



Universidad Autónoma Metropolitana.
Unidad Azcapotzalco
División de Ciencias Sociales y Humanidades
Licenciatura en Sociología política

“El factum de la ciencia y la tecnología.”

Tesis para obtener el grado de licenciatura en sociología que presenta:

AARÓN ARMANDO GÓMEZ AGUILAR

Asesor: **Dr. José Hernández Prado.**

Universidad Autónoma Metropolitana

Sinodales: **Mtra. María Lilia Pérez Franco**

Universidad Autónoma Metropolitana

Dr. Jorge Alberto Rivero Mora

Universidad Veracruzana

México, CDMX. Febrero 2019

Índice

Introducción.....	4
Capítulo 1	
<i>Ciencia, la revolución de la humanidad.....</i>	8
1.1 La ciencia como conocimiento.....	18
1.1.1 La condición verificada.....	21
1.1.2 Las generalidades y particularidades del método.....	26
1.1.3 El núcleo de la investigación: una hipótesis.....	34
1.1.4 Ley científica.....	36
1.1.5 El valor de la verdad.....	38
Capítulo 2	
<i>Ciencia básica y aplicada.....</i>	48
2.1 Las nociones de prioridad y las concepciones utilitarias.....	53
Capítulo 3	
<i>La ciencia como actividad.....</i>	57
3.1 El carácter implícito de los criterios de cientificidad en la vocación científica.....	87
3.2 Imaginación, creatividad y serendipia.....	96

3.3 Las actitudes del investigador.....	104
3.4 Ciencia: progresos y retrocesos.....	108
3.5 “Colegios invisibles”: los límites del desarrollo.....	117
Capítulo 4	
<i>Ciencia, filosofía e ideología en sus relaciones actuales.....</i>	<i>121</i>
4.1 Ciencia, ética y estética.....	137
Capítulo 5	
<i>Tecnología.....</i>	<i>146</i>
5.1 Ciencia, tecnología y política. Relaciones inherentes: investigación científica y Sanidad social.....	154
5.2 Establishment científico e industria farmacéutica.....	158
Conclusiones	
<i>Una resignificación de la ciencia en tiempos de Foucault y el posmodernismo.....</i>	<i>160</i>
Ciencia y pseudociencia.....	162
<i>Apéndice.....</i>	<i>181</i>
Bibliografía General.....	183

Introducción

Ciencia, tecnología y sociedad

“Toda nuestra ciencia, comparada con la realidad, es primitiva e infantil... y sin embargo es lo máspreciado que tenemos”

Albert Einstein

Todo trabajo sin importar su índole, ya sea intelectual o material, conlleva siempre un contexto que lo influyó profundamente. Objetivos y fines que se persiguen en la realización de dicho trabajo, pueden ser factores para la creatividad. Los orígenes de esta tesina inician con un profundo descontento personal hacia las corrientes sociológicas que han predominado por lo menos en los últimos 20 años. La mayor parte de la carrera sentí una profunda insatisfacción por el trato que se le daba a la ciencia como conocimiento y como actividad. Me parece que se hablaba de ella de un modo externo y distante, es decir, sin saber precisamente qué es la ciencia y qué hacen los científicos. Y sin embargo se habla de esto con total seguridad. Por otro lado, la responsabilidad imputada a los científicos por ciertos acontecimientos mundiales (como la bomba atómica) me parecía excesiva, discordante, contradictoria y hasta hostil. Y por supuesto, la confusión entre ciencia y tecnología, algo común entre científicos sociales, es algo que comparten con la mayoría de las personas. Un hecho que me parecía injusto e intolerable.

¿Se puede ser un científico serio cuando no se es capaz de distinguir entre actividades e intereses? ¿Cuándo se habla o se estudia algo de manera externa, sin conocer su contenido? O simplemente ¿Se puede hablar de astronomía sin comprender qué hace la astronomía? ¿Se puede hacer ciencia sin compartir los valores de la ciencia?

Es por ello que este trabajo surge como preocupación intelectual que busca realizar una defensa integra de la ciencia por medio de dos exposiciones:

- 1-. Aclarar qué es y qué no es ciencia.

2-. Evidenciar el pensamiento filosófico científicista y la estructura ética-moral subyacente a la investigación científica.

También se hace imperativo mencionar que, aunque este trabajo no hace explícita referencia a las filosofías constructivistas, relativistas y post-estructuralistas, es sin duda, una crítica a su visión de la ciencia. Este es el resultado de una preocupación estudiantil.

La *ciencia* contemporánea que se desarrolló a partir del siglo XVII con el primer científico moderno, Galileo Galilei, se ha presentado para algunos sectores de la sociedad como una actividad de valor incalculable de la cultura y la historia¹; pero también han existido –y seguirán existiendo- sectores de la sociedad que se oponen a ella y que la consideran una actividad donde las luchas por el *poder* encuentran una importante expresión y desarrollo, en suma, que la ciencia simplemente es *política por otros medios*, parafraseando a Carl Von Clausewitz. Pero los científicos –con algunas excepciones como Alan Sokal, que se opone a los posmodernos y a los irracionalistas filosóficos por sus postulados- generalmente permanecen lejos de los debates ideológicos-filosóficos explícitos, y simplemente se dedican al “*quehacer científico*” (Rosenblueth, 1971).

En la historia moderna es innegable que la *investigación científica* posee una gran importancia para la sociedad, ya que la base de todas las actividades humanas desde la revolución industrial ha estado o está influida por alguna investigación científica y tecnológica realizada. La sociedad contemporánea no puede existir sin ciencia ni tecnología, pero el uso de las investigaciones científicas o tecnológicas está marcado por valores (e intereses) predominantes en una sociedad, y esto repercute en la utilidad que pudiera dársele a las mismas². Por ejemplo, el uso de

¹ El historiador Yuval Noah Harari considera que la historia del *Homo Sapiens* está marcada por tres grandes revoluciones: “*La revolución cognitiva*” que le dio inicio, “*La Revolución Agrícola (e Industrial)*” que potenció al *Homo Sapiens* y la “*Revolución Científica (y Tecnológica)*” que está a un paso de convertirnos -según el autor- en dioses o seres “amortales”, que como los elfos del escritor fantástico J. R. R. Tolkien, sólo morirán en forma violenta, pero ya no de enfermedades o deficiencias genéticas.

² Si la investigación científica es valorada por una sociedad, esta tiene un mejor desarrollo en sus investigaciones como un factor de cambio social. Si la investigación tecnológica es muy apreciada por una cultura, está es mayormente regulada por controles sociales y aquellas investigaciones secretas, se enfrentan a más resistencias sociales.

las innovaciones tecnológicas ha estado regulada mayoritariamente por intereses militares y empresariales, que generalmente no buscan contribuir al bienestar humano (aunque ideológicamente lo aparenten), y la ciencia se ha visto sometida a la escasez de fondos en sus investigaciones como un método de control del *establishment científico* por parte de los sectores políticos, tema que será abordado más adelante con mayor detalle.

Así pues, las dinámicas de la ciencia y la tecnología nunca han sido las mismas y el impacto de estas actividades en la historia de las sociedades humanas ha sido diferente. El ser humano, o para ser más específicos, la familia del *Homo Sapiens* que surgió en el este de África y que se calcula que salió de esa área entre 90,000 y 200,000 años³, por mucho tiempo fue una especie sin mayor impacto e importancia entre las demás especies de humanos⁴ y de otros animales. Esto quiere decir que por un largo tiempo *existieron humanos sin que existiera lo que suele llamarse historia* (Harari, Yuval Noah, 2014). Pero la “Revolución cognitiva” -como la llama Yuval Harari- iniciada hace 70,000 años, fue un proceso que reconfiguró las redes neuronales a partir de una *mutación genética aleatoria* y dio a nuestra especie la capacidad de *imaginar*, crear *mitos*, *órdenes* y *estructuras sociales* para *cooperar flexiblemente mediante canales de distribución de información*, generando *redes compartidas de cooperación en masa* y en el proceso, *transformar el mundo que nos rodea*. El *lenguaje ficticio-simbólico* y la *significación de las cosas* que la acompañó tuvieron como efecto la expansión acelerada del *homo sapiens* por el mundo, con el consecuente surgimiento de la cultura a partir del desarrollo evolutivo geno-cultural de instintos sociales que nos permiten operar y vivir en forma colectiva. Dicha revolución expandió nuestra memoria, nuestros procesos de aprendizaje y comunicación, que anteriormente se encontraban limitados. El periodo que va desde el inicio de la “Revolución Cognitiva” (70,000-30,000 años)

³ Ansedo Manuel, León García Juan. “Un candidato a ser el <Homo Sapiens> más antiguo, hallado en Israel”. Disponible en: https://elpais.com/elpais/2018/01/25/ciencia/1516906523_905455.html. Consultado el día: viernes 9 de febrero del 2018.

⁴ Las demás especies de humanos, Neandertal, Floresiensis, Erguis, Soloensis, Rudolfensis, Ergaster y Erectus no desarrollaron grandes artefactos proto-tecnológicos en su tiempo, de hecho, Homo Erectus permaneció con las mismas herramientas por casi 2 millones de años.

estuvo marcado por un comportamiento diferente de *homo sapiens*, derivado de nuevas facultades cognitivas que permitieron el desarrollo de estructuras como el arte, la religión y el comercio, por lo menos en un sentido primario y del cual hoy quedan pocos restos.

La Revolución cognitiva hizo que el hombre ya no sólo estuviera en el mundo como las demás especies, sino que ahora estaba en él y empezaba a tratar de entender y explicarlo con su inteligencia perfectible del mundo, no sólo para entenderlo per se, sino entenderlo para transformarlo, tratando de hacer del mundo un lugar mucho más habitable y confortable a sus deseos (Bunge, La ciencia, su metodo y su filosofía, 1973). Es en este proceso que el ser humano construye mundos diversos, artificiales o “innaturales”, elementos culturales de entre los cuales se encuentra la ciencia como una expresión máxima de intelectualización creciente y constante de homo sapiens, y que representa toda una revolución biológica y social.

Por tanto la ciencia y la tecnología moderna, que es lo que nos interesan aquí, se han convertido en elementos rectores de la vida de millones de personas mediante una profunda dependencia multifactorial, siendo que la sociedad global es una civilización en la que todas sus dimensiones (el transporte, las comunicaciones, el sistema financiero, la educación, la agricultura, la medicina, la democracia, la guerra y hasta el ocio) *están progresivamente redefiniéndose, y el futuro de la humanidad a su vez está sometida a sistemáticos cambios acelerados como causa de las actividades tecnológicas y científicas, mismas que, consecuentemente, extienden una brecha entre el pulso de los procesos evolutivos de nuestra especie y los procesos artificiales derivados de esas investigaciones, las cuales que modifican el entorno ambiental y hasta anatómico del ser humano (y de otras especies).*

La *ciencia* y la *tecnología* como tipos de conocimiento y actividades diferentes al pensamiento *ideológico* o al conocimiento *ordinario*, son los elementos centrales que están dando forma al futuro de la humanidad, sea cual este sea. Por ello, hablar de ciencia implica la imperiosa necesidad de establecer un *criterio de demarcación* que nos permita discernir entre este tipo de actividad humana de las demás, una condición útil para la actualidad.

Capítulo 1. Ciencia, la revolución de la humanidad

“La Naturaleza y sus leyes yacían ocultas en la noche. Dijo dios: ¡Sea Newton y todo se hizo luz!”

Alexander Pope

Las *entidades sociales*⁵ son entidades artificiales que, por ser producto de la imaginación humana, no se encuentran en nuestro código genético (aunque son resultado de él) y, sin embargo, regulan el comportamiento humano y animal. En ese sentido, una *entidad social es antes que todo, una entidad objetiva, con una estructura material e inmaterial.*

Una *entidad social* posee tres dimensiones importantes que la definen.

La primera de ellas es una *dimensión fáctica*. Esta se refiere al hecho de que una entidad social es *objetiva* porque nos posibilita y determina independientemente de nuestros deseos y acciones, dentro de ámbitos y procesos sociales sostenidos e impersonales, ya que dicha *entidad social* tiene una existencia independiente y con consecuencias prácticas reales.

La segunda dimensión intrínsecamente vinculada a la primera podría llamarse el *“orden de creencias compartidas”*, que se refiere al hecho de que una entidad no sólo es objetiva y material, sino que también es parcialmente intangible y subjetiva, pero ésta última en *estrictos términos colectivos, como especie*, es decir, un producto humano en su conjunto, resultado de procesos de socialización generales y extendidos entre un grupo humano. Por consiguiente, no sólo una persona cree en tal cosa (lo cual es subjetivo) y se comporta conforme a ello, sino muchas más, como consecuencia de una compleja red de relaciones de cooperación (creencias,

⁵ Entendido como algo diametralmente opuesto a lo que se llama “Constructos sociales” y que sostienen los constructivistas-relativistas de los siglos XX y XXI como Kuhn, Latour o los posmodernos. Estos autores aducen que *todo* es una construcción social y, por lo tanto, todo es relativo y subjetivo y nada tiene existencia objetiva. Puede afirmarse así que *“todo se vale”* en cuanto a conocimiento y ciencia. Un autor que reivindica en la actualidad a las *“entidades sociales”* aquí mencionadas es el filósofo norteamericano John R. Searle.

ideas y acciones) que comunican y transmiten los elementos subjetivos/objetivos que se convierten en materialidades.

La última dimensión de una *entidad social* es la “*socialización primaria*” que hace referencia a los procesos educativos institucionales y sociales de un individuo desde su nacimiento hasta su muerte, los cuales transmiten las ideas, creencias y comportamientos imperantes en una sociedad, por medio de la educación formal (e informal), los medios de comunicación y la familia.

Es por ello que han existido muchas *entidades sociales*, que no tienen una materialidad (al menos no en su totalidad) y sin embargo son objetivos. Ejemplo de ello son el Estado, el Derecho, los ideales de Justicia, la Libertad Política o *la Ciencia*. (Harari, Yuval Noah, 2014)

La ciencia moderna, tal como la conocemos hoy en día, tiene un origen europeo (Harari, Yuval Noah, 2014) (Hernández Prado, José, 2006). Eso no quiere decir que los europeos tengan la autoría completa de la actividad científica. El centro del mundo en términos políticos y económicos radicó en tiempos antiguos en los grandes imperios asiáticos, mucho más prósperos en todos los sentidos que los europeos y la ciencia pre moderna fue esencialmente una empresa de origen musulmán⁶, por lo cual el conocimiento desarrollado y sistematizado tuvo sus bases en los grandes pensadores asiáticos y puede hablarse, sin duda, de una *vinculación entre la ciencia pre moderna y la actual*. Pero fueron autores europeos -bajo otra estructura cultural y social- los que cimentaron las bases del conocimiento científico moderno y fundaron el método científico actual. Así podemos considerar a los primeros científicos modernos como Nicolás Copérnico, en menor medida Francis Bacon y, sobre todo, Galileo Galilei, este último fundador activo del llamado método científico. Copérnico ya fue un científico moderno porque gracias a él se pudo demostrar que la afirmación de Aristarco de Samos, que sentenciaba que la tierra era la que giraba alrededor del sol, era correcta. Copérnico sabía que el mundo medieval en el que vivía le criticaría fuertemente y que sus dichos tendrían

⁶ Asia suponía el 80% de la economía mundial y del PIB.

consecuencias frente al poder eclesiástico dominante en la Europa del siglo XVI. Así que este pensador moderno se dispuso a demostrar por medio de la lógica y las matemáticas, que Samos estaba en lo correcto y tuvo éxito en la empresa. Copérnico, en sus investigaciones, introdujo un rasgo esencial de la ciencia contemporánea: el uso de la lógica y las matemáticas. Pero no sólo introdujo esas disciplinas -Bacon lo acompañaría en la reivindicación y el análisis de la lógica inductiva-, sino que las ligó inextricablemente (Hernández Prado, José, 2006).

El proceso fue el siguiente. Durante los siglos XV-XVI se creía en el movimiento retrógrado de los cuerpos celestes. Estas teorías sostenían que el comportamiento de los planetas como Marte, Júpiter y Saturno describía un círculo completo en el cielo, pero sus movimientos no eran constantes. Se creía que los planetas desaceleraban y viajaban durante un rato de Este a Oeste, lo que representa el movimiento retrógrado. Los antiguos pensadores como Ptolomeo calcularon este tipo de movimientos de los planetas mediante fórmulas para describir las trayectorias circulares de los planetas. “Se suponía que cada planeta se movía en un pequeño círculo cuyo centro describía otro más grande, de Oeste a Este en torno a la tierra. Había momentos en que el planeta tendría que moverse de Este a Oeste en el círculo más pequeño, y la combinación de movimientos daría resultado del movimiento retrógrado” (Asimov, Momentos estelares de la Ciencia, 1959).

La teoría Ptolemaica era tan engorrosa que Copérnico pensó que esto era erróneo y recordó lo dicho por Aristarco de Samos. Así que Copérnico se dispuso a idear la manera de confirmarlo:

“En primer lugar, si la tierra se moviese alrededor del sol, quedaría explicado de inmediato el movimiento retrógrado. Imaginemos que la Tierra y Marte están a un mismo lado del sol, sólo que aquella moviéndose más deprisa que éste; llegaría un momento en que la tierra adelantaría a Marte, dando entonces la sensación de que ésta se quedaba atrás y retrocedía. La tierra sacaría cada año una vuelta de ventaja a los planetas exteriores – Marte, Júpiter y Saturno-, de manera que, año tras año, cada uno de estos planetas mostraría un movimiento retrógrado en un cierto momento. Suponiendo que

Mercurio y Venus se encontraran más cerca del Sol que la Tierra podría explicarse también su comportamiento. Con ayuda de diagramas, Copérnico demostró que los planetas interiores tenían que seguir siempre al Sol. Desde la Tierra sería imposible verlos más de una cierta distancia de él, de modo que Venus y Mercurio sólo podían aparecer por la mañana y al atardecer, cuando la potente luz solar estaba oculta tras el Horizonte; y claro está, sólo podían asomar cerca de esta línea, tras la cual acechaba el Sol” (Asimov, Momentos estelares de la Ciencia, 1959).

Copérnico, no sólo refutó las ideas ptolemaicas; el mismo era producto de la conjugación de la imaginación y su tiempo histórico. Las ideas del astrónomo se insertaron en un periodo de cambios donde el ser humano por vez primera se situó frente a lo desconocido, produciendo un impulso para la ciencia. Copérnico como científico modificó la relación entre el hombre y la historia, demostrando que hay un mundo por conocer.

La Revolución Copernicana destruyó la relación fundamental del hombre con Dios y el universo. Encaró a la filosofía antropocentrista expresada en la idea de que todo gira alrededor de la tierra. Al hacer esto, Copérnico dejó un legado filosófico. Ese legado radica en arrojar al hombre en la contingencia del universo, demostrando que no hay sentido ni procesos dirigidos, tan sólo que el ser humano pudiera ser un producto del azar. Los humanos nos queremos necesarios en el universo. ¿Realmente lo somos?

Copérnico abrió este camino, otros lo ampliaron.⁷

Por desgracia, Copérnico murió el mismo día de su triunfo, cuando se publicó su libro. Nunca se enteró de la bajeza cometida a dicho manuscrito: la introducción de

⁷ Edwin Hubble, fue más lejos en el siglo XX que Copérnico. No sólo demostró que hay un vasto universo. Arrojó nuestra galaxia a la contingencia del universo entero y la sacó de sus remanentes centristas. Nos enseñó que sólo estamos en una galaxia entre miles de millones más. C. Darwin y A. Wallace hicieron lo propio en biología. Evidenciaron que en la evolución no hay procesos dirigidos y ni siquiera un “destino humano”. *El antropocentrismo en la evolución es una ilusión*. Ellos demostraron que *somos producto del azar*, de las variables surgidas dentro de los mecanismos de evolución, aunque claro que, de un azar posible, dadas las condiciones establecidas.

un prefacio que debilitaba su obra, aduciendo que era sólo un juego matemático, una hechicería (Asimov, Momentos estelares de la Ciencia, 1959).

