movimiento antivacunas.

En el caso de homeopatía, ésta se rige por dos principios: el principio de lo semejante con lo semejante y de dilucidaciones sucesivas. El principio de lo semejante con lo semejante señala que una sustancia capaz de enfermar a una persona sana, será capaz de sanar a alguien enfermo. El principio de las dilucidaciones sucesivas dicta que entre más diluida esté una sustancia, más fuertes serán sus efectos. A partir de dichos principios se elaboran todos los medicamentos homeopáticos. En lo que respecta al proceso de diagnóstico éste no atiende al conjunto de signos y síntomas presentes en el cuadro clínico convencional. El diagnóstico se hace de manera fenomenológica, es decir, se enfoca principalmente en las dolencias subjetivas del paciente. Tal óptica repercute de manera directa en el tratamiento a seguir. Para generar un diagnóstico más acertado es necesario tener en cuenta tanto la sintomatología como el conjunto de signos.

La medicina homeopática tiene problemas tanto en su efectividad con en lo que respecta a implicaciones éticas. En lo correspondiente a la efectividad, se puede señalar que la disolución continua de una sustancia tiene como consecuencia que se pierda el principio activo de ésta. Un medicamento sin principio activo no es sustancialmente diferente a un placebo. Por ende, los medicamentos homeopáticos no pueden ser entendidos como sustancias que mejoren de manera significativa el estado de salud de un individuo. Los problemas éticos se vinculan mayormente con su enfoque. Cuando se le presta atención únicamente a la sintomatología, no puede formular un cuadro clínico completo. Si a un paciente se le presenta de manera consiente información incompleta respecto a su estado de salud, se violenta su derecho de saber la verdad. A partir de ello no su puede afirmar que el individuo en cuestión se encuentre capacitado para tomar una decisión en lo que respecta a su tratamiento.

Por su parte, el movimiento antivacunas es una serie de conglomerados ubicados principalmente en países angloparlantes. Estos grupos de individuos afirman que la aplicación de vacunas presenta más perjuicios que beneficios.

Desde el supuesto ámbito científico respaldan sus ideas a partir un estudio realizado en 1998 por el exmédico Andrew Wakefield. En dicho estudio se afirma que la vacuna MMR se encuentra vinculada de manera directa con el trastorno del espectro autista. Dicho estudio ha sido descartado debido a la falta de veracidad y metodología en los procesos para la obtención de información. A pesar de ello, este es referenciado por los partidarios de dicho movimiento.

Los problemas originados a partir del movimiento antivacunas se manifiestan mayormente a nivel epidemiológico. Hasta el año 2016, los brotes de enfermedades como el sarampión iban en descenso. En 2017 dicha tendencia cambió y hubo un aumento que prevalece hasta el día de hoy. La mayoría de las personas diagnosticadas con enfermedades prevenibles a través de la vacunación, no se encontraban inmunizadas. Las personas más vulnerables son los menores a un año. La razón de ello es que éstos aun no pueden ser vacunados. Para proteger a grupos vulnerables es necesario que al menos un 95% de las personas se hayan vacunado. Debido a los partidarios del movimiento antivacunas no es posible alcanzar dicho 95%, lo cual tiene como consecuencia que los grupos vulnerables tengan mayor posibilidad de contraer enfermedades.

Si bien las prácticas no ortodoxas representan un problema de salud, es necesario admitir que en más de una ocasión han mostrado algunas carencias presentes en la medicina ordinaria. Dicha circunstancia ha tenido como consecuencia que la práctica médica haya mejorado de manera sustancial. Sumado a ello, prácticas que anteriormente eran consideradas como poco ortodoxas o imprácticas, hoy en día son aceptadas; y acciones presentes con anterioridad son rechazadas. Ejemplo de los primero es el uso de algunas plantas en tratamientos y de lo segundo es la eliminación de sangrías. Si bien, la ciencia médica aún puede mejorar de manera considerable, no por ello se debe aceptar la inclusión de tratamientos no comprobados. Antes de eso es más conveniente realizar una revisión a todos los factores que la permean, tal es el caso de las políticas a las cuales están sujetos los profesionales de la salud.