El caso de Galileo Galilei es más paradigmático.

No es casualidad que la mayoría de los científicos creen que el padre de la ciencia moderna es Galileo Galilei. Esto se debe a que el comportamiento del italiano y las normas que siguió, aunado a una forma de pensar con base en una combinación entre la observación y experimentación, lo llevaron a fundar en la práctica el método científico y con ello, una nueva forma de pensamiento.

Galilei fue de los primeros pensadores en destronar la idea de autoridad en el pensamiento. Lo hizo demostrando que las teorías sobre la gravedad, con base en las ideas Aristóteles eran erróneas. Galileo procedió con un experimento para ello, desafiando a toda la tradición intelectual que le precedía. Así lo describe Asimov:

“Aristóteles pensaba (dos mil años antes) que la velocidad con la que cae un cuerpo era proporcional a su peso, y desde entonces los sabios habían acatado la idea: las plumas caen muy lentamente, así que ¿Por qué no dar crédito a lo que prueban los ojos?

Galileo pensaba que la resistencia del aire podía influir en el sentido de retardar la caída de los cuerpos ligeros que tienen gran superficie. Cuenta la leyenda que, para demostrarlo, subió a lo alto de la torre inclinada de Pisa con dos bolas de cañón de igual tamaño, una de hierro fundido y otra de madera: la primera era diez veces más pesada que la segunda. Si Aristóteles (y los profesores de Pisa) tenían razón, la bola de hierro debía caer diez veces más deprisa que la de madera. ¿Sería así? (...). Galileo dejó caer cuidadosamente las dos bolas al mismo tiempo por encima de la barandilla. (...) las dos bolas golpearon contra el suelo a la una” (*al mismo tiempo*). (Asimov, Momentos estelares de la Ciencia, 1959).

Este experimento fue confirmado en el siglo veintiuno, cuando un grupo de científicos accedió a un laboratorio de vacío de la Nasa. Probarían la teoría de

Galileo cuatrocientos años después.⁸ Dentro de la cámara de vacío, aún con aire, dejaron caer una bola de boliche y un conjunto de plumas. Evidentemente la bola cayó primero al suelo. Posteriormente extrajeron todo el aire de dicha cámara hasta que este fuera nulo. Soltaron la bola de boliche y el conjunto de plumas al mismo tiempo, estos cayeron en sincronía, llegando al suelo mismo tiempo (en realidad no caían, mantenían su posición).

Como todo científico, Galilei investigó una diversidad de cosas y generó nuevos descubrimientos. Demostró que el aire aparte de ser una fuerza de resistencia en la aceleración de los cuerpos, también enseñó que tenía un peso. Creó algo parecido a lo que hoy llamamos termómetro, confeccionó el principio de los telescopios modernos y miró el cielo, demostrando que la Luna tiene montañas y cráteres, que el Sol era imperfecto y que tenía manchas, y posteriormente apuntó a Júpiter, sobre el que demostró que tenía cuatro lunas cerca de él, girando en torno a su propio eje y alrededor del planeta, dando una verificación más a Copérnico. También mostró una nueva forma de medir el tiempo y las pulsaciones del cuerpo. Inventó un reloj hidráulico y descubrió la Ley del Péndulo. Además, enunció las leyes modernas sobre la fuerza, el movimiento y la velocidad de los objetos en fórmulas matemáticas, el lenguaje de la ciencia madura. El autor fundó una nueva forma de ver el mundo y muchos le siguieron (Asimov, Momentos estelares de la Ciencia, 1959).

Andreas Vesalius y William Harvey, son los fundadores de la medicina moderna (y científica). Esto es señalado a causa de que ambos médicos siguieron métodos de investigación totalmente opuestos al sentido general de su tiempo. Vesalius primero y Harvey después, destronaron la autoridad del gran médico griego Galeno que había dominado el pensamiento médico por mil cuatrocientos años y demostraron que su conocimiento sobre el cuerpo era erróneo. Esto lo hicieron con una actitud básica de los científicos modernos: su versatilidad, una visión transdisciplinaria y la fusión entre observación y experimentación de las cuales derivaron su

⁸ Los primeros astronautas en llegar a la luna en 1969 realizaron un experimento en dónde soltaban un martillo y una pluma al mismo tiempo: Galileo tenía razón.

conocimiento. Vesalius fue el primer médico en estudiar por medio de la disección de cuerpos de humanos y animales, la anatomía y la fisiología, descubriendo los errores de Galeno y eliminando su autoridad.

Por su parte William Harvey, estudió el corazón y la circulación de la sangre. Galeno sostenía que la sangre iba y venía por el corazón de una manera muy suave y a su vez sostenía que el corazón tenía válvulas multidireccionales que permitían la ida y venida de la sangre. Harvey estudio a Galeno, pero su pasión por observar, más que por atenerse a la autoridad lo llevó a descubrir que en realidad, la sangre circulaba por todo el cuerpo y que iba al corazón y salía de él por válvulas unidireccionales, de las arterias y la sangre, siendo así que formuló su teoría de la circulación de la sangre, hoy absolutamente confirmada. Harvey, como un científico, formuló muchas hipótesis, y una de ellas radicaba en que la sangre pasaba de las arterias a las venas de alguna manera, tal vez por pequeñas venitas. Harvey no pudo confirmar la teoría por los límites de su tiempo, pero médicos posteriores le darían la razón.

Vesalius y Harvey, demostraron que el conocimiento científico avanza por la observación y la experimentación. Ambos, junto con Galileo y Copérnico, ratificaron el parecer de Francis Bacon con respecto a que la ciencia es *una correcta interpretación de la naturaleza* que percibimos, gracias a nuestros sentidos corporales humanos. Por mucho que sea el peso de una autoridad, ella nunca suplirá a la lógica y la experimentación. No cabe duda, pues, de que Harvey y Vesalius fueron los primeros en introducir el pensamiento científico en la medicina.

Ahora bien ¿Por qué el origen de la ciencia moderna se encuentra en Europa?

El siglo XV fue el inicio de la modernidad, tal como expresa el filósofo Enrique Dussel Ambrossini en sus obras. Antes del siglo XV Europa era un enano económico y un continente desolado que no sobrepasaba el millón de habitantes y en donde no había sucedido ningún acontecimiento político o social con importancia global.

Durante la mayor parte de la historia de la humanidad, los individuos estaban acostumbrados a creer que el mundo era ya conocido, por lo tanto, no había nada

que las sagradas escrituras de cada una de las culturas fallara en la explicación de cuestiones de importancia para la vida misma (lo que se traducía en un estancamiento social en la generación de conocimientos). Los chinos, por ejemplo, creían que el mundo les era conocido y que ellos eran su centro, los árabes pensaban de manera similar. *Pero el descubrimiento de América por Colón, fue el acontecimiento fundacional de la Revolución científica* (Harari, Yuval Noah, 2014). Tal hecho evidencio a los europeos que el mundo no les era conocido y sobre todo, que las Sagradas Escrituras desconocían una gran parte del universo.⁹ Los europeos progresivamente empezaron a pensar y a comportarse de manera diferente, gracias a una estructura de organización social y cultural de sus respectivas sociedades, basadas en el descubrimiento de América, lo derivado de la conjunción de tres ideas principales: *Una admisión explícita de ignorancia, una adquisición de conocimientos asociado a una conquista de territorios, y la idea de que conociendo el mundo e investigando sobre él, las sociedades pueden progresar y resolver sus problemas, estos considerados hasta antes de 1492 como insolubles.*¹⁰

La idea de progreso surgió en las sociedades europeas e imprimió un dinamismo en las mismas. En consecuencia, la ciencia moderna apareció como un proyecto imperial europeo y viceversa, los proyectos imperiales como proyectos científicos (Harari, Yuval Noah, 2014). Por eso los primeros científicos modernos viajaban en los mismos barcos que los conquistadores militares europeos. La ciencia moderna le proporcionaba al imperialismo europeo conocimientos y una actitud científica, el imperialismo le retribuía con financiación, protección y más conocimiento del mundo. El establecimiento de colonias de dominio, era en alguna medida una empresa científica. (Harari, Yuval Noah, 2014). La ciencia estuvo relacionada con el desarrollo del imperialismo europeo y el capitalismo. Esta relación forjada desde el siglo XV, consolidada en el siglo XVIII y finalizada en el siglo XX, es consecuencia

⁹ Yuval Noah Harari apunta que antes del siglo XV, los mapas de cualquier cultura no tenían espacios vacíos, signo del supuesto conocimiento del mismo. Después del siglo XV los mapas empezaron a mostrar vacíos, señal de un cambio de pensar entre los europeos y de un impulso por conocer el mundo.

¹⁰ Un ejemplo de ello es la idea que se tenía de la pobreza entre los humanos, la cual tradicionalmente se pensó como algo natural e insuperable.

de la utilidad práctica que la expansión imperial representaba no sólo para el conocimiento científico, sino para el conocimiento en general, ya que proporcionaba una oportunidad para adquirir nuevos conocimientos en tierras desconocidas.

Asimismo, el proyecto científico que se desarrollaba en Europa encontró utilidad práctica política en las expansiones imperialistas, ya que el conocimiento vigente y en constante renovación podía proporcionar mejores mecanismos de dominación de otras sociedades desconocidas. Ello lo experimentaron “en carne propia” los habitantes del México antiguo durante la Conquista española del siglo XVI. La relación entre ciencia e imperio hizo que ambas empresas sociales se hicieran indistinguibles, al menos desde el punto de vista de los colonos y las tribus sometidas (Harari, Yuval Noah, 2014).

Es común en este periodo encontrar personajes que eran científicos consagrados y a la vez representantes del ejército de algún imperio. Las expediciones científicas eran expediciones imperialistas. El caso de Inglaterra es paradigmático. La Royal Society y La Royal Navy realizaban proyectos comunes, por medio de una financiación material y económica a personajes como James Cook, Charles Green, Henry Rawlinson y William Jones, quienes sentaron las bases del dominio colonial británico y al mismo tiempo proporcionaron un conocimiento científico del que incluso carecían las mismas tribus o etnias dominadas sobre sus propias culturas. Por ejemplo, Rawlinson fue un militar inglés enviado a Persia, que hizo posible descifrar la escritura Cuneiforme y Jones evidenció que las lenguas indoeuropeas tenían un origen común, asociado al Sánscrito. Sus actividades fundaron nuevas disciplinas y campos de estudio, como la lingüística comparada, la historia comparada y la renovación del conocimiento de las antiguas culturas, desconocida entre sus herederos. Los ingleses llegaron a conocer más a los antiguos imperios indios que los propios habitantes locales (Harari, Yuval Noah, 2014). El proceso de aculturación del mundo bajo los cánones europeos inició en el siglo XV se extendió hasta el siglo XVIII, cuando se consolida el dominio europeo, desplazando a las potencias asiáticas y creando un orden mundial con una cultura realmente global.

Pero ¿cuál fue la lógica subyacente de esta relación? Y ¿por qué ciencia e imperio se separaron?

La relación se forjó en torno a una idea que conviene repetir: “*La conquista de conocimientos implicaba la conquista de territorios y viceversa*”. Pero es también en este periodo donde la *universalización de la actividad científica y tecnológica se hace más patente*. Durante el proceso de modernización de los países y las naciones el desarrollo de una nación requería de este tipo de actividades científicas y como tal, cualquiera podría realizarlas, con la condición de una preparación previa. Pero la separación entre ciencia e imperio se dio, según Harari, por una cuestión más crítica: *La imposibilidad de controlar los flujos de información*. El conocimiento científico se caracteriza por la socialización desregulada de la información, esto porque el desarrollo de la ciencia misma requiere de información disponible y de fácil acceso. A pesar de que se puedan introducir mecanismos para detener este flujo, el conocimiento científico no puede ser privatizado ni monopolizado. Primero por ser una actividad impersonal, segundo porque el conocimiento científico es inmaterial y tercero, debido a la expansión de la población y el consecuente surgimiento de mejores mecanismos de traslado. La actividad científica como cualquier otra actividad humana, no podía más que expandirse. La separación de la ciencia y los imperios se materializó completamente después de la segunda guerra mundial, cuando socialmente se consolidaron los sectores científicos de los países, a la par de que se estabilizaban las sociedades.

La ciencia hoy en día, es una empresa global, una forma de pensar y actuar multiétnica y mundial, que no tiene ningún tipo de fronteras, pero si limitantes.

Por ello, la ciencia se puede definir de tres maneras diferentes, intrínsecamente vinculadas, y aquí separadas tan sólo con fines analíticos: la ciencia como *conocimiento, como actividad y como valor-norma social*.

1.1 La ciencia como conocimiento

“Afirmaciones extraordinarias requieren niveles extraordinarios de pruebas o evidencias.”

Carl Sagan

La ciencia como conocimiento se refiere a un conjunto de ideas¹¹ que se caracterizan por ser *racionales, sistémicas, exactas, verificables y por consiguiente falibles* (Bunge, La ciencia, su metodo y su filosofia, 1973, pág. 7) Un tipo de conocimiento que permite explicar y predecir de manera multifactorial y sistémica los hechos, a través de sus mecanismos causales. El proceso científico parte de los hechos mismos para conceptualizarlos y retornar a ellos para poder dilucidar sus mecanismos (Bunge, La ciencia, su metodo y su filosofia, 1973, pág. 18). Por ello la investigación científica, como menciona Bunge, es *analítica*. Este tipo de investigaciones “aborda hechos circunscriptos y tiene problemas limitados para generar soluciones parciales”. (Bunge, La ciencia, su metodo y su filosofia, 1973)

Una de las características principales del sistema conceptual y de ideas de la ciencia radica en que este tipo de conocimiento es claro y preciso. Una ciencia constantemente “purifica” sus problemas y sus conceptos (por ejemplo, el concepto de “disonancia cognitiva”) para poder estudiar los hechos y explicarlos causalmente, dando resultados clarificadores sobre el hecho mismo (Bunge, La ciencia, su metodo y su filosofia, 1973).

Según Bunge, Rosenblueth y Tamayo (Bunge, La ciencia, su metodo y su filosofia, 1973) (Rosenblueth, 1971) (Tamayo, Reflexiones sobre la ciencia, 2010), toda disciplina científica utiliza diversos mecanismos para lograr la precisión de la actividad científica, es decir, que cada disciplina tiene una dimensión semántica que le es subyacente y que cumple una función social crítica. El primer mecanismo radica en una limitación de los problemas para formularlos de manera concreta, así como dilucidar mecanismos causales mediante la verificación de uniformidades empíricas generales o particulares. Para ello, la mayoría de las veces se parte de nociones que pueden ser obtusas, para hacerlas complejas y poder incluirlas en un

¹¹ “Un sistema de ideas establecidas provisionalmente (conocimiento científico)” (Bunge, 1973)

sistema de ideas. Toda ciencia tiene por inicio, que definir los conceptos que utiliza, y al hacerlo limita el uso que se le da en diversos contextos, de tal manera que se genera una precisión que evita, o trata de evitar, posibles inconsistencias y abusos de conceptos e ideas. Sobre todo, *se busca que el problema sea susceptible de verificación* con diversos elementos teóricos, conceptuales, fácticos y metodológicos presentes en la investigación y asentados en el legado científico.

Otra de las características estructurales de la ciencia es su creciente e inevitable especialización.¹² La ciencia posee una gran cantidad de disciplinas en su interior y cada una de ellas tiene una multiplicidad de áreas. La ramificación de la ciencia ha sido uno de los temas más controversiales tratados por la filosofía y la epistemología, pero aquí expondremos la ramificación más pertinente para una visión gnoseológica realista de lo que es la ciencia. Me refiero a la clasificación de Mario Bunge (Bunge, 1973). Bunge clasifica a la ciencia en dos ramas tomando en cuenta el *objeto de estudio, los tipos de enunciados y el método*.

La primera división es en *Ciencias Formales*.

Este tipo de ciencia es aquella que no procura el conocimiento objetivo, es decir, contiene disciplinas que se caracterizan por ser racionales, sistémicas, verificables (teóricamente) y perfectas, pero no procuran el conocimiento objetivo porque no nos dicen nada de la realidad o de los hechos (no directamente), ya que su objeto de estudio es construido por los propios investigadores (Bunge, La ciencia, su método y su filosofía, 1973). En otras palabras, Bunge expresa que este tipo de ciencia trata con objetos que son entidades ideales; formas a las cuales sólo existen en la mente de los individuos y no tienen una existencia objetiva independiente del ser humano.¹³ A ellas sólo corresponden dos tipos de disciplinas científicas: La lógica y la Matemática (Bunge, 1973). Estas disciplinas, al tratar con entes ideales, no tienen

¹² Actualmente hay más de 2,000 disciplinas.

¹³ Y aún este tipo de ciencias pudieran referirse a realidades objetivas. El matemático Gottlob Frege, por ejemplo, adujo que los números y sus relaciones son entidades reales, mismas que los seres humanos han descubierto e investigado.

relación intrínseca con los hechos empíricos, pero sí mantienen correspondencias con ellas, ya sea por interpretación o abstracción de hechos, sucesos o procesos.

Los tipos de enunciados que formulan las ciencias formales o ideales radica principalmente en que son enunciados que se caracterizan por expresar reglas lógicas y relaciones entre signos que sean coherentes con un sistema preestablecido y aceptado lógicamente o matemáticamente (Bunge, 1973). El método de investigación utilizado por estas disciplinas radica principalmente en una estructuración racional y coherente de los enunciados que vaya acorde con un sistema de lógica formal que no contravenga las leyes o normas de los otros sistemas de normas lógicas dentro de la misma disciplina. Este tipo de disciplinas científicas son muy útiles en las actividades humanas y sobre todo por disciplinas como la Física, la Química o la Sociología, ya que satisfacen sus necesidades ordenando y reconceptualizando los procesos, hechos y sucesos que describen aquellas.

Por otra parte, tenemos a las *Ciencias Fácticas*. Como su nombre lo indica, son disciplinas que tratan con hechos, sucesos y procesos que tienen una existencia objetiva independiente de nosotros, es decir, que su objeto de estudio no se construye, sino que se busca, siempre que sea posible y el cual es externo e independiente del investigador. A esta rama pertenecen todas las demás disciplinas como la Sociología, la Física, la Psicología evolutiva, la Genética, etcétera. Por tanto, el tipo de enunciados que formulan estas disciplinas es mucho más complejo, ya que no solo requiere de una estructuración coherente acorde a un sistema de lógica, sino que requiere de mecanismos de experimentación y observación. Esta es una de las características de las Ciencias Fácticas: los mecanismos de contrastabilidad.

La contrastabilidad es uno de los elementos principales de la investigación científica, ya que gracias a ella se puede argumentar en qué medida las hipótesis formuladas por especialistas y científicos son adecuadas o aproximadas a los hechos; es decir, buscan verificar uniformidades empíricas de los sistemas de proposiciones generales o particulares.

A estas observaciones de Bunge convendría añadir las consideraciones de John R. Searle, con respecto a que algunas ciencias fácticas son eminentemente *ónticas* o referentes a realidades que únicamente son o que hay -muy claramente las llamadas ciencias naturales, como la física o la biología- y otras ciencias fácticas son, además de *ónticas*, *deónticas* o referentes a realidades que deberían ser, aunque no lo sean en los hechos -por ejemplo, la sociología, la economía o la psicología humana-. Estas ciencias *deónticas* no sólo tratan de lo que es, sino también de lo que sería deseable, conveniente o que sucediera (Hernández Prado, José, 2015).

1.1.1. La condición verificada

“El Método científico no existe, en consecuencia, procederé a describirlo.”

Arturo Rosenblueth

Dos de los elementos que definen y caracterizan a la ciencia como un tipo de conocimiento diferente a otros es el *Método científico y la coherencia del conocimiento sistemático generado*.

En primer lugar, un método (según Mario Bunge) *“es un procedimiento regular, explícito y repetible para lograr algo, sea material, sea conceptual”* (Bunge, Epistemología, 1980). A lo largo de la historia del pensamiento han existido una gran variedad de métodos (como el método de la invención de hipótesis), pero el método científico tiene algo particular y diferente que no poseen los demás tipos de conocimiento: *los procesos de verificabilidad*.

El conocimiento científico no posee la verdad absoluta, pero una de sus características principales radica en que por medio de la aceptación de que todo conocimiento es esencialmente falible (Hernández Prado, José, 2006), la ciencia es autocorrectiva y progresiva. Esto se debe a su núcleo central: el método científico como mecanismo para el planteo de problemas y la generación de soluciones a esos problemas.

El método es un procedimiento que contiene un conjunto de prescripciones, reglas y leyes imperfectas (pero perfectibles) que orientan al investigador para lograr una uniformidad de planteamientos sobre problemas, observaciones, experimentos y resultados. Esto quiere decir que el método como conjunto de leyes no informan nada sobre la realidad social o natural, de hecho, todo lo contrario, ya que el método científico proporciona una manera de organizar su investigación.

Ello quiere decir que no arroja los resultados de la investigación, sino que proporciona al especialista y a la investigación la formación de la actividad científica.

El método científico -como ya se dijo antes- tiene sus orígenes con Galileo Galilei, pero el surgimiento del mismo no se genera a partir de elucidaciones teóricas o filosóficas de su tiempo (como las efectuadas por Bacon o Descartes) o de aquellas que le precedieron con respecto a la idea de los *métodos generales*, desarrollada sobre todo por los clásicos griegos. *El método científico* iniciado puntualmente por Galileo surge en el acto mismo de la investigación desarrollada por éste, es decir, que el italiano nunca se planteó una serie de pasos ni teorizó sobre dicho método. Este investigador moderno procedió de tal manera que en el desarrollo de su investigación surgieron las características críticas del *método científico*; es por ello que se le considera el fundador de la ciencia moderna. En consecuencia, el proceso de investigación de Galileo no se conformó simplemente con la observación de cosas y hechos, sino que propuso la construcción de teorías e hipótesis (o conjeturas) que explicaran tentativamente esos hechos y que las proposiciones, a su vez, fueran puestas a prueba. Actualmente los procesos de investigación se dan de esta manera. Todo proceder en ciencia está basado principalmente en que no basta la contemplación y el análisis en la generación de conocimiento fáctico, es necesaria la confrontación de nuestros enunciados con los hechos y con otros enunciados. (Bunge, La ciencia, su método y su filosofía, 1973)

Con ello surgió la *coherencia metódica* de la ciencia moderna y que se ha ido complicando constantemente con el surgimiento de nuevas disciplinas. Tal

coherencia está basada en un “proceso de invariancia” en ciencia: los procesos de verificabilidad¹⁴.

Los actualmente llamados filósofos irracionalistas y los detractores de la ciencia comúnmente han argumentado que no hay la existencia de un método científico, o que no hay un único método, sino muchos y muy diversos, los cuales demuestran que no hay tal cosa unitaria llamada ciencia, porque no existe ninguna vinculación entre esos diversos métodos y esas disciplinas.

Ruy Pérez Tamayo expresa la problemática de manera concreta:

...Actividades completamente distintas reunidas bajo un solo común denominador, la palabra *ciencia*. Ante tal dificultad, algunos filósofos de la ciencia han concluido que una definición precisa del campo de la actividad humana que les interesa es imposible, ya que, si se hace muy rígida, muchas ramas de la ciencia (especialmente las más jóvenes) se quedarían fuera, mientras que si se hace muy general se colaría muchas otras cosas que no son ciencia. En cambio, otros filósofos de la ciencia han señalado que sí existe un común denominador para la gran variedad de actividades reunidas bajo el nombre de *ciencia*: *El método científico*. Así el entomólogo, el matemático, el inmunogenetista y el etólogo se identifican como hombres de ciencia porque, a pesar de las enormes diferencias en sus actividades, comparten un elemento esencial: *el método científico*. Se trata de un distintivo característico, de un marcador inconfundible que nos permite clasificar a la humanidad entera en dos clases: los científicos y los otros. Para lograr este portento, basta contemplar las actividades de cada individuo y decidir si están dirigidas (o no) por el método científico. Si lo están, se trata de un hombre de ciencia; si no, no.” (Tamayo, Reflexiones sobre la ciencia, 2010)

Así pues, el método científico tiene la condición verificada (en aras de alcanzar el conocimiento objetivo) (Hernández Prado, José, 2006). Por consiguiente, en la

¹⁴ El núcleo que vincula a todas las disciplinas es precisamente los procesos de contrastabilidad, proporcionando una unidad metodológica a todas las ciencias y evidenciando pautas generales de comportamiento entre científicos y el planteamiento de problemas y soluciones.

variedad de métodos de cada una de las disciplinas está presente esta condición, que es aquel procedimiento en donde una idea pueda ser objetivamente contrastable con datos empíricos (cuantitativos o cualitativos), es decir, que una hipótesis o teoría, junto con datos empíricos, implica un conjunto de proposiciones particulares que pueden ser comparables con el hecho en cuestión, para verificar hasta qué punto la proposición es adecuada al objeto de estudio y en qué medida lo hace.

Aquí surge una cuestión de suma importancia: *¿qué es lo que se verifica?*

La ciencia como empresa social está compuesta de un incalculable número de teorías. Una teoría es un conjunto de hipótesis sistematizadas y ordenadas conceptual, fáctica y lógicamente, de tal manera que hay interdependencia entre esas hipótesis. Esa teoría o conjunto de hipótesis, por cierto, brindan una respuesta a alguna pregunta de investigación. Una hipótesis es una proposición susceptible de ser verificada por medio de uniformidades empíricas. (Bunge, La ciencia, su método y su filosofía, 1973) (Tamayo, Reflexiones sobre la ciencia, 2010) (Hernández Prado, José, 2006). Eso es precisamente lo que se hace en ciencia: la presentación de hipótesis que puedan verificarse como un mecanismo para alcanzar el conocimiento objetivo sobre lo social humano o lo natural. Para verificar una hipótesis o un sistema de ideas se requiere de una condición previa: su formulación precisa. Bunge sostiene que...

La verificación torna más exacto un significado, pero no produce significado alguno. Más bien al contrario, la posesión de un significado determinado es una condición necesaria para que una proposición sea verificable. Pero ¿Cómo habríamos de disponernos a comprobar lo que no entendemos? Esto quiere decir que el conocimiento científico posee una serie de cualidades que le son distintivas de otro tipo de conocimientos. La ciencia debe ser y es clara y precisa, es comunicable y todo ello como condición para verificar enunciados. Ahora una hipótesis que puede expresarse en leyes de corte particular o universal, debe poseer un grado suficiente de generalidad. (Bunge, Epistemología, 1980).

Ello se debe a que las hipótesis científicas tratan no con hechos particulares, sino con clases de hechos. Para ser más exactos, la ciencia busca elementos de prueba universal en hechos singulares y a su vez, busca elementos de prueba singular en principios generales. (Bunge, La ciencia, su método y su filosofía, 1973) (Tamayo, Reflexiones sobre la ciencia, 2010). Toda proposición al ser susceptible de ser verificada, demuestra que estos procesos de verificabilidad no son únicos, sino variados.

Así pues, existen dos tipos de contrastabilidad: la directa, que se da en función de elementos universales provenientes de consecuencias inmediatas y/o particulares; y la indirecta, que responde a la verificación de las consecuencias generales de una hipótesis lo bastante amplia. Las hipótesis pueden ser de tipos diferentes: Contrastables y contrastadas, incontrastadas e incontrastables. (Bunge, Epistemología, 1980).

Las hipótesis contrastables hacen referencia a esas ideas que sí podemos someter al examen de la experiencia ya sea teórica o empíricamente y esta última de manera directa o indirecta, como ya se ha dicho. Las hipótesis incontrastadas (pero contrastables) son aquellas que no han sido puestas a prueba por diversas razones, ya sea por falta de elementos, porque están en su fase primaria o porque no hay herramientas materiales o conceptuales para llevar a cabo el proceso de verificación. Este fue el caso de la teoría de la gravedad Einsteiniana. Esta teoría suponía la existencia de ondas gravitacionales. Durante mucho tiempo no pudo ser confirmada (pero se asumía científica porque era contrastable y se cimentaba en corrientes contrastables y contrastadas). Fue hasta el siglo XXI, con el descubrimiento de la detección de las ondas gravitacionales, que se pudo confirmar la teoría de dichas ondas y los postulados gravitatorios de Einstein. Por último, tenemos las teorías incontrastables. Estas son teorías que no pueden ser puestas a prueba porque hablan de elementos que no podemos verificar (como lo sobrenatural), o sus hipótesis son muy vagas e imprecisas, o porque no van acorde con el conocimiento científico producido.

Todo esto como parte central del método científico, muestra que el método mismo no es un modelo lineal ni petrificado de reglas y procedimientos; por el contrario, es un procedimiento que se define por ser limitadamente flexible, porque mantiene su unidad básica mediante los procesos de contrastabilidad (sean estadísticos, métricos, sociales etcétera).

En ese sentido el método se estructura principalmente con dos componentes: Las particularidades del método y las actitudes del investigador.

1.1.2 Las generalidades y particularidades del método

A pesar de la diversidad de disciplinas y de especializaciones en cada una de ellas, la ciencia es un sistema que se mantiene interrelacionado y estructurada a diversos niveles por un vínculo esencial, que es el núcleo de toda investigación científica: *los procesos de contrastabilidad*.

Las investigaciones se caracterizan por las propiedades de cada disciplina y el objeto que estudian, pero estas formas de investigación contienen elementos generales a todas las disciplinas de la ciencia, de tal manera que permiten evidenciar una tendencia sistemática de la investigación. Estas formas generales son principalmente de dos tipos: *La actitud del investigador y la técnica de planteo*.

Todos los métodos en la ciencia tienen particularidades que les son privativas, pero también elementos generales como pautas de investigación en la ciencia mediante la unidad metodológica que otorgan los procesos de verificabilidad. Ya se ha dicho que el método científico es un conjunto de leyes que nos permiten plantear problemas y respuestas. La legalidad de la ciencia, genera comportamientos uniformes en el investigador, independientemente de la disciplina que practique.¹⁵ Esto radica en que el investigador adopta –mediante el aprendizaje- un

¹⁵ Un comportamiento uniforme, se puede reconocer en términos generales sin que tenga que excluir las particularidades de cada acción.

comportamiento adecuado a la legalidad normativa de la ciencia, sin que lo piense o lo analice, ya que lo aprehende por medio de la práctica que le otorga experiencia.

Una actitud general a todos los investigadores científicos son las orientaciones escépticas con respecto al estudio de la naturaleza y la creación de nuevas teorías. El científico que ha estudiado en cierta disciplina, digamos la biología, sabe que la postulación de una nueva teoría que contradiga el conocimiento existente entre la cantidad de células en el cuerpo, la existencia de virus, bacterias y protozoos en el huésped humano y la relación que tienen con el mismo¹⁶, por ejemplo, en la función de la sintetización de proteínas en los procesos de digestión, puede no ser pertinente porque no será verdadera, hasta que se ponga a prueba y se le investigue en la estructura lógica de esa teoría y sus resultados (adaptación de símbolos a hechos, reglas de operación, principio de no contradicción en sus consecuencias, constantes procesos de verificabilidad particulares y generales; y concordancia de la nueva teoría con el conocimiento producido. Esta actitud traducida en una investigación es algo común.

Pero seamos más concretos. En física nuclear es sabido que un átomo está compuesto por un nucleón y que alrededor de esta gira un electrón (con carga eléctrica negativa). A su vez, el nucleón es el nombre que se le otorga a la conjunción de dos nucleones fundamentales: protones y neutrones. Es conocido que el material o los átomos más comunes en el universo son el hidrógeno y el helio, seguido del oxígeno. Por ejemplo, el oxígeno puede combinarse con hidrógeno para formar grupos oxhidrilo (Ho) y a su vez se pueden hacer muchas más combinaciones químicas acorde con las propiedades de cada partícula.

En el universo, los físicos y los químicos saben que las propiedades químicas de los distintos átomos son una consecuencia de la estructuración de sus nucleones, es decir, de la organización de las distintas partículas elementales y éstas tienen siempre las mismas propiedades. Si en física o en química surgiera una teoría que postulara la idea de que los protones y neutrones no son los mismos en el universo y que tienen diferentes propiedades, el primer comportamiento de la comunidad

¹⁶ Microbioma Humano

científica sería de escepticismo y de análisis, o en su caso, de desestimación y desdén, a raíz del conocimiento acumulado que se tiene sobre el tema y de las consecuencias prácticas que se obtienen de ese conocimiento. (Rosenblueth, 1971) (Tamayo, Reflexiones sobre la ciencia, 2010) (Asimov, Cien preguntas básicas sobre ciencia, 1977)

Pongamos otro ejemplo, pero ahora en el ámbito de las ciencias sociales para demostrar la técnica de planteo de teorías. *“La teoría de los cristales rotos”* es una teoría vigente implícita en muchas obras de sociología y psicología. Es una hipótesis-teoría sobre la influencia de las conductas sociales como factor de regulación del comportamiento para otras personas. En ella se postula la idea de que una conducta moral cívica o nada cívica, sienta un precedente social para aquellas personas que se encuentran interactuando en el mismo ámbito, de tal manera que lo más probable es que esa conducta se repita en otros actores y en otros ámbitos a raíz de la percepción de dicha conducta inicial.

Esta teoría formulada por James Wilson y George Kelling surgió de un experimento realizado por el psicólogo Philip Zimbardo: Se creó una situación controlada en donde se abandonaba un coche en las calles del Bronx de Nueva York, sin matrícula y con las puertas abiertas. Lo que sucedió fue que en unos cuantos minutos el carro había sido desvalijado y destrozado. Paralelamente, también se abandonó otro carro, pero ahora en un barrio rico de California. La consecuencia es que no pasó nada. El coche siguió intacto ahí unas semanas, pero al psicólogo se le ocurrió destrozarse algunas partes del coche. A las pocas horas, el carro de California sufrió las mismas consecuencias que el del Bronx. La teoría sostiene que todo comportamiento social es asimilable en un proceso de socialización, de tal manera que las acciones en un determinado espacio envían mensajes a las personas que interactúan ahí. Una ventana rota manda la señal de que la zona está descuidada y que las normas sociales, o son inexistentes (anomia) o languidecen. Por otra parte, el respeto por las normas, traducido en el cuidado de un determinado espacio o el comportamiento moral respetuoso de las normas sociales y jurídicas vigentes,

manda la señal de que hay una vigilancia y que la transgresión de las normas se castiga, ya sea social o jurídicamente. Los autores lo formulaban así.

Muchos ciudadanos pensarán que el crimen, sobre todo el crimen violento, se multiplica, y consiguientemente modificarán su conducta. Usarán las calles con menos frecuencia y, cuando lo hagan, se mantendrán alejados de los otros, moviéndose rápidamente, sin mirarlos ni hablarles. No querrán implicarse con ellos. Para algunos, esa atomización creciente no será relevante, pero lo será para otros, que obtienen satisfacciones de esa relación con los demás. Para ellos, el barrio dejará de existir, excepto en lo que se refiere a algunos amigos fiables con los que estarán dispuestos a reunirse.

La teoría se formuló por los autores como resultado de un experimento, proceso que a su vez tuvo como consecuencia una serie de políticas públicas orientadas a la aplicación de la ley. El proceso de planteo de hipótesis y problemas es muy diverso y variable, pero dentro de estas variables hay pautas generales. En los ejemplos precedentes de disciplinas tan diversas como la física y la sociología, hubo la construcción de teorías, formulación de hechos, legalidad, explicaciones, configuración de hipótesis, etcétera. Todas las teorías científicas buscan ser racionales y objetivas, es decir, lograr un conocimiento constituido por conceptos precisos, juicios y precisiones sintácticas, junto con ideas estructuradas y relacionadas sistemáticamente con otras hipótesis y teorías. A su vez buscan concordar con el objeto que estudian, buscando alcanzar una verdad por medio de la verificación de esas ideas a los hechos. Con esto me refiero a que la postulación de hipótesis-leyes, y sus correspondientes métodos de verificación uniforme, son una constante en todas las ciencias, independientemente de cuál se trate.

Un ejemplo particular. El *principio de Heisenberg* fue un acontecimiento importante para la comprensión del universo cuántico, pero no sólo cambió la comprensión de la naturaleza del mundo (sobre todo de las partículas elementales), al exponer que no se pueden formular leyes precisas sobre los eventos de dichas partículas. Así, para observar una partícula debemos recurrir a una forma de energía. Tal principio

sostiene que es imposible conocer de manera exacta y precisa y al mismo tiempo la velocidad de una partícula y su posición. Sólo podemos conocer la posición de manera exacta, aumentando la incertidumbre de sus movimiento o, conocer la velocidad de la partícula y desconocer por completo su posición. Este principio no sólo tuvo una importancia mayúscula para el mundo cuántico, y si bien su aplicación queda limitada al mundo físico en estricto rigor, tuvo consecuencias importantes para la investigación científica, sobre todo en los procesos de formulación de hipótesis/teorías y sus correspondientes métodos de verificación (Rosenblueth, 1971) (Hernández Prado, José, 2006). El *principio de Heisenberg* enseñó a los científicos que nada es seguro y que todo está sujeto a cambios, así como los límites de la comprensión humana quedan definidos en cierta medida por el ámbito de estudio al que se dedican. Entender la totalidad de las cosas, se convirtió en una vana ilusión. El *principio de Heisenberg* como principio físico, se ha constituido en una norma técnica-moral para la ciencia moderna.

Bunge, Tamayo y Rosenblueth exponen cada uno, respectivamente, un sumario de pautas generales de la investigación científica, que manifiestan la existencia de un método científico a partir del estudio de investigaciones propias. Conviene aclarar, que estás pautas son una abstracción, un *tipo ideal* del procedimiento metodológico de la investigación científica.

El primero proviene del artículo titulado “¿Qué es y a qué puede aplicarse el Método Científico?” dónde Bunge enumera pautas expuestas aquí a manera sintética:

1-. *Planteamiento del problema.*

- Reconocimiento de los hechos.
- Formulación del problema.
- Descubrimiento del problema.

2-. *Construcción de un modelo teórico.*

- Selección de los factores pertinentes.
- Invención de hipótesis centrales y de suposiciones auxiliares.

- Traducción matemática.

3-. *Deducción de consecuencias particulares.*

- Búsqueda de soportes racionales.
- Búsqueda de soportes empíricos.

4-. *Prueba de hipótesis.*

- Diseño de la prueba.
- Ejecución de la prueba.
- Elaboración de datos.
- Inferencia de la conclusión.