Conclusiones

A lo largo de esta investigación se han revisado diversos aspectos referentes a la práctica médica. En un primer momento se atendió a los fundamentos biológicos de esta y se explicaron algunas similitudes que tiene el cuerpo humano respecto de una maquina universal de Turing. En el segundo capítulo se presto atención a los procesos de razonamiento utilizados por los profesionales de la salud, a procesos de transición entre salud y enfermedad, y a las sustancias utilizadas para recuperar un estado de bienestar. En la última parte de la investigación se analizaron algunas prácticas surgidas a partir de la alteración de la visión funcionalista presente en la medicina. Así mismo se analizaron algunas de sus consecuencias tanto a nivel individual como a nivel social.

A lo largo de la investigación se mostró cómo opera la visión funcionalista y las maneras en que las funciones de los órganos individuales influyen en el estado de bienestar del individuo. En lo que respecta a este punto es necesario hacer énfasis en que en muchas ocasiones resulta sumamente complicado comprender tanto las funciones de los órganos como las relaciones de los mismos. Una razón a considerar es el lenguaje utilizado por las ciencias biomédicas. Si bien es sencillo comprender que la sangre fluye a través de las venas y arterias gracias a los latidos del corazón, es más complicado asimilar que los latidos de este último deben ser realizados de manera sincrónica a partir los estímulos eléctricos del nódulo sinusal ubicado en la aurícula derecha del músculo principal del sistema circulatorio.

Los especialistas de la salud ya están acostumbrados a trabajar con terminología técnica. A partir de ello pueden determinar de manera más precisa los signos. A diferencia de la sintomatología, los signos pueden ser medidos y parametrizados. Para realizar dicha labor de manera óptima, no resulta descabellado admitir la necesidad del uso de un lenguaje técnico. A pesar de dicha circunstancia, el uso de este tipo de expresiones puede entorpecer el trato con el paciente. Una de las principales razones es que, en la mayoría de los casos, el común de la población no comprende la terminología comúnmente utilizada entre los especialistas de la salud. Debido a ello es necesario no solamente tener un conocimiento solido en cuestiones médicas y biológicas, sino

que también es sumamente relevante poder comunicar de manera accesible al paciente aspectos como el diagnóstico y los posibles tratamientos. Cuando el médico presenta la información de manera clara, el paciente es capaz de tomar decisiones más conscientes respecto de su estado de salud.

En muchas ocasiones la capacidad del paciente para comprender las expresiones utilizadas por su médico puede ser un factor a considerar a la hora de decidir la terapia a la cual se someterá. La aparente ventaja que presentan las terapias alternativas es que, debido a que en muchas ocasiones ignoran el marco teórico biológico, sus explicaciones son lo suficientemente sencillas para poder explicadas, pero lo suficientemente vagas para poder escusarse cuando no haya resultados favorables. Dentro de este tipo de tratamientos casi nunca se escucharán referencias a los procesos metabólicos, termodinámicos u homeostáticos. En su lugar se escucharán expresiones como que lo semejante cura a lo semejante. Si a ello se le suma las promesas que afirman, es sencillo comprender las razones por las cuales una persona se decantaría por este tipo de tratamientos.

A pesar de que en algunas ocasiones se podría afirmar que dichas terapias son inocuas a nivel individual, tal situación no se extrapola a nivel grupal. Si bien es cierto que algo como los medicamentos homeopáticos no representan un peligro considerable para quien los consume, a largo plazo si representan un peligro para la sociedad. Prácticas como la homeopatía o ideologías como el movimiento antivacunas comúnmente generan un aumento en el número de personas que padecen alguna enfermedad potencialmente tratable. Si dichas personas no son diagnósticas y tratadas de la manera correcta, se convierten en un foco de infecciones. Tal situación pone en riesgo a grupos vulnerables, tal es el caso de los neo natos, las personas que consumen inmunosupresores y todos aquellos cuyo sistema inmunológico se encuentre por debajo del promedio.