5-. *Introducción de las conclusiones en la teoría.*

- Comparación de las conclusiones de las predicciones.
- Reajuste del modelo.
- Sugerencias acerca del trabajo ulterior.

Las enumeraciones de este autor son sólo una aproximación para poder visualizar el proceso de investigación científica. (Bunge, La ciencia, su metodo y su filosofía, 1973).

A su vez, Rufino Tamayo enumera una serie de reglas generales del investigador científico, que trasladan la legalidad de la metodología al comportamiento de los científicos. Lo hace a raíz de su experiencia personal. Su libro, *“Reflexiones sobre ciencia”* es un ejercicio intelectual que enumera lo siguiente:

- 1.- No es válido pronunciar mentiras.
- 2.- No es válido ocultar información.
- 3.- No es conveniente apartarse de la realidad (en términos místicos o filosóficos).
- 4.- Respetar la consistencia interna (de la ciencia).

5.- No rebasar el conocimiento.

6.- Los hechos también llevan a equivocaciones.

Por último, tenemos la caracterización proporcionada por Rosenblueth en su libro "*El método científico*". Este autor es particular por mostrar el proceso de construcción de una teoría científica:

1.- Selección de variables pertinentes de un evento o fenómeno.

2.- Establecimiento de las relaciones entre variables.

3.- Asignación de valores a las constantes numéricas de estas relaciones.

4.- Búsqueda de relaciones entre estas y otras teorías.

Toda disciplina científica tiene en su seno pautas generales de comportamiento y procedimientos para llevar a cabo una investigación. Si bien las particularidades pueden hacer variar el modo de planteamiento de una investigación, la investigación misma, independientemente de cada disciplina, presenta una formalidad que es propia de la ciencia. El cuerpo normativo de la ciencia, se socializa por medio del aprendizaje.

Dicha formalidad referida y enunciada por los tres autores, nos permite recurrir a una investigación sucedida a finales del siglo XIX y principios del XX, que sentó las bases de la medicina moderna y el descenso de la mortalidad en las personas por enfermedades infecciosas. Me refiero al desarrollo de la *quimioterapia*.

Paul Ehrlich es el padre de la quimioterapia y la sueroterapia, disciplinas dedicadas al estudio de los componentes químicos y la generación de fármacos para tratar agentes patógenos externos.

Ehrlich fue un estudioso del sistema inmunológico, inició sus trabajos desde el doctorado por medio del análisis de la tinción de ciertos tejidos del cuerpo como una manera de estudiar la toxicidad de la anilina y, sobre todo, descubrir por qué ciertas células se pintaban y otras no. Estos estudios son el resultado de unir a la química con la medicina. En 1886 estudiando la tinción y descubriendo las vías del sistema

nervioso, se dedicó a analizar la tripanosomiasis, que en 1906 logró curar en un ratón por medio de la inyección de un colorante llamado “rojo tripano”, del cual había estudiado sus propiedades químicas. Paul Ehrlich era conocido por su meticulosidad, la rigurosidad de sus análisis y por su manera de proceder en los mismos. En el campo de la inmunología estableció *“la teoría de las cadenas laterales”* que explicaba cómo los receptores externos de las células se combinaban con agentes patógenos para producir *“cuerpos inmunes”* específicos para combatir la enfermedad. La teoría sostiene que las células, sobre todo en su parte externa, se fusionan a ciertos grupos químicos de los patógenos, lo que produce excedentes antitóxicos, hoy llamados *“anticuerpos”* (Asimov, Momentos estelares de la Ciencia, 1959).

Su procedimiento fue el siguiente:

Ehrlich se hizo dos preguntas fundamentales:

¿Por qué el azul de metileno colorea la sustancia nerviosa?

¿Por qué la sustancia nerviosa es coloreada por el azul metileno?

(Etapa 1: planteamiento del problema: reconocimiento, formulación y descubrimiento del problema).

De estas preguntas se derivó su concepción química de la medicina *(Etapa 2: construcción de un modelo teórico: factores y variables pertinentes, hipótesis centrales y matematización), estableciendo la fórmula química del Atoxil:*

El acetiló el arsanil obteniendo la arsacetina, medicamento activo frente al treponema, pero productora de lesiones en el nervio óptico (*selección de factores pertinentes*); el arsanil y la arsacetina no eran activos contra el tripanosoma *in vitro*; luego pasaba algo en el organismo que hacía que cambiaran de estructura y se convirtieran en activos (*pruebas de hipótesis, ejecución de prueba, estudio de datos, etapa 4*); formulación (o *reformulación*) de hipótesis: debía producirse una acción reductora en los tejidos humanos; obtuvo (...) artificialmente: arsenofenilglicina; comprobó que las células de los tripanosomas tenían grupos arsenorreceptores y

aceticorreceptores, y las del treponema, grupos arsenorreceptores, halogenorreceptores e hidroilorreceptores; buscó sustancias en cuya molécula existieran grupos hidroxílicos asociadas al arsenobenzol; halló el dioxidiamidoarsenobenzol, que poseía propiedades parasitotropas y no organotrofas. Éste era el compuesto 606 al que le puso el nombre de salvarsán, o “arsénico que salva” (*etapas ejecutadas 4 y 5: comparación de hechos y teorías, inferencia de conclusión, ajuste del modelo y postulación de la investigación*).¹⁷

A principios del siglo XX hizo su mayor descubrimiento: un compuesto químico sintetizado para tratar infecciones conocido como 606¹⁸, que llamó “Salvarsán”. Dicho fármaco se conoce con ese número por ser producto de las investigaciones realizadas en ratones para tratar infecciones. Lo que hacía Ehrlich era sintetizar químicos de baja toxicidad y agregarle componentes, para que una vez inyectados, actuaran contra la infección. El salvarsán era un componente derivado del arsénico (arsfenamina), que utilizó para tratar la sífilis y fue sustituido por el 904 o “neosalvarsán”, también producido por Ehrlich.

1.1.3 El núcleo de la investigación: una hipótesis

“La historia de las ciencias nos demuestra que las teorías son perecederas. Con cada nueva verdad revelada, tenemos una mejor comprensión de la naturaleza y nuestras concepciones, y nuestros puntos de vista, se modifican.”

Nikola Tesla

Una hipótesis, como ya se ha dicho, es un enunciado o una proposición susceptible de ser verificada por medio de reiteraciones empíricas (Merton, Teoría y estructuras sociales, 1949) (Hernández Prado, José, 2006). Las teorías científicas son agregados sistémicos de hipótesis y de datos fácticos y formales. Toda proposición

¹⁷ Véase “Paul Ehrlich y el hallazgo del 606” disponible en: <https://www.historiadelamedicina.org/606Expo/ehrlich2.html>. Consultado el día 17/01/2019. Las cursivas son mías.

¹⁸ Se llama así porque fue el número de investigación que dio resultados; realizó más de mil experimentos.

y toda teoría poseen un grado de generalidad, de tal manera que mantenga un equilibrio para explicar no un fenómeno único y particular, sino una clase de fenómenos, y al mismo tiempo, debe ser lo suficientemente particular para poder verificarla sin que la hipótesis se pierda en una abstracción inverificable (Merton, Teoría y estructuras sociales, 1949).

No todas las afirmaciones son verificables, pero los enunciados verificables requieren de precisión tanto conceptual, fáctica y semántica para que puedan someterse a procesos de verificación. (Bunge, La ciencia, su método y su filosofía, 1973) (Rosenblueth, 1971) Las hipótesis tienen cuatro fundamentos principales que determinan o posibilitan su estructura interna, sus relaciones y la clase de hechos a los que pretende adecuarse (Bunge, La ciencia, su método y su filosofía, 1973).

El primero de ellos es el *soporte empírico*. Este tipo de soporte es uno de los elementos críticos de una hipótesis, ya que es en él mediante el cual dicha hipótesis puede relacionarse con un conjunto de hechos y calcular la variabilidad, complejidad e individualidad con respecto los mismos; además nos permite en cada caso saber el nivel de precisión y explorar la reconstrucción de los hechos. Pero, sobre todo, nos permite fundamentar nuestra investigación con base en la probabilidad de adecuación de las hipótesis los hechos y poder explorar nuevas cuestiones referentes a una clase de hechos en particular.

Luego aparece el *soporte racional*, que es una relación inherente e intrínseca entre la hipótesis y el conocimiento científico producido hasta el momento. Esto se refiere al nivel de concordancia. A su vez, radica en el uso de leyes de adaptación de los signos y simbologías a los hechos y a la precisión semántica de los mismos y sus respectivas relaciones con otros hechos, teorías e hipótesis.

Después hay que destacar el *soporte psicológico*, que es de carácter social. Este soporte está fundamentado en las condiciones culturales que predisponen a la configuración de estructuras psicológicas de los individuos, derivado de un orden social que fomenta y restringe ciertas actitudes y comportamientos, los cuales asignan como consecuencia, juicios de valor a los procedimientos científicos y sus resultados.

El *soporte cultural*, por último, hace referencia a la estructura normativa de una sociedad que fomenta el desarrollo de ciertas hipótesis e ideas entre los individuos, fomentando o limitando a las mismas a partir de ciertas condiciones sociales. Por consiguiente, la compatibilidad (o no) de las hipótesis está en relación o hasta confrontación con las concepciones del mundo y de las modas intelectuales predominantes de la época y el tipo de sociedad.

Estos soportes de las hipótesis, son en realidad, indisociables y forman parte de toda creación y reformulación de las mismas.

1.1.4 Ley científica

“La ciencia nunca resuelve un problema sin crear otros 10 más.”

George Bernard Shaw

Uno de los objetivos primordiales de la investigación científica es la búsqueda, descripción, explicación y aplicación de las leyes que rigen al mundo. Uno de los principales problemas en la investigación filosófica y científica es que el concepto de *Ley* no suele estar muy bien definido, y muchas veces tal definición procede implícitamente del contexto en el que se usa dicha idea (Bunge, *La ciencia, su metodo y su filosofía*, 1973). El concepto de *Ley* tiene cuatro acepciones que derivan del uso que se le da en las investigaciones científicas.

La nomenclatura uniforme propuesta por Bunge sostiene las reglas de designación semántica referidas como sigue¹⁹:

- 1-. Ley 1, o simplemente ley, denota toda pauta inmanente del ser o del devenir; esto es, toda relación constante y objetiva en la naturaleza, en la mente o la sociedad.

¹⁹ (Bunge, *La ciencia, su metodo y su filosofía*, 1973, págs. 91-108)

2-. Ley 2, o *enunciado nomológico o enunciado de ley*, designa toda hipótesis general que tiene como referente mediato de una ley¹, y que constituye una reconstrucción conceptual de ella. Todo enunciado de ley tiene, en realidad, dos referentes: uno es la pauta de cierta clase de hechos, al que se supone que se adecua (nunca perfectamente) el enunciado en cuestión; podemos llamarlo el *referente mediato* del enunciado de ley. El *referente inmediato* de un enunciado nomológico es, en cambio, el modelo teórico al que se aplica exactamente.....

3-. Ley 3, o *enunciado nomopragmático*, designa toda regla mediante la cual puede regularse (exitosamente o no) una conducta. Las leyes³, son casi siempre consecuencias de las leyes², en conjunción con ítems de información específica. Una clase conspicua de este tipo de ley³ es la de los enunciados nomológicos predictivos, esto es, las proposiciones mediante las cuales se hacen predicciones (o retrodicciones) de sucesos singulares.

4-. Ley 4, o *enunciado metanomológico*, designa todo principio general acerca de la forma y/o alcance de los enunciados de ley pertenecientes a algún capítulo de la ciencia fáctica.

Las leyes¹ simplemente son sucesos y procesos tal cual en el mundo. Son estructuras invariantes que rigen el universo, sea social o físico, y por lo tanto tienen un carácter óntico: simplemente son.

Las leyes 2 son mecanismos y proposiciones para poder, describir, explicar y aplicar leyes¹, referentes a ellas en cuanto tal y con datos e información específica de dichas pautas invariantes del universo. Este tipo de ley es perteneciente a los campos de conocimiento científico y filosófico.

Las leyes 3 son ecuaciones invariantes referentes a las leyes¹ y leyes² como mecanismo para aplicar y controlar una conducta del universo, que presenta una aplicabilidad en forma general de ecuación. Las leyes³ tienen un carácter predictivo sobre el universo, pero también son pautas invariantes pragmáticas.

Las leyes 4 pueden ser entendidas como un tipo de ley específica referente a las leyes 2 y 3 con la función para establecer los alcances y límites de dichas leyes y clarificar su carácter metodológico y ontológico.

Todas las leyes científicas poseen el carácter de la sistematicidad, es decir, se encuentran trabadas con ítems de información específica y vinculada con otros tipos de leyes a diferentes niveles: conceptual, fáctico y metodológico. Las leyes vienen referidas como la derivación de esquemas estructurales bajo la modalidad de proposiciones, principios, axiomas o hipótesis (con excepción de las leyes¹) y son cognoscibles por medio de estas proposiciones. Así también tienen un dominio de validez referido a un universo de aplicabilidad y de explicación con el carácter general del cual se derivan dichas leyes. Es por esto que ciertas leyes sólo son aplicables a ciertos ámbitos y el científico sabe que un esquema teórico de un nivel de la realidad puede ser inaplicable para otro.

Las leyes, muy variadas y diversas, se consideran el fin último de carácter específico de la investigación científica, y es, asimismo, el distintivo indiscutible de una ciencia madura y profesional.

1.1.5 El valor de la verdad

“La característica extraordinaria de las leyes de la física es que se aplican en todos lados, sea que tú elijas o no creer en ellas. Lo bueno de las ciencias es que siempre tienen la verdad, quieras creerla o no.”

Neil deGrasse Tyson

En filosofía se ha desarrollado una discusión entre tres posturas, que ha afectado a la ciencia: *El constructivismo, el relativismo-subjetivismo y el realismo.*

Respectivamente, la primera posición sostiene que la verdad es una construcción social, y en ese sentido, la verdad depende del contexto social y del individuo que la está pronunciando. La segunda argumenta que la verdad está intrínsecamente asociada al observador y está (la verdad) no puede desprenderse de aquel (el

sujeto); en consecuencia, los juicios emitidos dependen de la perspectiva del mismo; y por último tenemos aquella postura que evidencia la posibilidad de una verdad objetiva y una realidad que es independiente del sujeto que observa.²⁰

La ciencia, que tiene por objeto la búsqueda de la verdad y el desarrollo de conocimiento objetivo, es un proceso muy complejo que puede dar lugar a las tres posiciones mencionadas, pero es imposible que todas ellas sean simultáneamente verdaderas. A esta tesina le parece que la postura más sostenible, convincente y cercana, inclusive, a la verdad misma, es el tercero, que es referente al *realismo* en el conocimiento científico.

Toda investigación²¹ implica una interdependencia entre el objeto observado (con una existencia real), el sujeto cognoscente que lo estudia (con científicidad) y, por supuesto, de los mecanismos de observación e investigación. *Esto quiere decir que la investigación científica es un proceso que busca conocer y explicar un mundo que tiene una existencia objetiva independiente del investigador.* El filósofo Thomas Reid había formulado el mismo asunto de una manera muy diferente. Reid no gustaba del término “idea”, ya que consideraba que éste había conducido muchos errores en filosofía. Para Reid el error estriba en considerar a las ideas como las “representaciones”, “reproducciones” o “copias” de los objetos reales a los que se refieren y pasarlas como reales, tanto más que al objeto al que se refieren. Reid consideraba que el acto mismo de la percepción por el cual llegamos a tener ideas, no es un proceso meramente receptivo, impresiones receptivas por las que conducen a la construcción de ideas. En cambio, consideraba que percibir es un proceso activo, hacer algo que influye en la manera de percepción misma. Por ello

²⁰ Durkheim, por ejemplo, insistía en que los “hechos sociales tienen una existencia objetiva independiente del investigador”.

²¹ Nos referimos aquí a las ciencias fácticas. El problema de la verdad en las ciencias formales (como la matemática) es de otra manera, ya que corresponde más bien a la coherencia de un teorema con un determinado sistema matemático, y la verdad se alcanzará por dicha coherencia. Por eso lo que es verdadero en un sistema matemático, puede ser falso en otro.

“Percibir es ir activamente a tomar o recolectar información del mundo real, por medio del quehacer de nuestros sentidos, a través de los actos de percepción” (Hernández Prado José, 2010).

Con ello Reid apuntaba a un fenómeno particularmente importante: Las ideas no son copias o reproducciones de las entidades que se estudian, son nociones de nuestra mente a través del proceso de percepción. Dichas nociones son alusivas al objeto externo que se estudia, que se construyen de manera muy aproximada a su objeto o muy alejada de él, pero que en todo caso son o pretenden ser alusivas de lo real. Esto significa que las nociones de las entidades y procesos estudiados son más acertadas o equivocadas unas que otras, pero jamás serán tajantemente falsas o verdaderas, algo cercano a lo que hemos mencionado en relación a que el conocimiento científico es, con mucha seguridad probablemente más verdadero que otros conocimientos, pero nunca absolutamente verdadero. Por ello el nocionismo de Reid sostendría que

“El conocimiento humano de lo real es siempre algo limitado y perfectible y tan sólo incluye las certezas absolutas que le parecen evidentes de suyo, pues la suscripción de verdades fácticas en esencia incuestionables es algo que se revela insostenible y sólo compatible con una discutible concepción representacionista de la percepción y del conocimiento” (Hernández Prado, José, 2006).

A causa de esto Reid consideraría que el conocimiento es aquel que tiene buena evidencia que lo sustente y que las ideas derivadas de la autoridad o de los prejuicios no debiera llamarse conocimiento. Ahora bien, si Reid ponía énfasis en el proceso de percepción de ideas, aclararía que el concepto mismo de noción como alusión a un objeto, es contraria a la sensación por ser de corte subjetivo. Reid postulaba que la percepción es un proceso de obtención de información sobre el mundo y que si bien el criterio personal (los sentidos por los cuales percibimos) en cierta medida influyen en cómo percibimos, no es así con el objeto mismo, es decir la percepción no influye en el objeto que se estudia porque este es objetivo, independiente del observador.

“En los actos de la percepción, por consiguiente, se postula siempre o se da por supuesta una entidad real, externa u objetiva y hay dos elementos apreciables en dicho acto: nuestra noción del objeto que percibimos y –lo que es muy importante- nuestra creencia o convicción irresistible en la realidad del objeto percibido. Cuando percibimos, no podemos dejar de creer espontáneamente en que lo que percibimos es real. Así estamos hechos los humanos... Para el idealismo representacionista el mundo es justo *del modo en que lo entendemos*, mientras que para el realismo nocionista él es *justo como es* –no obstante que nuestras creencias contribuyan tanto a construirlo y, en rigor, *sólo lo entendemos mejor o peor, de una forma más acertada o desatinada*” (Hernández Prado, José, 2006).

Con su filosofía, Reid arrojaría luz en el siglo XVIII sobre parte del corpus de principios epistemológicos que empezaban a regir y que hoy rigen el conocimiento científico. Dentro de estos elementos epistémicos sobre sale uno de carácter muy importante, sobre todo que desencadenó arduos debates en filosofía y ciencia. Es la cuestión referente al *sentido común*. Se ha sostenido que el sentido común es un tipo de conocimiento particular y opuesto al científico, pero tanto Rosenblueth²² y más claramente Reid formularían el papel que el conocimiento de *sentido común* tiene para nuestra vida diaria y la ciencia. Reid formuló que el acto de percibir no es una acción pasiva, ni se caracteriza por ser receptivo, todo lo contrario. Percibir es un acto de hacer con nuestros sentidos, ya sea de manera consciente o inconsciente. Por ello, percibir implica un acto de *juzgar* las cosas. Juzgar es una función propia de la mente y una característica que quizá no sólo sea humana. Entonces el concepto es diferente a su concepción contemporánea (aunque el concepto moderno de juzgar, probablemente derive de aquí), conlleva un proceso de ponderación intrínseca a cualquier actividad o acto de percepción y para ello implica conocer, ya sea por evidencia o principios. La acción interesada, es un constante acto de juzgar las cosas y es a su vez resultado de ella. Por ello, Reid argumentó que la actividad mental y los actos de percepción se derivan de un

²² Para Rosenblueth, el debate de si la ciencia y el sentido común son opuestos es una falacia. (Rosenblueth, 1971).

conjunto de “primeros principios para juzgar” (Hernández Prado, José, 2006), donde el sentido común encuentra su mayor expresión, ya que es un conocimiento basado en la experiencia y en las nociones que tenemos del mundo, que son actos propios de vivir. Reid lo sostiene de la siguiente manera:

“Aquellos juicios originarios y naturales son, en consecuencia, una parte del equipamiento de la naturaleza le ha dado al entendimiento humano. Ellos son una inspiración del Todopoderoso en grado no menor al de nuestras nociones o captaciones simples y sirven para que nos conduzcamos en los asuntos comunes de la vida en los que nuestra facultad de razonamiento nos deja a oscuras. Son una parte de nuestra constitución y todos nuestros descubrimientos de la razón se apoyan en ellos. Integran lo que se denomina el sentido común de la humanidad y cuanto es manifiestamente contrario a cualquiera de estos primeros principios es lo que denominamos absurdo. La fuerza de estos principios es lo que denominamos el buen sentido, que a menudo se hace presente a quienes no son muy prolijos en su razonamiento. Una notable desviación de ellos, que surja de algún desorden en la constitución humana, en lo que denominamos locura, como cuando un hombre cree que está hecho de vidrio. Y cuando en algún hombre su razonamiento discurre, por argumentos metafísicos, fuera de los principios del sentido común, a eso lo llamamos locura metafísica, que difiere de otras especies de desarreglo en que no es continua, sino intermitente y capaz de atrapar al paciente en sus momentos especulativos y solitarios, si bien cuando retorna a la sociedad, entonces el sentido común recupera su autoridad en él.” (Hernández Prado José, 2010).

Por ello, el *sentido común* como facultad mental, no es un acto propiamente contrario al conocimiento científico (en casos particulares puede serlo). Más allá de esta falsa dicotomía, parte del sentido común es un elemento cognitivo de impulso para la investigación científica y sobre todo para la razón. Reid concebía al *sentido común* como un tipo de conocimiento que es constitutivamente diferente al *conocimiento ordinario*. Éste último sí es en su mayor parte contrario a las verdades

científicas y se caracteriza por ser un conocimiento que deriva de las percepciones inmediatas y, por lo tanto, la formulación de las conclusiones más obvias. El *sentido común es el fundamento de la razón y al final, el paso inicial de la investigación científica, tal como argumentaba Rosenblueth* (Rosenblueth, 1971). Así lo ha expresado el Dr. José Hernández Prado en referencia al realismo nocionista de Thomas Reid:

“...El sentido común y la razón no se oponen. Antes bien, esta última implica una capacidad inferencial, aunque así mismo y de forma previa -como primer grado u oficio de la razón misma-, una capacidad de juicio que se apoya en los primeros principios del sentido común. El sentido común es una relevante capacidad mental inherente a todos los miembros de la especie humana, sin importar ese contexto sociocultural o aquella época y lugar a los que ellos pertenezcan. Por consiguiente, el sentido común nunca es *mentalidad* histórico-cultural y, mucho menos, conjunto de creencias y hasta prejuicios tradicionales de una histórica cultura social en particular (Hernández Prado, José, 2006)”.

Pero ¿Qué es eso que Thomas Reid llama “*Primeros principios del sentido común*”? y ¿Cuál es su papel en la investigación científica?

Los *primeros principios* son la forma manifiesta del *sentido común* mediante la realización de juicios correctos sobre la vida. Como ya hemos señalado, nos permiten una existencia como especie y como sociedad. Pero Reid apuntó que también existen otros primeros principios que no tienen como tal, un carácter instintivo, ya que en parte nos permiten desarrollarnos en alguna disciplina de la filosofía, las artes o las ciencias. Estos principios constituyen uno de los impulsos iniciales a la investigación e incluso forman parte de la base epistemológica de la ciencia como sistema de conocimiento. Reid apuntó seis clases de principios (y no principios particulares). Aquí sólo retomaremos los más evidentes e importantes en la investigación científica.

“Primeros principios lógicos: *Toda proposición es verdadera o falsa, o ninguna proposición puede ser verdadera y falsa al mismo tiempo, o el*

razonamiento circular no demuestra nada, o todo lo que puede predicarse con verdad acerca de un género, se puede predicar con verdad de sus especies y de los individuos que forman parte de aquel género” (Hernández Prado José, 2010).

Este principio es básico en la investigación, ya que no se puede hacer ciencia sin él. En la actualidad es conocido como “Principio de no contradicción” y “la ciencia es sistémica”.

Un segundo principio es:

“Primeros principios metafísicos: Juicios tales como: Las cualidades que percibimos mediante nuestros sentidos deben tener un sujeto que llamamos cuerpo, y los pensamientos de los que somos conscientes, un sujeto que llamamos mente o también todo lo que comienza a existir debe tener una causa que lo produjo” (Hernández Prado, José, 2006).

Es importante resaltar que este principio es la base ontológica de la investigación científica moderna. Dichos principios son enunciados con detalle en el capítulo dos.

Como ha mencionado el Dr. José Hernández Prado, la formulación de lo que Thomas Reid consideraba *sentido común* es una propiedad intrínseca a la naturaleza humana y, por lo tanto, importante en la constitución de eso que llamamos ciencia. Así lo sostiene:

“Los primeros principios de las verdades contingentes y los de las verdades necesarias ofrecen ya una muy buena noción de lo que es, en principio, el sentido común humano, éste común a todos los miembros de nuestra especie y que propicia lo que, en última instancia, también es ese sentido común: no otra cosa que sensatez, juiciosidad o razonabilidad. Esta sensatez debiera procurarse en nuestro limitado y muy perfectible conocimiento del mundo real, a través de la búsqueda de cada vez mejores nociones acerca del mismo, pero también es muy aconsejable para nuestro actuar en la realidad” (Hernández Prado, José, 2006).

Ahora bien, el científico busca la *verdad (o conocimiento objetivo)*, que sabe que es *parcial o limitada y temporal o superable* (es decir, hasta nuevo aviso), de la cual posee una relación con respecto a un “*marco de referencia*”, o sea, a un contexto que posibilita o limita los enunciados, teorías o proposiciones en función de la posición del investigador, pero de la cual este no posee la libertad absoluta para emitir descripciones sobre un objeto estudiado. En la ciencia, la investigación es una actividad colectiva compuesta de descripciones, explicaciones y predicciones, conocimientos y evaluaciones colectivas. Las descripciones y evaluaciones individuales muestran puntos y acuerdos en común sobre el objeto de estudio y que son susceptibles ser verificados para alcanzar una verdad parcial, por sucesivas aproximaciones mediante los procesos de contrastabilidad.

En ciencia, el valor de la verdad está asociado primordialmente a los métodos de contrastabilidad; es decir que el conocimiento debe ser susceptible de ser verificado (confirmado o desconfirmado) (Hernández Prado, José, 2006). Aquel conocimiento desarrollado y que no sea susceptible de verificación, simplemente no puede ser científico, sino tan sólo de otro tipo: ordinario, práctico, ideológico, tecnológico, filosófico... (Bunge, La ciencia, su método y su filosofía, 1973).

Pero la actividad científica no se encuentra por encima de otras actividades humanas. Está sujeta a prácticas que se pueden dar en otros ámbitos de la sociedad, por la condición humana misma. Bunge apunta que existen *cinco criterios para establecer el valor de la verdad de las cosas y los enunciados* -de los cuales, la verificabilidad es uno y es por excelencia, el de la ciencia-. Los criterios que el autor enumera se dan en función del *gusto* por una obra, por *argumentos de autoridad*, por *evidencia o intuición* y por *verdades convenientes*.

Estos tipos de argumentos más generalizados en la vida cotidiana y asociados a otras actividades de tipo estético, de sentido común, de actividades políticas, etcétera, también están presentes en ciencia, pero en menor medida (ya que la actividad científica misma, como ya hemos mostrado, garantiza con sus métodos la objetividad).

Un ejemplo claro es que los científicos, de manera inevitable suelen acudir a argumentos de autoridad atenuada. (Bunge, La ciencia, su metodo y su filosofia, 1973). El conocimiento es colectivo, en ese sentido nadie empieza desde cero y todo desarrollo de teoría o hipótesis e incluso modelos de medición tienen sus orígenes en investigaciones precedentes, en las cuáles el investigador puede sustentarse. Pero ese sustento no es irracional; el científico sabe que toda autoridad en ciencia sólo es por respeto estrictamente limitado, pero no fáctica -aunque puede llegar a serlo y representar un retroceso en ciencia, cuestión que abordaremos más adelante- ya que se sabe que toda proposición no es infalible, ni eterna ni intocable: *“Toda autoridad científica se desvanece en el aire, a la luz de los nuevos hechos y los procesos para verificarlos”*.

La demagogia entendida como políticas de Posverdad es un fenómeno que sucede por fuera de la investigación científica, pero que afecta su actividad y la difusión de los conocimientos. El siglo XXI se caracteriza como un periodo en el cual los nuevos medios de información hacen que la circulación y el establecimiento de redes se vuelva muy flexible y fluctuante, de tal manera que los individuos son susceptibles de una exposición masiva a mensajes e información que puede estar manipulada, aunque se perciba como plenamente real y verdadera por parte de los receptores.

El conocimiento científico no tiene exclusivo monopolio de la verdad, pero muestra una tendencia a revelarla de manera constante y sistemática. Esto se debe a que la investigación científica posee diversas características que se han enunciado de manera explícita. La ciencia moderna inició desde lo simple a lo complejo como una constante incesante (emulando el desarrollo de la vida misma); habiendo tenido principio no tendrá fin, en tanto exista la actividad como tal. Las disciplinas científicas se han vuelto muy diversas, y asimismo complejas, incluso internamente, de tal manera que ello ha imposibilitado no sólo a los científicos sino a cualquier individuo, comprender la *totalidad* de cualquier cosa. Esto no es exclusivo de la ciencia. El mundo es cada vez más complejo y parece que hay una tendencia inexorable que indica que así seguirá siendo, lo que dificulta a las personas estar cada vez más informadas sobre algo.

Bien puede ser que la ciencia y la tecnología hayan generado dicho proceso social. Empero, la ciencia es sistémica y la especialización, que es útil y necesaria se encuentra limitada por la investigación misma. La ciencia es una actividad que se desarrolla entre la generalidad y la particularidad de sus objetos de estudio, entre la especialización y la generalidad de un campo, como las caras de una misma moneda. Esto es quizá, resultado de una realidad propia que es externa, de un hecho social o biológico con diversas relaciones en su entorno inmediato y lejano, resultado de un proceso con múltiples mecanismos causales de desarrollo.

La ciencia al ser intrínsecamente *glocalista, consiliente y controversial en sus postulados, ideas y métodos*, tiene como consecuencia la síntesis de diversas perspectivas para entender un fenómeno. La especialización, entendida como un proceso en dónde se conoce a profundidad un fenómeno en un campo cada vez más reducido y que ha sido caracterizado por algunos críticos de la ciencia como un mal que obnubila la visión, que limita las perspectivas y levanta fronteras entre las disciplinas²³, simplemente no existe, al menos no así en la actividad científica responsable y seria, comprometida con la generación de conocimientos. No pretendo negar la especialización misma, lo que quiero señalar es que esta tiene límites marcados por la actividad misma, como ya he mencionado antes. Tanto la generalidad como la especialización son elementos conjuntos que eliminan mutuamente las desventajas de cada perspectiva; y la actividad científica, para que pueda ser realizada, es un tránsito continuo entre ambas, ya que la especialización proporciona objetos de estudio concretos y métodos particulares para estudiarlos.

Como Mario Bunge, Rosenblueth y Tamayo han señalado, el conocimiento científico es vincutivo, es decir, *trasciende los hechos*, no sólo se atiende a un hecho sino a muchos más y las perspectivas del científico igual. Además, es *analítico, claro y preciso, comunicable, general, legal, predictivo, abierto y útil* (Bunge, La ciencia, su metodo y su filosofía, 1973) (Bunge, Epistemología, 1980) (Rosenblueth, 1971) (Tamayo, Reflexiones sobre la ciencia, 2010).

²³ Las fronteras en ciencias, son sólo artificiales (Bunge, La ciencia, su metodo y su filosofía, 1973).

Capítulo 2. Ciencia básica y aplicada

“A la matemática pura, y para que nunca pueda ser de ninguna utilidad para nadie”²⁴

En principio, conviene señalar que tanto la actividad científica y el sistema de conocimientos que le es propio, tienen otra clasificación muy difundida tanto por estudiosos de la ciencia (filósofos y sociólogos) como entre científicos especializados. Tal clasificación parte de un origen ubicado en el rol que los científicos desarrollan en la ciencia como comunidad de cultura y la posición social que ocupan; así también es una clasificación con raíces epistémicas. Nos referimos a la división de la ciencia en básica o aplicada.

Siguiendo el método socrático que establece como primera acción la definición de los términos para poder discutir, *Ciencia básica es aquella actividad donde se estudia el universo (ya sea natural o sociohumano) como una manera de explicarlo, sin ningún beneficio práctico orientado a consecuencias que sean aplicables a un problema técnico (político, económico o social) inmediato.*²⁵ La definición general aquí expuesta hace referencia a la ciencia como un oficio y una *vocación*.²⁶ La investigación en ciencia básica generalmente está orientada por razones que se consideran *desinteresadas*, es decir, por motivaciones que no están comprometidas y mediadas por intereses políticos, económicos o simplemente por intereses privados²⁷.

Ahora bien, *Ciencia Aplicada es aquella actividad que trata de resolver problemas específicos e inmediatos a partir de la investigación científica realizada.* Esto porque se desarrolla una investigación específica para obtener la resolución de un problema²⁸, pero ésta se efectúa principalmente como un mecanismo para

²⁴ Un brindis de científicos (aparentemente apócrifo) en la Universidad de Cambridge. El reconocimiento tácito de que los fines de la ciencia son cognitivos.

²⁵ El único beneficio es de carácter inmaterial: el enriquecimiento de la cultura humana.

²⁶ El sociólogo Robert K Merton aducía que las principales motivaciones de una persona para dedicarse profesionalmente a la ciencia son generalmente *la curiosidad por conocer el mundo y el reconocimiento social, institucional y de los pares (científicos)*. Aquellos que desean alcanzar el poder y riquezas no hacen investigación científica, sino política o negocios; temas que serán tratados a profundidad más adelante.

²⁷ Esto es propiamente humano. Al final los seres humanos somos la única especie que tiene curiosidad por estudiar, entender el universo y con ello, entenderse a sí mismo.

²⁸ El problema puede ser dentro de los ámbitos de la ciencia, o puede ser de carácter técnico.

transformar la realidad con el objetivo de calcular nuevos procesos causales de la realidad y no para que los resultados de la investigación sean convertidos en productos de consumo. Si bien esta actividad no se encuentra motivada (en principio) por intereses particulares, *está sujeta en mayor grado a presiones extra-científicas de carácter empresarial y tecnológico-político, ello para disponer de los resultados y transformarlos en bienes y servicios*²⁹.

Es pertinente aclarar que tal clasificación de la actividad y el conocimiento científico es una constitución mayoritariamente *ficticia en términos epistemológicos, pero no sociológicos*. El conocimiento producido, cualquiera que este sea, posee una utilidad que es aplicable para producir más conocimiento. Pero tal ficción epistemológica y como toda ficción propia, tiene componentes de la realidad.

La clasificación denota una diferenciación cualitativa del carácter mismo del conocimiento y de las actividades en ciencia. Todo conocimiento es aplicable –como ya señalé- aunque no intrínsecamente aplicable, pero su aplicabilidad es dual. Puede ser aplicable materialmente (producir un objeto/servicio) o de manera inmaterial (una actividad mental). Esta segunda es la aplicabilidad continua del conocimiento científico.

Ahora bien, no se pretende negar tal clasificación como algo erróneo (aunque sí el contenido que generalmente conlleva); por ello, la *ciencia básica* es considerada aquí como aquella área de la investigación que se caracteriza por el desarrollo de investigaciones con resultados de orden general; en otras palabras, que el conocimiento producido es el fundamento inicial y la base teórica/metodológica para el desarrollo de conocimientos especializados y particulares, todo ello referente a una disciplina científica perteneciente al sistema de áreas del conocimiento. *El carácter distintivo de la ciencia básica es el fundamento del conocimiento de carácter general, para otro conocimiento de orden particular y universal.*

Por consiguiente, *ciencia básica* es aquella actividad que desarrolla conocimientos generales sin ninguna aplicabilidad inmediata y de rango abstracto; pero dicho

²⁹ Véase el cuadro 1 y 2 (elaborados por Bunge) en el apéndice como auxiliar visual y esquemático para distinguir la ciencia básica de la aplicada y ésta de la técnica.

conocimiento encuentra extensiones de ámbito particular en una disciplina específica. Pensemos en la medicina. ¿Es una ciencia básica o aplicada? ¿O forma parte de la técnica y es una disciplina biotecnológica? ¿O ninguna de las dos?

Con referencia a la definición aquí propuesta, *cualquier disciplina puede transformarse en básica, aplicada y en casos específicos, extender sus elementos científicos a una actividad tecnológica*. La medicina, por ejemplo, es una ciencia básica, sobre todo en áreas de investigación como la fisiología, la oncología, la neurología y la pediatría, por mencionar algunas de ellas. Asimismo, es una *ciencia aplicada* –tanto la ejercida en el laboratorio, como en el consultorio- porque a partir de los fundamentos epistémicos generados por disciplinas como la fisiología o la pediatría, constituye un corpus de conocimiento aplicable para solucionar problemas del conocimiento y problemas objetivos, concretos y materiales, como lo es una enfermedad. Así también es una biotecnología, sobre todo aquella que es ejercida en el consultorio y en los laboratorios de empresas e industrias de alta tecnología, ya que soluciona problemas de salud orientados por un mercado y que, en rigor, implica la aplicabilidad del conocimiento científico. Pongamos otro ejemplo más concreto para discernir entre ciencia básica, aplicada y tecnología.

Un oncólogo bien puede estudiar los mecanismos causales del surgimiento del cáncer, su desarrollo y su debilidad. Estudiará factores ambientales a los que estuvo sujeto un paciente o varios de ellos, su historial genético y el tipo de cáncer padecido. El oncólogo se plantea por objetivo comprender por qué una célula crece desorbitadamente hasta constituirse en un tumor (generar marcadores tumorales en la sangre) y por qué los tumores se vuelven resistentes a los medicamentos (este es el problema principal). Con todo ello, descubre que la resistencia a los medicamentos es derivada de que, en una etapa del desarrollo del cáncer, las células cambian su programación genética, lo cual les da nuevas propiedades y las hace inmunes al tratamiento. El oncólogo publica sus resultados en una revista de gran prestigio para que su investigación sea corroborada por sus pares y con ello va abriendo nuevos campos del conocimiento, ya que generó un conocimiento que nadie había logrado antes.