Ante esta problemática, es menester tanto del médico como de la población en general reforzar la relación entre médico y paciente, y verificar de la manera más exhaustiva posible la información de la cual se hace uso. En el caso de los profesionales de la salud resulta útil que busquen comunicar a los pacientes sus diagnósticos de la manera menos técnica posible. Aunque tal medida puede parecer sencilla, es más compleja de lo que parece. La razón de ello es que tal

situación implica tener el tiempo suficiente para explicar de manera clara los elementos presentes en el cuadro clínico. Para lograr dicho objetivo es necesario remitirse a elementos ajenos a la práctica médica. Ejemplo de ello son las políticas a las cuales los especialistas de la salud se encuentran sujetos. Por su parte, el paciente puede involucrarse de manera más activa en su proceso de diagnóstico y tratamiento. Ello lo puede lograr preguntado al médico por las medidas que tomará a lo largo del tratamiento. Cuando se conoce el funcionamiento del cuerpo, es difícil aceptar afirmaciones como que la introducción de antígenos modificados en un laboratorio genera autismo.

Referencias

Audesirk, T., & Audesirk, G. (1996). *Biología. La vida en la tierra.* México: Prentice Hall Hispanoamerica.

Audesirk, T., Audesirk, G., & Byers, B. E. (2013). *Biología. La vida en la tierra. Con fisiología.* México: Pearson.

Audesirk, T., Audesirk, G., & Byers, B. E. (2017). *Biología. La vida en la tierra con fisiología.* México: Pearson.

Centro para el Control y Prevención de Enfermedades. (6 de Enero de 2020). *Centro para el Control y Prevención de Enfermedades*. Obtenido de Casos y brotes de sarampión: https://www.cdc.gov/measles/cases-outbreaks-sp.html

Cereijido, M., & Blanck-Cerejido, F. (2011). *La muerte y sus ventajas.* México: Fondo de Cultura Económica.

Damasio, A. (2015). *El error de Descartes. La emoción, la razón y el cerebro humano.* México: BOOKET.

Damasio, A. (2015). *Y el cerebro creó al hombre ¿Cómo pudo el cerebro generar emociones, sentimientos, ideas y el yo?* México: Booket.

Farinde, A. (11 de Noviembre de 2019). *Acción de los fármacos.* Obtenido de Manual MSD. Versión para público general: https://www.msdmanuals.com/es-mx/hogar/f%C3%A1rmacos/farmacodin%C3%A1mica/acci%C3%B3n-de-los-f%C3%A1rmacos

Freeman, S. (2009). *Biología.* Madrid: Pearson.

Frenk, J. (2018). *Triptofanito: un viaje por el cuerpo humano.* México: Joaquín Mortiz.

Gómez Marco, J. J., & Zamanillo Rojo, I. (2003). Grupos anti-vacunas. Análisis de sus causas y consecuencias. Situación en España y resto de países. *Revista clínica electrónica en atención primaria*, 1-6.

Gumudi Plana, M. C. (2002). *Farmacia hospitalaria - Tomo 1.* Madrid: SEFH.

Kerckhoff, A. (2015). *La enfermedad y la cura. Conceptos de una medicina diferente.* México: Fondo de Cultura Económica.

Koshland, D. E. (2010). Los siente pilares de la vida. En M. A. Bedau, & C. E. Cleland, *La esencia de la vida* (págs. 624-629). México : Fondo de Cultura Económica.

Kripke, S. (1995). *El nombrar y la necesidad.* México: UNAM, IIF.

MacPherson, G., & Austyn, J. (2013). *Inmunología. Conceptos y evidencias.* México: McGrawHill.

Martínez Ferrer, J. (. (2015). *Guía del paciente portador de marcapasos.* Madrid: Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios.