Otro científico (aplicado) retoma la investigación, pero esta vez quiere solucionar un tipo particular de cáncer en un grupo de pacientes y a su vez, contribuir al *corpus* del conocimiento científico. Se percata que algunos miembros de la investigación tienen mejoría con la quimioterapia suministrada a todos por igual. Recuerda que los pacientes en mejoría le habían alertado que padecían diabetes. Este científico se propone a explicar la relación por medio de correlaciones causales basadas en un paradigma específico que le proporciona auxilio para crear hipótesis verificables. Una de ellas es que los medicamentos siempre circulan por el torrente sanguíneo y argumenta que los medicamentos antidiabéticos pueden estar detrás de esta mejora en la salud.

Al estudiar las causas, se percata de que la combinación de dos medicamentos (para la diabetes y las quimioterapias) detiene el crecimiento desorbitado de las células cancerígenas y no permite su reproducción. Por lo tanto, no hay metástasis y las células cancerígenas no avanzan en su etapa de desarrollo. Este científico publica sus resultados en una revista científica para que sea considerado por sus pares y con ello difundir el hecho descubierto.

Una empresa farmacéutica, a raíz del nuevo hallazgo, encarga a sus químicos y farmacólogos sintetizar ambos medicamentos en una sola píldora o en un mismo tratamiento (ahí hay aplicabilidad del conocimiento científico e inicia una investigación tecnológica). Para ello forma grupos de investigación integrados por diversos especialistas, contrata a pacientes de prueba, construye nuevos laboratorios, genera investigación teórica, práctica y nuevos métodos de síntesis, todo ello para solucionar un problema determinado por la dirección operativa de la empresa, con el objetivo de producir masivamente un nuevo medicamento, y comercializarlo a alto costo, gracias al sistema de patentes; y por lo tanto obtener ganancias a partir del nuevo adelanto médico.

En este ejemplo referido, el primer investigador pertenece al área de la ciencia básica, el segundo a la ciencia aplicada, y el tercero a la producción técnica basada en conocimiento científico. Ciencia básica y ciencia aplicada, pueden generar confusión al constituirse en criterios de demarcación rígidos, y con ello,

desincentivar la investigación científica. Ambas actividades usan el método científico, generan conocimiento objetivo, lo contrastan y evalúan sus consecuencias. Pero poseen una diferencia adicional: *los problemas entre una y otra son de un orden epistémico diferente.*

Así lo expresa Bunge:

La investigación básica como la aplicada utiliza el método científico para obtener nuevos conocimientos (datos, hipótesis, teorías, técnicas de cálculo o medición). Pero mientras el investigador básico trabaja en los problemas que le interesan (por motivos cognoscitivos), el investigador aplicado estudia solamente problemas de posible interés social” (Bunge, Ciencia, técnica y desarrollo, 2014).

Para Bunge la división entre ciencia básica y aplicada es del orden de problemas con carácter social o cognoscitivo. Así refrenda su idea más adelante:

La investigación científica se contenta con conocer; la técnica emplea partes del conocimiento científico y agrega conocimiento nuevo para diseñar artefactos y planear cursos de acción que tengan algún valor práctico para algún grupo social (Bunge, Ciencia, técnica y desarrollo, 2014).

Todas las investigaciones en curso hacen un uso aplicado del conocimiento para generar más conocimiento. Pero la tergiversación del contenido clasificatorio de la ciencia básica y aplicada de la que nos referimos al principio, pone de relieve que en las dos dimensiones hay influencias con perspectiva social de la ciencia, que provienen de factores extra-científicos, pero relacionados con la ciencia misma. Me refiero concretamente a los administradores de recursos financieros o materiales y a los operadores políticos de la ciencia, que construyen una división y una brecha entre las investigaciones científicas a partir de un elemento central de la actividad económica: los recursos son escasos y limitados, sobre todo en países en vías de desarrollo. Por ello, como bien sostiene Tamayo, se presentan dos premisas principales para los administradores y las políticas que impulsan: *las nociones de*

prioridad y las concepciones utilitarias en ciencia (Tamayo, *Cómo acercarse a la ciencia*, 2000).

2.1 Las nociones de prioridad y las concepciones utilitarias

Las corrientes utilitaristas conciben a la ciencia como

Una actividad valiosa solo en la medida en que sus resultados pueden ser utilizados, especialmente a corto plazo o de manera inmediata. (Tamayo, *Cómo acercarse a la ciencia*, 2000, pág. 61).

En efecto, la actividad científica puede ser asumida (desde una visión pragmatista) como un conjunto de elementos en donde la generación de conocimientos aplicables son el fin último de la investigación científica y esta debe estar orientada a la generación de soluciones a problemas de diversa índole, sobre todo aquellos de mayor importancia y urgencia económica o política. De ahí que Tamayo sostenga que se insiste en dicha clasificación de la ciencia de manera imperativa.

Pero Ruy Pérez Tamayo argumenta que dicha clasificación de la ciencia

“...refleja una confusión de términos, así como el desconocimiento de lo que la ciencia realmente es, la forma como trabaja y las funciones que puede y debe desempeñar en nuestro país (México)” (Tamayo, *Cómo acercarse a la ciencia*, 2000, pág. 65).

Sin embargo, Tamayo se refiere a las tres premisas subyacentes del concepto utilitarista de la ciencia (que pueden considerarse premisas erróneas), de las cuales la primera sostiene que los administradores establecen prioridades en actividades científicas en función de criterios políticos que no tienen nada que ver con la investigación y que, en consecuencia, no se tiene una preparación previa, ni mucho menos una formación con conocimientos necesarios para el desarrollo de actividades científicas. La segunda premisa atañe a la clasificación misma de la ciencia en pura y aplicada, con respecto a la cual el autor menciona como algo falso que:

“los conocimientos generados por la ciencia pura no tienen aplicación inmediata o predecible en alguna de las prioridades” (Tamayo, Cómo acercarse a la ciencia, 2000, pág. 64).³⁰

La tercera premisa errónea a considerar por el autor dentro de la perspectiva utilitarista, es aquella que sostiene que la ciencia es algo programable, es decir

“que es posible encargar a un grupo de científicos que se dediquen a resolver un problema cuya solución realmente se desconoce” (Tamayo, Cómo acercarse a la ciencia, 2000, pág. 64).

Si bien personalmente tomo distancia de esta posición, creo que un grupo especializado de científicos (generalmente en las ciencias sociales) sobre un tema concreto, sí puede abocarse a investigar una situación particular, pero sólo con fines de asesoría y guía para la acción, estableciendo los posibles mecanismos de actuación, y en ese sentido, puede dilucidar ciertos canales para la solución de un problema del cual en un inicio se desconocen sus resultados (pero no en su etapa final y que se pueden calcular los estándares de desviación de las consecuencias). Con ello, debe esclarecerse que el científico no puede generar o producir todo lo que se le ordene, de hecho, ni ello es deseable, porque limita y restringe la libre actuación y corrompe los mecanismos de investigación científica, además de que coarta un proceso específico que no puede ser regulado: la intuición y el sentido común del investigador.

En cambio, es pertinente señalar que la clasificación en ciencia básica y aplicada ha sido adoptada también por sectores extra o metas científicos no utilitarios. Me refiero a especialistas que no tienen nada que ver con la investigación científica (o tan solo tangencialmente), ya que se dedican a su estudio riguroso, como los filósofos o epistemólogos.

³⁰ El autor explica que en realidad todos los conocimientos son aplicables (pero no intrínsecamente) y que la información siempre es utilizable, de tal manera que aquel primer uso del conocimiento, es la generación de mayor conocimiento, considerando que la ciencia pura es también aplicada. Si bien esta posición es realista y acorde a los hechos, aquí sostengo, además, que la clasificación de la ciencia va mucho más allá de elementos utilitaristas, que como ya dije, atañen a la actividad misma.

Dicho lo anterior, quiero sostener que la clasificación de la ciencia en básica y aplicada no es enteramente un simple constructo utilitario, realizado por meta científicos como políticos, filósofos o administradores, tal como propone Tamayo. Todo lo contrario, tal clasificación tiene bases reales: *las investigaciones científicas pueden ser efectuadas dado el mero hecho de un interés genuino por conocer lo que sucede en el mundo, pero también por una intención de transformarlo y resolver problemas, a fin de continuar con el estudio del comportamiento de un objeto específico.*

La ciencia básica al ser un conjunto de conocimientos generales y universales producto de la investigación científica, posee un valor cultural intrínseco. *La mayor parte de la práctica en la investigación científica (concebida como un oficio) es desinteresada, con resultados aplicables, sin fronteras y, todo conocimiento científico es útil (aunque no intrínsecamente útil), ya sea a corto o a largo plazo.*

Asimismo, la ciencia básica no sólo posee un valor cultural. También tiene un valor económico, político y técnico. En consecuencia, No hay tecnología sin ciencia y no hay ciencia sin ciencia básica. La ciencia contribuye indirectamente al desarrollo de un sistema tecnológico y proporciona -por medio de otros factores sociales-, el crecimiento y el desarrollo económicos.

La ciencia básica es necesaria para superar un subdesarrollo tecnológico o económico, pero no es suficiente. Por ser necesaria se requiere de su estimulación, por ser insuficiente no debe pedírsele a quienes la practican que adecuen todas sus investigaciones a los problemas nacionales. La concepción utilitaria de la ciencia genera una fractura del sistema de investigación científica, por más que con ella busque promovérsela.

La ciencia, como actividad necesariamente libre, requiere de un sistema de producción no regulado por ninguna entidad, pues posee sus propios mecanismos de institucionalización de la educación y un código de ética y de conducta regulado por la comunidad en su conjunto. Las comunidades de científicos, generan dichas regulaciones a partir de la exclusión social gradual cuando se da el caso de que alguien viole los códigos de conducta. El utilitarismo, como factor de impulso de las

investigaciones científicas, no alcanza el punto de ruptura con dicho código de conducta, pero si lo perturba. Las comunidades científicas suelen ver como algo negativo esos factores de impulso y corrigen tal concepción de maneras impersonales, por medio del establecimiento de relaciones sociales que aislar al investigador sólo movido por factores utilitarios y en el peor de los casos, con su expulsión. En el caso de administradores o políticos utilitaristas que tengan que ver con la ciencia; la protesta mediática de la comunidad suele ser un factor decisivo.

En las sociedades modernas, las perspectivas subjetivas utilitarias sobre cualquier cosa derivan siempre del carácter industrial de la misma. Las relaciones sociales y la posición del individuo en la estructura social determinan el grado de percepción utilitaria de un individuo, pero la estructura de la ciencia, consecuencia del carácter mismo de su actividad, fomenta la perspectiva contraria. Los grandes científicos de nuestro tiempo tal vez lo hayan sido todo, menos utilitaristas.

Recuérdese la frase del Astrónomo y Cosmólogo Carl Sagan:

No quiero creer, *quiero saber*.

Capítulo 3. La ciencia como actividad

“A veces se encuentra lo que uno no está buscando”

Sir Alexander Fleming

Hasta el momento hemos hecho una definición formal de lo que es la ciencia. Definición que pone en evidencia que la ciencia es *un sistema conceptual y un campo de conocimiento sistémico*. Por ello, se hace ineludible la cuestión de formular la ciencia como un campo de conocimientos y de investigación, es decir, *la ciencia como un sistema social*.

La ciencia es *una actividad realizada por grupos sociales³¹ interrelacionados de forma recíproca y sostenida, que tienen como fin la descripción, explicación y predicción de manera metódica de hechos sociales y/o naturales. Con ello, la ciencia es en una actividad generadora de conocimiento objetivo sobre el universo*.

Ahora bien, un *sistema* es una entidad compleja cuyas partes y elementos se encuentran vinculados de diversa manera, en diferentes niveles y a diferente fuerza. Todo sistema posee cuatro dimensiones inherentes. Los sistemas tienen una *estructura* (¿Cómo es su forma, sus relaciones, sus acciones?, etc.), una *composición* (¿De qué está hecho? ¿Cómo se integra?, etc.), una *relación con un entorno inmediato* (¿Dónde se sitúa?, ¿Cuáles son las condiciones ambientales?, etc.) y *mecanismos causales de acción* (¿Cómo cambia?, ¿Cuál es su comportamiento?). Una característica constante e intrínseca de un sistema es su *capacidad de cambio o energía, que lo hace dinámico*. Todo sistema presenta propiedades generales específicas y propiedades particulares de los elementos que lo componen, por lo que cada sistema, tiene propiedades diferentes que se encuentran estratificadas. Por ello, podemos hablar de un sistema biológico,

³¹ Un grupo, en términos etológicos es un conjunto de organismos pertenecientes a la misma especie unidos de manera temporal e interactuando incesantemente (Hernández Prado, José, 2015). De ahí se deriva que un grupo social humano es un conjunto de individuos relacionados de manera institucional e interactuando sistemáticamente a partir de una estructura normativa. Dicha estructura regula el comportamiento, genera una identidad (grupal e individual) y proporciona a los integrantes un reconocimiento social por medio de las acciones colectivas constantes (acciones individuales concertadas) realizadas por el grupo.

económico, político o cultural.³² (Bunge, Epistemología, 1980), (Bunge, La ciencia, su método y su filosofía, 1973) (Bunge, Economía y filosofía, 2016), (Bunge, Pseudociencia e ideología, 2014), (Bunge, Ciencia, técnica y desarrollo, 2014).

La ciencia como sistema social, se compone de un conjunto de subsistemas (Bunge, La ciencia, su método y su filosofía, 1973). Estos subsistemas son la variedad de disciplinas y especialidades existentes, los campos cognitivos y los proyectos de investigación. En el capítulo primero hemos establecido un criterio de demarcación para la ciencia, con lo cual definí lo que es la ciencia de manera precisa. Esto hace imperante que, en esta tesina, se haga referencia a los *criterios de científicidad* para determinar qué campos de conocimiento son o no científicos, como parte complementaria de aquella definición inicial que he esbozado. Los criterios de científicidad aparecen en toda la obra de Bunge³³, aquí sólo los enunciamos de manera sintética, pero ampliando un poco su contenido como auxiliar analítico para estudiar a la ciencia como sistema social. Tales criterios de científicidad son los siguientes, tanto para una línea de investigación como para un campo de investigación, una disciplina particular y, la ciencia en su conjunto (Bunge, Pseudociencia e ideología, 2014).

El primer criterio sostiene que, toda ciencia posee una *comunidad de investigadores*. Como Bunge menciona:

“No es un mero conjunto de estudiosos ni una comunidad de creyentes, sino un sistema compuesto por investigadores relacionados entre sí por una tradición común, así como por flujos de información” (Bunge, Pseudociencia e ideología, 2014).

Esta comunidad de investigadores, es a lo que nos referimos como un grupo social. Tal comunidad es un sistema de personas (científicos, estudiantes, administradores), de información (datos, hipótesis, experimentos) y de estructuras materiales (laboratorios, centros de investigación, bibliotecas, oficinas, escuelas y

³² El universo, una célula, una estructura social, son ejemplos de un sistema o partes de un sistema. Nada en el universo queda exento de tal condición.

³³ Véase particularmente “Ciencia, técnica y desarrollo” y el capítulo 2 de “Pseudociencia e ideología”.

universidades). No puede haber ciencia sin un cúmulo de personas relacionadas entre sí de manera directa (personal) o indirectamente (por medio de actividades o información)³⁴. Las comunidades de investigadores son grupos caracterizados por el desarrollo de la ciencia como una actividad consolidada bajo el paradigma de un trabajo profesional, que proporciona un sentido a su vida y un sustento económico. La composición de dicho grupo social es muy variada. Por lo que la nacionalidad, el género, la personalidad o la orientación política, no son factores a considerar como un elemento necesario para dedicarse a la ciencia. Lo característico de la ciencia es que, al ser un sistema conceptual y social, se forman redes masivas de cooperación, distribución de información y relaciones sociales continuas. La cohesión de estas redes dependerá del grado de desarrollo de un sistema científico nacional. Un sistema científico regional o local poco integrado, lo más probable es que tenga una relación pasiva con centros de investigación nacionales e internacionales de primer nivel, es decir, el carácter de las investigaciones científicas producidas será receptiva, con pocas creaciones originales que impacten al sistema en su conjunto (Bunge, Ciencia, técnica y desarrollo, 2014). Y viceversa. Una comunidad científica cohesionada e integrada puntera se relacionará con el sistema internacional de manera activa, es decir, su producción científica impactará y transformará constantemente el estado de conocimiento de la naturaleza y la actividad científica misma.

La mayoría de los científicos se adscribe a uno o varios de estas comunidades (centros de investigación, academias, revistas, simposios, congresos, áreas de estudio, universidades), como una vía para poder ejercer la investigación. Estas comunidades son especializadas ya que tienen una formación particular, es decir, que dentro de una disciplina pueden existir varios grupos estructurados en torno a un conjunto de variables como los problemas a tratar, las metodologías, y las concepciones particulares. Estas pueden ser las líneas de investigación. Así también, el grupo puede ser de un orden más general, relacionado con la disciplina formativa de los investigadores.

³⁴ Por el contrario, el científico aislado no puede existir.

Dichos grupos tienen funciones sociales dentro de la ciencia. Ya hemos mencionado que la investigación científica es sistémica. Esto quiere decir que tanto la difusión de los conocimientos se hace por medio de los miembros de estos grupos y, en la relación con otros grupos de cualquier disciplina. También la circulación de personas y el rol que adoptan en tal grupo les faculta para realizar tareas específicas dentro de una línea de investigación. O pueden ocupar un rol administrativo que vincule al grupo con toda la comunidad científica. *La posición social de los miembros y la discriminación* (en el sentido sociológico de la palabra) *para distribuir tales posiciones, viene efectuada mayoritariamente por la formación como investigadores y los problemas que investigan.* Por ello, el principal mecanismo de adscripción se da en función de tres elementos:

1-. *La personalidad y la formación del investigador. Una evaluación de su trayectoria educativa y de vida.*

2-. *El fondo filosófico/formal que desarrolla el individuo, ya sea de manera explícita o implícita, pero que se expresa en los proyectos de investigación y en los enfoques adoptados.*

3-. *El área de estudio o la especialidad que desempeña.*

Un mecanismo importante de adscripción en ciencia es de carácter simbólico. La profesión científica –en sociedades con una economía de conocimiento o con una estima por el saber- funciona como un *grupo de referencia positivo*, es decir, que orienta la acción de los individuos por normas, valores, o formas de vida deseables y con prestigio social. Por lo tanto, la vida científica se presenta como idealización para muchos individuos y tiene la función de ser un mecanismo de adscripción a la ciencia como ideal para alcanzar la plena vocación profesional, en términos de producir un valor positivo para las comunidades: el conocimiento científico contribuye a mejorar la condición humana. Por consiguiente, ¿Cuál es la posición social que ocupan como grupo y como individuos en las sociedades?

El status de los científicos suele estar asociado a una relativa imagen social con prestigio, aunque con la característica de que, en las sociedades modernas, tal

imagen suele ser resultado de la confusión de la actividad científica con la tecnológica. Existe, pues, una confusión social con respecto al rol que los científicos desempeñan y deben desempeñar. Dichos roles, entendidos como una actividad regulada normativamente (con sus respectivos deberes morales y funcionales), generan el efecto psicológico que concibe el deseo de apoyo social a comunidades científicas, porque se considera que habrá una obtención inmediata de beneficios económicos y técnicos.³⁵ Esto como resultado de la asignación de un rol no correspondido a la actividad científica. La posición social y el rol que ocupan los investigadores científicos en el sistema social tiene una base en la creencia en el valor de la verdad científica como principio moral. Por ello, el desarrollo de la ciencia sólo se da en determinadas culturas y órdenes sociales específicos (Merton, La sociología de la ciencia 2: Investigaciones empíricas y teoricas, 1973). Así lo menciona Merton:

“La continuidad de la ciencia exige la participación activa de personas interesadas y capaces en las actividades científicas. Pero sólo condiciones culturales apropiadas aseguran este apoyo a la ciencia” (Merton, La sociología de la ciencia 2: Investigaciones empíricas y teoricas, 1973).

Por tanto, el diseño institucional de una sociedad repercute en la actividad científica, ya sea restringiendo o limitando su actividad, o ampliándola.

Merton sostiene que dentro del *ethos* de la investigación científica existe una norma básica que concibe que “*las proposiciones científicas son invariables con respecto al individuo y al grupo*”.³⁶ Por lo tanto, las proposiciones, teorías, metodologías y, en general, el conocimiento producido es de carácter impersonal, es decir, el conocimiento es *universal*, *carece de dueños* y por ello, la ciencia es multinacional, transnacional e impersonal, propia de la condición humana moderna y no de grupos particulares.

³⁵ Este efecto psicológico es más común entre líderes de Estado y empresas.

³⁶ (Merton, La sociología de la ciencia 2: Investigaciones empíricas y teoricas, 1973, pág. 346).

Toda institución posee un conjunto de reglas, procedimientos y normas que regulan la actividad de los miembros, porque estos creen en dichas normas. Como Merton sostiene...

“El ethos de la ciencia alude a un complejo emocionalmente teñido de reglas, prescripciones, costumbres, creencias, valores, y presuposiciones que se consideran obligatorios para el científico. Algunos de estos elementos de este complejo pueden ser metodológicamente deseables, pero la observancia de las reglas no está dictada solamente por consideraciones metodológicas. Este ethos, como los códigos sociales en general, se sustenta en los sentimientos de aquellos a quienes se aplica. Frenan las transgresiones, las prohibiciones internalizadas y las reacciones emocionales reprobatorias movilizadas por los defensores del ethos. Una vez formado un ethos efectivo de este tipo, el enojo, la burla, y otras actitudes de antipatía operan casi automáticamente para estabilizar la estructura existente” (Merton, La sociología de la ciencia 2: Investigaciones empíricas y teoricas, 1973).

El ethos de la investigación científica³⁷ tiene consecuencias importantes para el desarrollo del conocimiento. Un ejemplo es *“Los descubrimientos múltiples aleatorios”*. Dos investigadores independientes y sin conocimiento uno del otro, llegan a conclusiones o teorías científicas similares. La ciencia no se da en un vacío social o cultural. Así también esta no se da en un vacío científico o filosófico. La ciencia moderna se construye sobre el conocimiento ya producido (fondo de conocimientos acumulados), de tal manera que en el desarrollo del conocimiento suelen establecerse bases epistemológicas, axiológicas, problemáticas y objetos de estudio sobre las cuales trabajan los científicos. Las investigaciones realizadas por un grupo de científicos suelen ser abiertas porque requieren del conocimiento científico establecido y del conocimiento recién producido. Además de que no hay barreras que limiten el conocimiento en ciencia, por ser esta contraria a los dogmatismos, las investigaciones tienden a ser verificables y verificadas

³⁷ El ethos en ciencia se compone de los imperativos institucionales como el *universalismo*, el *escepticismo organizado*, el *comunismo gnoseológico* y el *desinterés* (Merton, La sociología de la ciencia 2: Investigaciones empíricas y teoricas, 1973).

constantemente de manera independiente y repetible, lo que representa un efecto progresista, ya que el conocimiento al ser verificado, es dinámico y autocorrectivo. El carácter de apertura dentro del sistema social en ciencia, y en general del conocimiento de una especialidad, es la única manera en la que estarán bajo el escrutinio colectivo hipótesis y teorías. El conocimiento científico es como lo llamó Merton: un comunismo gnoseológico. Con esto quiero decir que, los científicos que trabajan sobre las mismas bases, pueden llegar a teorías y conclusiones similares.

El segundo criterio de científicidad es que al menos hay *una sociedad que apoya o tolera las actividades de la comunidad científica* (Bunge, Pseudociencia e ideología, 2014). La investigación científica no se hace en un vacío cultural y ni mucho menos social, como ya mencioné. Los investigadores y las comunidades de científicos se encuentran en continua relación con el sistema social y este es el que les proporciona los medios (bienes y servicios, personal, recursos y marco legal) para ejercer la investigación científica. A causa de esto, las investigaciones científicas pueden verse motivadas por contextos sociales específicos (pero nunca determinados), ya que el medio en el que se desarrolla la ciencia, sobre todo para la ciencia social, representa un conjunto importante de problemas a tratar. Toda línea o proyecto de investigación posee elementos culturales que provienen de las actitudes del investigador, pero estos no son factor determinante en la ciencia y en los resultados, gracias a los controles metodológicos y normativos. La estructura normativa de la ciencia (moral y lógica) funciona como un elemento que elimina las posibles distorsiones culturales y personales que pudieran darse en una investigación. Por ejemplo, *el escepticismo organizado* (del que habla Merton y el cosmólogo Carl Sagan) es la institucionalización de un comportamiento que forma parte del *ethos de la ciencia* y regula la conducta de los individuos, limitando las investigaciones a la realidad y a un sistema de lógica previamente adoptado. Este escepticismo organizado puede representar un desafío para otras instituciones sociales, porque es una norma metodológica que se convierte en principio moral para los investigadores.

Ahora bien, este *escepticismo organizado*, como norma institucional en ciencia, es diferente a cualquier otro escepticismo, en concreto, al sistemático. El escepticismo sistémico, es aquella corriente filosófica que pone en duda cualquier cosa o corpus de conocimiento independientemente de su contenido. Este tipo de escepticismo no es propio del *ethos* de la ciencia, ya que impide el avance del conocimiento al ser radical y absoluto, rechazando todo corpus de conocimiento por igual (excepto su duda radical) y, constituyéndose en un pensamiento dogmático (Bunge, Pseudociencia e ideología, 2014). El *escepticismo organizado* es *metodológico*, ya que es procedimental y parcial, porque toda duda en ciencia se realiza a partir de puntos de referencia cognitivos: conocimientos verificados y considerados sólidos en ciencia y, por lo tanto, verdaderos (Bunge, Las pseudociencias ¡vaya timo!, 2010). Sólo se duda de aquello que parece falso y que no corresponde con lo ya conocido. Al compararse con el conocimiento científico acumulado, se verifica que sea compatible con el conocimiento considerado objetivo y verdadero. Así lo sostiene Bunge:

“Si no fuese por comparación con algún punto de referencia, ¿Cómo podría averiguarse la verdad de un enunciado o la eficiencia de un método?” (Bunge, Las pseudociencias ¡vaya timo!, 2010).

El *escepticismo organizado y metodológico*, tiene por consiguiente una estimación de la verdad y una estimación del error. En la medida que se refuerza algún conocimiento verdadero, también se refuerza un cúmulo de falsedades y viceversa. Toda duda es relativa a un corpus de conocimientos (Bunge, Las pseudociencias ¡vaya timo!, 2010). Bunge lo menciona así:

“No hay comprobaciones en el vacío, porque toda comprobación debe ser diseñada y llevada a la práctica, y ambas operaciones suponen algún conocimiento que no se pone en duda durante el proceso” (Bunge, Las pseudociencias ¡vaya timo!, 2010).

Es por ello que las influencias culturales e institucionales, son de carácter limitado y restringido. De hecho son vistas como elementos externos que pueden alterar la comprensión de los fenómenos del universo, a partir de esquemas previamente

determinados por criterios de diversa índole, y tales criterios extra-científicos pueden vulnerar la estabilidad de la actividad científica, ya que si la ciencia pierde su autonomía y se encuentra sujeta a tales criterios, su labor sólo se hace válida en la medida que satisface tales criterios (Merton, La sociología de la ciencia 2: Investigaciones empíricas y teoricas, 1973).

El énfasis en la autonomía de la ciencia (su ethos de investigación, el corpus de conocimiento, las metodologías) es un mecanismo que busca evitar que la investigación sea evaluada por otro tipo de criterios. Merton lo formula de la siguiente manera:

“Se ve, pues, que la exaltación de la ciencia pura es una defensa contra la invasión de normas que limiten las direcciones del potencial avance y amenacen la estabilidad y continuidad de la investigación científica como actividad socialmente valorada” (Merton, La sociología de la ciencia 2: Investigaciones empíricas y teoricas, 1973, pág. 346).

El autor, explicando el apoyo y la valoración social a la ciencia y la defensa de la pureza de la ciencia, menciona algo ineludible, la función social que el criterio tecnológico tiene sobre la ciencia:

“Las crecientes comodidades y conveniencias que derivan de la tecnología y, en última instancia de la ciencia, promueven el apoyo social a la investigación científica. También dan testimonio de la integridad del científico, puesto que las teorías abstractas y difíciles que no pueden ser comprendidas o evaluadas por los legos presumiblemente resultan probadas de una manera que pueda ser comprendida por todos, esto es, mediante sus aplicaciones tecnológicas. La disposición a aceptar la autoridad de la ciencia reposa, en considerable medida, en su diaria demostración de poder. De no ser por tales demostraciones indirectas, el continuo apoyo social a esa ciencia que es intelectualmente incomprensible para el público difícilmente podría alimentarse de la fe sola” (Merton, La sociología de la ciencia 2: Investigaciones empíricas y teoricas, 1973, pág. 347).

Dicho criterio tecnológico sobre la investigación científica, puede conllevar algunos riesgos importantes a la autonomía de la ciencia. Se puede pretender imponer criterios utilitaristas que terminarían con la sistematicidad que caracteriza al conocimiento científico, como hemos referido en los capítulos anteriores.

El nacionalismo científico como una forma de nacionalismo cultural con fines políticos, y que se expresa en frases como “la ciencia europea”, “la ciencia francesa”, etcétera, es meramente un conjunto discursivo y retórico que constituye en una fuente de criterios extra-científicos, porque factualmente no existe tal cosa.³⁸ Comúnmente este tipo de nacionalismo viene fomentado por concepciones utilitaristas que buscan reorientar la investigación a partir de criterios políticos en favor del interés nacional, que la ciencia y la tecnología pueden prestar, pero violando la norma institucional del carácter *universalista* de la ciencia. La ciencia como sistema social y conceptual, es tanto más dinámica mientras que los centros de investigación locales se encuentren interrelacionados e integrados por áreas, disciplinas o de manera general, hasta constituir un sistema científico de algún país (Bunge, Ciencia, técnica y desarrollo, 2014)³⁹. La política científica nacionalista, genera la ruptura de la sistematicidad científica y sólo se hace válida la profesión científica en la medida que colaboren con la política general de un Estado o un partido.

Para continuar, el desarrollo íntegro de una comunidad científica es necesario que el investigador individual o de las comunidades científicas sean diversas en sus contenidos y especializaciones, que les permita relacionarse estrechamente con otras áreas o disciplinas de la ciencia. La especialización extrema coarta el carácter sistémico de la ciencia (Bunge, Ciencia, técnica y desarrollo, 2014). La sistematicidad de la actividad científica sitúa a los científicos e investigadores como parte de una comunidad científica y con ello, se establece la imposibilidad de la

³⁸ E. Gley sostiene que “no puede haber una verdad alemana, inglesa, italiana o japonesa, como tampoco francesa. Y hablar de ciencia alemana, francesa o inglesa es enunciar una proposición contradictoria con la idea misma de ciencia” (Merton, La sociología de la ciencia 2: Investigaciones empíricas y teóricas, 1973).

³⁹ La política científica impulsada en un país es el signo de la conformación política institucional con respecto a las directrices que tendrá que llevar un gobierno con en el tema de la ciencia y la tecnología. Tal política científica puede ser restrictiva o abierta, democrática y participativa o centralizada.

investigación de manera independiente y aislada, característica que fue importante en los inicios de la ciencia moderna pero que ahora se ha vuelto algo casi imposible. Por esa misma razón, las disciplinas co-evolucionan de manera conjunta: la ciencia es intrínsecamente multidisciplinaria (Bunge, Ciencia, técnica y desarrollo, 2014) y una política científica orientada por utilidades termina constituyéndose en una fuente de hostilidad hacia las ciencias.

La ciencia como parte de un campo de conocimiento y de investigación, requiere de la conjunción condiciones necesarias y suficientes para una emergencia endógena y su consecuente desarrollo, tal como lo sostuvo Merton. Tal desarrollo endógeno es paralelo al surgimiento de condiciones externas que permiten la regularidad de la ciencia y la tecnología. La aprobación y el apoyo social a la investigación científica proviene de elementos culturales en una sociedad y también dicho apoyo puede transformarse en hostilidad (Merton, La sociología de la ciencia 2: Investigaciones empíricas y teoricas, 1973). Primero conviene hacer énfasis en que, desde la Edad Media, y particularmente en las sociedades modernas, el núcleo de las dinámicas culturales y sociales ha sido la ciencia y la tecnología⁴⁰. Por lo tanto, todas las actividades humanas se encuentran mediadas por algún producto de la tecnología y de la ciencia. La base de un desarrollo para un país radica en su sistema científico, tecnológico e industrial⁴¹.

Por ello, veamos cuáles son las condiciones externas ideales para el desarrollo endógeno de un sistema científico.

Una sociedad promueve o inhibe la actividad científica de acuerdo a sus valores, pero no produce el conocimiento científico. La ciencia como sistema social requiere una serie de condiciones sociales y biológicas invariantes, en otras palabras, son

⁴⁰ Una sociedad moderna, por lo tanto, tiene un sistema científico y tecnológico dinámico y contemporáneo, que da rendimiento en todas las áreas de la investigación, contribuyendo a enriquecer el conocimiento humano y al mismo tiempo, generando productos y servicios de alta tecnología.

⁴¹ Como bien ha sostenido Merton con respecto al estado de la ciencia en la Alemania Nazi, ningún estado o sociedad puede prescindir completamente de la ciencia, ya que se reconoce que es poder y sus manifestaciones se dan por intermedio de su pariente cercano: la tecnología. Toda labor científica, por abstracta que sea, puede encontrar alguna utilidad.

condiciones necesarias y que deben estar presentes en toda sociedad, independiente de su estructura y el periodo histórico. Así también al ser condiciones necesarias no por ello son suficientes. Los científicos no son producto del contexto social al que están inmersos, sino que la ciencia requiere, sí de un contexto social favorable, pero, además, de personas capaces y preparadas para poder ejercer y desarrollar el conocimiento con originalidad. Creo que no estamos en condiciones para establecer cuáles criterios permiten a una persona ser original e intelectualmente productiva, aunque el factor de la diversidad en los intereses, las temáticas y el conocimiento siempre ha sido elemento del mismo. Los más grandes científicos han tratado no sólo los campos en los que se especializaron, sino que han explorado más allá de las fronteras de sus disciplinas con grados diferentes de éxito. Si la ciencia fuera el producto del contexto cultural predominante en una sociedad; en un determinado periodo histórico, habría tantos científicos como personas (Bunge, Pseudociencia e ideología, 2014).

La ciencia requiere de la colaboración social y de condiciones institucionales particulares que permitan su desarrollo. Así lo sostiene Merton:

“Los ataques incipientes y manifiestos contra la integridad de la ciencia han conducido a los científicos a reconocer su dependencia de tipos particulares de estructura social. Las asociaciones de científicos han dedicado manifiestos y declaraciones a las relaciones entre la ciencia y la sociedad. Una institución atacada debe reexaminar sus fundamentos, reformular sus objetivos y buscar su justificación. La crisis invita a una autoevaluación. Ahora que han debido enfrentarse a los desafíos a su modo de vida, los científicos se han visto obligados a tomar conciencia de sí mismos, como elementos que forman parte de la sociedad y que tienen obligaciones e intereses. (...). Se necesitó un ataque frontal a la autonomía de la ciencia para convertir el aislamiento confiado en una participación realista en el conflicto revolucionario de las culturas” (Merton, La sociología de la ciencia 2: Investigaciones empíricas y teoricas, 1973).

Y el autor sostiene que el estudio del ethos de la ciencia es sólo una introducción al problema comparativo de la estructura institucional de la ciencia, pero sostiene que estos estudios son escasos y dispersos, pero que

“Proporcionan cierta base para el supuesto provisional de que se brinda la oportunidad de desarrollo a la ciencia en un orden democrático que se halle integrado con el ethos de la ciencia” (Merton, La sociología de la ciencia 2: Investigaciones empíricas y teoricas, 1973).

La ciencia ha encontrado desarrollo en una diversidad de estructuras institucionales diversas y por lo tanto no está limitada a las democracias. Pero en esta tesis hemos sostenido que el carácter de la ciencia es sistémico y que requiere de condiciones particulares que permitan esa sistematicidad. Si la ciencia ha encontrado desarrollo en otros contextos, esto ha sido muy limitado, fragmentando la actividad de la ciencia y vulnerando su sistematicidad, lo que significa un avance limitado, moderado o nulo para la ciencia. Siguiendo a Merton, es pertinente recobrar la cita que retoma de Henry E. Sigesrist que sostiene que:

“Es imposible establecer una relación casual simple entre democracia y la ciencia, y afirmar que sólo la sociedad democrática puede brindar el suelo adecuado para el desarrollo de la ciencia. Sin embargo, no puede ser mera coincidencia que la ciencia haya florecido, en realidad, en periodos democráticos” (Merton, La sociología de la ciencia 2: Investigaciones empíricas y teoricas, 1973).

Ambos autores sostienen que la ciencia no está limitada a las democracias, pero éstas son las que mejor favorecen su desarrollo íntegro. Toda ciencia, por ello, requiere de una sociedad con estabilidad política e igualdad de oportunidades. Cuando una sociedad tiene un alto desarrollo político, es decir, que el estado garantiza la aplicación de la ley y la justicia de manera igualitaria, cuando los individuos y colectivos tienen garantizado su derecho a la libertad de asociación, de prensa, de opinión y de afiliación política, los individuos pueden participar de manera igualitaria en la creación de políticas públicas y en su puesta en marcha, además de influir o participar en el Estado. Cuando se carece de igualdad de oportunidades,

se constituye un sistema discriminatorio que repercute en la institucionalidad de la ciencia, ya que desde antes limita la posibilidad de disponer de recursos y de nuevos científicos. En suma, se requiere de un orden liberal donde las instituciones tengan un grado de autonomía variable y en el cual ninguna institución tiene una posición dominante como para tratar de imponer su código social a las demás instituciones. Es una estructura social en un estado (de cosas) de autoridad pluralista. Es pertinente aclarar que estas mismas condiciones son las necesarias para el desarrollo de una sociedad democrática. No es casualidad que el alto desarrollo de un sistema científico sólo se da en países con un sistema democrático consolidado.

Un orden liberal puede definirse tentativamente a partir de los siguientes elementos:

1-. Un régimen político que garantice de libertades sociales e individuales, así como instituciones con libertad administrativa.

2-. Un Estado de derecho (institucionalización política) donde la ley se cumpla, junto con un sistema de justicia eficiente que garantice la paz y la seguridad.

3-. Un régimen de libertad que permita la libre circulación de información y personas, así como también un régimen legal que garantice el respeto a los derechos humanos y los derechos políticos.

4-. Un sistema democrático competitivo y plural, con su consecuencia diferenciación del estado (no un estado monolítico y centralizado) es decir, un sistema de gobierno con división de poderes y entidades autónomas.