McNeil Jr., D. G. (4 de Abril de 2019). *Activistas antivacunas, rumores y errores de las farmacéuticas: así volvió a surgir el sarampión*. Obtenido de The New York Times: https://www.nytimes.com/es/2019/04/04/espanol/sarampion-antivacunas.html

Mohabir, P. K. (13 de 11 de 2019). *Cirugía*. Obtenido de Manual MSD. Versión para público en general: https://www.msdmanuals.com/es/hogar/temas-especiales/cirug%C3%ADa/cirug%C3%ADa?query=cirug%C3%ADa

Nogués, G. (19 de 11 de 2019). *Verdad científica y posverdad mediática: conflicto de intereses*. Obtenido de Perfil: https://www.perfil.com/noticias/elobservador/verdad-cientifica-y-posverdad-mediatica-conflicto-de-intereses.phtml

OMS. (14 de Agosto de 2019). *Preguntas más frecuentes: Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de Organización Mundial de la Salud: https://www.who.int/es/about/who-we-are/frequently-asked-questions

Penrose, R. (2002). *La mente nueva del emperador. En torno a la cibernética, la mente y las leyes de la física.* México: Fondo de Cultura Económica.

Pérez Tamayo, R. (2002). *Ética médica laica.* México: FCE, El Colegio Naciona, UNAM.

Pérez Tamayo, R. (2003). *De la magia primitiva a la medicina moderna.* México: Fondo de Cultura Económica.

Putnam, H. (2012). La vida mental del algunas máquinas. En H. Putnam, *Mente, lenguaje y realidad* (págs. 353-386). México: UNAM, Instituto de investigaciones filosóficas, UAM.

Putnam, H. (2012). Mentes y máquinas. En H. Putnam, *Mente, lenguaje y realidad* (págs. 321-352). México: UNAM, Instituto de investigaciones filosóficas, UAM.

Rivera López, E. (2001). *Ética y trasplantes de órganos.* México: Instituto de investigaciones filosóficas, Fondo de Cultura Económica.

Rodríguez de Romo, A. C., Aliseda, A., & Arauz, A. (2008). Medicina y lógica: El proceso diagnóstico en neurología. *Ludus Vitalis, XVI*(30), 135-163.

Russell, S., & Norving, P. (2004). *Inteligencia artificial. Un enfoque moderno.* Madrid: Pearson.

Sagan, C. (2010). Definiciones de la vida. En M. A. Bedau, & C. E. cleland, *La esencia de la vida* (págs. 617-623). México: Fondo de Cultura Económica.

Sandoz, T. (2010). *Historias paralelas de la medicina. De las flores de Bach a la osteopatía.* México: Fondo de Cultura Económica.

Singer, P. (1997). *Repensar la vida y la muerte. El derrumbe de nuestra ética tradicional.* Barcelona: Paidós.

Surkis, W. D., & Santoro, J. (22 de Octubre de 2019). *Introducción a la inmunización*. Obtenido de Manual MSD. Versión para el público en general: https://www.msdmanuals.com/es/hogar/infecciones/inmunizaci%C3%B3n/introducci%C3%B3n-a-la-inmunizaci%C3%B3n?query=proceso%20de%20vacunaci%C3%B3n

Turing, A. (2010). *Maquinaria computacional e inteligencia.* Chile: Universidad de Chile.

Villar, M. J. (2016). *Qué es el dolor.* México: Paidós.

Wagen, T. D., & Atlas, L. Y. (2015). The neuroscience of placebo effects: connecting context, learning and health. *Nature Reviews Neuroscience, 16*, 403-418.

Wakefield, A. J. (28 de Febrero de 1998). Ileal-lymphoid-nodular hyperplasia, non-specific colitis, and pervasive developmental disorder in children. *The lancet, 351*, 637-641.

Zúñiga Carrasco, I. R., & Caro Lozano, J. (2018). Grupos antivacunas: el regreso global. *Revista Latinoamericana de Infectología Pediátrica, 31*(1), 17-21.