5-. Una sociedad pacífica y con estabilidad política- económica.

6-. Un gobierno favorable a la ciencia y la tecnología como un interés genuino por la solución de problemas y aplicaciones prácticas.

7-. Un ministerio o agencia del estado para la Ciencia y la Tecnología y un sistema educativo mixto (público y privado).

8-. Acceso igualitario a la educación pública, por meritocracia y por concursos de oposición.

9-. Conjunto sistemático de apoyos personales, financieros y de servicios desinteresados por parte de instituciones gubernamentales, empresariales o asociaciones civiles.

10-. Leyes que regulen la aportación privada a las investigaciones científicas y tecnológicas.

11-. El establecimiento de extensas relaciones científicas nacionales e internacionales que funcionen como canales para la divulgación libre de información científica y tecnológica, así como también para el establecimiento de lazos sociales/legales entre científicos e instituciones de investigación (libertad de expresión, de asociación y de prensa).

Algunos de estos factores aquí enunciados son señalados por Ruy Pérez Tamayo (Tamayo, Reflexiones sobre la ciencia, 2010, págs. 129-134), algunos más ampliados y otros de factura propia. Se han señalado de manera superficial como factores políticos que están detrás de la estabilidad de la investigación científica en una sociedad.

Cuando una estructura social tiene un alto desarrollo político, pero cuando persiste un estado de desigualdad económica y la mayor parte de la población se encuentra en estado de pobreza, el desarrollo político es formal y garantiza con ello, un estado de desigualdad política, ya que sólo los más ricos, con mayor poder adquisitivo pueden acceder a los derechos políticos que les están garantizados a toda la sociedad. Por lo tanto, el estado y la democracia se vuelven en su forma y práctica, plutocráticos. La ciencia y la tecnología, sólo quedarían en manos de aquellas personas que pueden garantizar su acceso a la educación y con facultades propias para ejercer sus derechos políticos. La pobreza tanto social (exclusión social, ausencia de oportunidades, clases sociales estratificadas) como biológica (insuficiencia alimentaria y desnutrición), coarta las oportunidades de los individuos para mejorar su situación económica y con el tiempo se fomenta un estado de corrupción que mina las bases de apoyo a la democracia y la institucionalidad de un país. Una sociedad en crisis no garantiza el acceso igualitario a la investigación científica y no permite generalizar los bienes y servicios tecnológicos. La

desigualdad económica y política se transforma en desigualdad tecnológica. Y las desigualdades erosionan el estado democrático, pero también a la ciencia, que son vistas como instituciones elitistas.

Otro factor importante para el desarrollo de la ciencia es que la estructura económica e industrial de un país debe tener la capacidad para proporcionar tanto recursos financieros y materiales, como un flujo constante de personas en los centros de investigación. Por un lado, debe generar una masa considerable de estudiantes potencialmente orientados a la ciencia y la tecnología, además de garantizarles un acceso igualitario a condiciones de seguridad, salud, educación y sustento económico. Así también la estructura económica debe ser capaz de fomentar la inserción de la investigación científica en la producción industrial y en la economía. Para que esto suceda, es necesario que el sistema científico de un país se internacionalice por medio del establecimiento de redes de intercambio de personas o de información entre países y regiones, tal como sucede con las economías. El sistema económico también debe tener una capacidad de absorción, tanto de personal científico en actividades económicas, tanto de conocimientos aplicables, como de producción de artefactos tecnológicos. Por otro lado, se encuentran las condiciones culturales, que suelen ser muy variadas, pero las más importantes son dos:

1-. *Una sociedad que estima el conocimiento científico*, la veracidad y la verdad. Así también que promueve el secularismo y el naturalismo, es decir, que asigna un valor mucho más grande al conocimiento real y objetivo en detrimento de las instituciones que promueven lo metafísico o sobrenatural. Max Weber había sostenido que

“La creencia en el valor de la verdad científica no deriva de la naturaleza, sino que es un producto de culturas definidas” (Merton, La sociología de la ciencia

2: Investigaciones empíricas y teoricas, 1973).

Cuando los valores culturales aceptados por grupos sociales específicos están orientados hacia la estima del saber y el conocimiento moderno, la ciencia suele tener una mejor estabilidad y prestigio que otras instituciones, ya que de ahí

proviene una parte de su aprobación. Así el apoyo social a la ciencia está garantizado.

2-. La sociedad debe tener un sistema educativo basado en una infraestructura escolar y cultural que promuevan el aprendizaje propio y la resolución de problemas; la institucionalización de la ciencia y la tecnología (como formación), el respeto y aprecio por el mundo natural, y una actitud constructiva para cambiar el mundo social. Si una estructura social no tiene una educación basada en el dinamismo de la ciencia y la tecnología y se centra en los elementos del conocimiento mayormente tradicionales, puede conllevar el riesgo de dosificar la educación. Es pertinente hacer una aclaración. La sociedad puede ser vista como un conjunto de sistemas artificiales en los cuales se desarrolla la vida humana. Tales sistemas son interdependientes, por lo que el desarrollo de uno sólo trae consecuencias negativas para los otros. Todo desarrollo sistémico va acompañado del desarrollo contiguo de los sistemas artificiales (cultural, político, económico) y en la medida en que uno sólo de ellos se desarrolle implica grandes costos para los otros sistemas (Bunge, Ciencia, técnica y desarrollo, 2014). Por ejemplo, el desarrollo económico entendido como crecimiento e industrialización no ha sido la solución a las constantes crisis globales en países de América Latina.⁴²

Ahora bien, los campos de conocimientos científicos y tecnológicos son es el núcleo de toda cultura. Si la ciencia forma parte de la cultura, ¿el conocimiento científico viene determinado culturalmente?

La respuesta es no. El conocimiento científico no se desarrolla en un vacío cultural o social, tiene importantes fundamentos del orden social, pero no lo determinan ni determinan los resultados de la ciencia. Incluso con una estructura social donde un actor institucional tiene preponderancia en dicha estructura, y exige la renuncia explícita o coercitiva de todos los valores institucionales antes mencionados, o apremia al rechazo de aquellos códigos sociales opositores de la centralidad

⁴² He sostenido aquí que la ciencia como actividad es parte central del sistema cultural de una sociedad moderna. Así he tratado un primer acercamiento a esbozar los factores culturales que fomentan la integración y el desarrollo de la ciencia como una tentativa de análisis posterior.

institucional que tiene el nuevo actor institucional, la ciencia ha tenido un desarrollo. La producción de conocimiento científico, que es valorado a partir de *criterios objetivos impersonales* como la verificabilidad y la coherencia lógica, son imperativos metodológicos e institucionales ejercidos también como normas morales e impiden la evaluación de teorías a partir de criterios particularistas y cambiantes. El particularismo (criterios en función de la raza, el sexo, el valor cultural, las orientaciones políticas) se opone a la objetividad. Por ejemplo, el *universalismo* del que habla Merton y que es parte del ethos de la ciencia, es un imperativo institucional que limita los criterios extra-científicos que podrían minar la objetividad. Así lo formula el autor:

“El universalismo halla inmediata expresión en el canon de que las pretensiones a la verdad, cualquiera que sea su fuente, deben ser sometidas a criterios impersonales preestablecidos: la consonancia con la observación y con el conocimiento anteriormente confirmado. La aceptación o el rechazo de las pretensiones a figurar en las nóminas de la ciencia no debe depender de los atributos personales o sociales de su protagonista; su raza, nacionalidad, religión, clase y cualidades personales son, como tales, irrelevantes. La objetividad excluye el particularismo. La circunstancia de que las formulaciones científicamente verificadas se refieren, en este sentido específico, a secuencias y correlaciones objetivas va en contra de todo esfuerzo tendente a imponer criterios de validez particularistas” (Merton, La sociología de la ciencia 2: Investigaciones empíricas y teóricas, 1973).⁴³

Por el contrario, el relativismo cultural predominante en la mayoría de las filosofías modernas asume que todos los valores, comportamientos y en general el conocimiento, son expresiones particulares de una determinada cultura. Esto implica la negación de las condiciones biológicas del comportamiento humano y sobre todo de su condición como especie, pero esa es otra historia. Es cierto que los valores y los saberes pueden tener importantes fundamentos locales, pero el

⁴³ Por ejemplo, la especulación, queda así constreñida a las reglas de la lógica, al fondo de conocimientos científicos, al método científico y a la verificabilidad teórica y empírica. Y se rechaza toda aquella que no se vincule al fondo de conocimientos o a procesos de verificabilidad.

conocimiento científico al ser objetivo y reflejar una realidad que es independiente de quien la estudie, hace que el conocimiento generado sea un elemento que traspase las fronteras de cualquier cultura ya que uno de los patrones de validez es que toda proposición de tener un grado de adecuación al hecho en cuestión.

En suma, la actividad y el conocimiento científico son transculturales, y generan universales de conducta y conciencia. Lo que es verdadero del otro lado de la cordillera puede ser falso aquí, pero esto sólo aplica con creencias y significaciones. En ciencia, y sobre todo en ciencias naturales, lo que es verdadero del otro lado de la cordillera, también lo es aquí. En ciencias sociales, se pueden estudiar culturas particularmente mediante métodos descriptivos. Pero la ciencia no es meramente un proceso descriptivo. También busca generalizaciones del comportamiento humano, independiente de cada situación cultural particular. De hecho, si adoptamos el relativismo cultural, el ser humano no existiría conceptualmente, ya que tal concepción abarca una serie de generalizaciones. Las ciencias sociales estudian culturas particulares, pero dentro de una lógica de esquemas generales de comportamiento. Y los científicos, de cualquier área, pueden verse motivados a causa de la estructura social a estudiar determinados problemas, pero esto no equivale a asumir un relativismo.

Por ejemplo, el relativismo filosófico en sociedades que estén muy politizadas y toda actividad se conciba dentro de lo político, cualquier actividad puede percibirse bajo criterios, raciales, culturales o nacionales. (Merton, La sociología de la ciencia 2: Investigaciones empíricas y teóricas, 1973). La norma metodológica y moral en ciencia que sostiene que

“las proposiciones científicas son invariables con respecto al individuo y al grupo” es, simplemente rechazada” (Merton, La sociología de la ciencia 2: Investigaciones empíricas y teóricas, 1973).

será desafiada por la introducción de criterios de evaluación ajenos a la ciencia y en la medida de esto, la ciencia será socialmente desvalorada.

Merton lo plantea así:

“Cuando se sostiene que los hallazgos científicos son meramente la expresión de la raza, la clase o la nación. Cuando tales doctrinas se filtran hasta los legos, fomentan una general desconfianza hacia la ciencia y una depreciación del prestigio científico, cuyos descubrimientos parecen arbitrarios y veleidosos. Es característico que el científico se resista a esta variedad de anti-intelectualismo que amenaza a su posición social” (Merton, La sociología de la ciencia 2: Investigaciones empíricas y teoricas, 1973).

Cuando los descubrimientos parecen arbitrarios, suele haber una distribución autoritaria de responsabilidades. La ciencia y la tecnología, como todas las demás actividades humanas, por supuesto no están exentas de responsabilidades, tanto para el investigador individual como para la investigación colectiva. Así pues, el hecho de que la ciencia como actividad busca entender y explicar los mecanismos causales de hechos naturales y sociales, el científico conoce el mundo como una manera para desarrollar el conocimiento en sí mismo, pero también sabe que forma parte de una estructura social que está por encima de cualquier interés privado que cualquiera pudiera tener y que el objetivo de la ciencia es la ampliación del conocimiento certificado.⁴⁴ El énfasis en la pureza de la ciencia radica en proteger la autonomía de la misma (Merton, La sociología de la ciencia 2: Investigaciones empíricas y teoricas, 1973). En ese sentido, la responsabilidad tiene expresiones institucionales diferentes en ciencia a la de cualquier otro ámbito. El énfasis en el principio que sostiene que *“el científico debe estar más preocupado en la significación de su trabajo y en el avance del conocimiento sin interesarse demasiado en las aplicaciones que pudiera tener una investigación”* tiene fundamentos en dos cuestiones importantes. Primero que nadie puede calcular de manera exacta el curso de las aplicaciones que un conocimiento pudiera tener. Todo conocimiento científico se ramifica en su difusión y aplicación. Por ello, el científico no puede controlar las aplicaciones del conocimiento que ha generado. Segundo, tal preocupación se puede convertir en un obstáculo que induce a parcialidades y errores en la investigación. Un científico más preocupado por las aplicaciones del

⁴⁴ Esto es el imperativo institucional que Merton llamó *“Desinterés”*.

conocimiento que por el conocimiento mismo, se encontrará muy limitado en lo que puede y no puede investigar, ya que todo conocimiento podría encontrar una utilidad que pudiera ser costosa para grupos sociales específicos. Ahora, no es que los científicos no se preocupen por las utilidades que pudiera tener su investigación, de hecho, lo hacen con frecuencia, y son los primeros en advertir las consecuencias que pudiera tener una investigación tecnológica que haga uso de sus resultados. Pero tal preocupación, proviene una vez finalizada la investigación o el curso de una línea de investigación. Y es una preocupación que queda fuera del ámbito de la investigación científica. Por supuesto que tal principio puede ser usado para justificar investigaciones peligrosas para la estabilidad de ciertos grupos humanos. La responsabilidad, por tanto, suele ser más costosa en sociedades politizadas, ya que es una responsabilidad heterónoma. Y el relativismo se constituye así, como un factor de hostilidad a la ciencia desde la filosofía.

Otras dimensiones mucho más complejas en la actividad científica, presentan con mayor medida una panoplia de situaciones. Generalmente las imputaciones de responsabilidad a los científicos por algún producto o situación social, suelen estar detrás de una confusión social con respecto a lo que es la ciencia y la tecnología. Los cambios tecnológicos de nuestro tiempo impactan en la vida cotidiana de las personas en el largo plazo, y son cambios constantes de carácter gradual. A causa de ello, los cambios estructurales en la sociedad son impersonales, de los cuales una parte proviene de centros de investigación tecnológica que constantemente están configurando las relaciones sociales, trazando pautas institucionales y la dinámica social en una sociedad dominada por la lógica del internet. Estos cambios impersonales e imperceptibles de manera clara, desarrollan que las personas, como dijo C. W. Mills que es común que

“adviertan con frecuencia que sus vidas privadas son una serie de añagazas. Se dan cuenta que en sus mundos cotidianos no pueden vencer sus dificultades, y en eso muchas veces tienen toda la razón: lo que los hombres corrientes saben directamente y lo que tratan de hacer está limitado por las órbitas privadas en que viven; sus visiones y sus facultades se limitan al

habitual escenario del trabajo, de la familia, de la vecindad; en otros medios, se mueven por sustitución y son espectadores” (Wright Mills, 1959, pág. 23).

Esta impersonalidad de los cambios en la estructura social, combinada con una confusión de ciencia y tecnología, y el rediseño institucional o la preponderancia de un actor social sobre una estructura institucional pueden constituir un paso para el surgimiento de un nuevo tipo de hostilidad hacia los procesos de investigación científica y tecnológica. Cuando las formas de anti-intelectualismo⁴⁵ se generalizan, como dice el cosmólogo Carl Sagan, mediante una metáfora:

“La llama de la vela parpadea. Tiembla su pequeña fuente de luz. Aumenta la oscuridad. Los demonios empiezan a agitarse” (Sagan, El mundo y sus demonios: La ciencia como luz en la oscuridad, 1995).

El tercer criterio de científicidad es que toda ciencia tiene un *objeto de estudio* y un *universo de discurso* (Bunge, Pseudociencia e ideología, 2014). En términos generales, esta es la naturaleza del universo. La ciencia no trata ni estudia entidades inmateriales de carácter sobrenatural (Rosenblueth, 1971) (Tamayo, Reflexiones sobre la ciencia, 2010). Al estar la ciencia restringida por la realidad, por la constitución misma del universo, esto le permite tener vastos campos de estudio, siempre desde *el ámbito de lo real-existente y para lo real-existente*. Es donde la ciencia inicia y termina. La filosofía que subyace a esta postura epistémica en ciencia es el *realismo profundo y sistémico* (Bunge, Pseudociencia e ideología, 2014). La ciencia madura es intrínsecamente *realista*, aunque rara vez los científicos sean conscientes de dicha postura filosófica, aunque sea sólo porque la dan por supuesto. Las filosofías constructivistas-relativistas y subjetivistas no tienen ningún espacio de influencia en alguna disciplina científica madura. Como sostiene Bunge, el realismo científico...

⁴⁵ El constructivismo-relativismo, el estructuralismo y sus vertientes, el posmodernismo y algunas vertientes de la teoría decolonial, las ideologías capitalistas y socialistas, algunas corrientes del feminismo forman parte de estas corrientes anti-intelectuales. Por ejemplo, han sostenido que la ciencia es eurocéntrica, blanca, americana, elitista, capitalista y machista. O que la verdad es una construcción determinada culturalmente y la ciencia una narrativa ideológica más. En sus pretendidas críticas, *han confundido los estereotipos de la ciencia con la ciencia misma y con ello, han formado parte de filosofías hostiles a la ciencia y al conocimiento.*

“es la filosofía que casi todo el mundo practica cuando intenta resolver sus problemas de todos los días. Únicamente los filósofos pueden profesar el antirrealismo y esto sólo cuando escriben o enseñan”. (Bunge, Las pseudociencias ¡vaya timo!, 2010)⁴⁶.

El cuarto criterio de cientificidad es que las disciplinas científicas y la ciencia en general, contienen un conjunto de supuestos y postulados filosóficos básicos⁴⁷ que fundamentan la actividad, la orientan y permiten la evaluación de procesos y resultados, así como del método científico, de los marcos teóricos, del objeto de estudio, de las problemáticas, los objetivos y las soluciones (Bunge, Pseudociencia e ideología, 2014)⁴⁸. No hay ciencia sin filosofía (Bunge, Ciencia, técnica y desarrollo, 2014) (Bunge, Epistemología, 1980) (Rosenblueth, 1971) (Tamayo, Cómo acercarse a la ciencia, 2000) (Tamayo, Reflexiones sobre la ciencia, 2010). *El fondo filosófico o concepción general* suele ser implícito, ya que los científicos desarrollan sus posturas filosóficas en la medida que desarrollan su investigación (Rosenblueth, 1971), ya que, al estar concentrados en la segunda, no suelen prestar atención explícita a dicho fondo. Sólo los generalistas epistémicos en ciencia y los

⁴⁶ En el prólogo 1 del mencionado libro, hay una anécdota que refleja lo anterior y es de Alfonso López Borgoñez, que vale mostrar: “Hace años, quizá veinte, conocí a André Gunder Frank, el conocido científico alemán ya fallecido. En aquella época, yo estaba notablemente influido por la obra de diversos autores -relativistas- procedentes tanto de la arqueología o la antropología como de la propia filosofía de la ciencia. Durante una cena, empecé a expresar a André la dificultad de trabajar con los restos de culturas antiguas, dado que, al ser adaptaciones socioculturales (es decir, no biológicas) a diferentes contextos naturales, sociales e históricos, era muy difícil conocer realmente nada de ellas, salvo nuestras propias construcciones del pasado. Le comenté que sólo sabíamos de “apariencias”, no de “realidades”. Y lo mismo creía que pasaba al estudiar desde una perspectiva antropológica ciertas poblaciones de otras partes del globo terrestre: nunca hablamos nada de ellas, sólo de nosotros; conocer la realidad era imposible, en caso de que existiera... E incluso eso pasaba en ciencias como la biología o la física. Pensaba que el concepto de *cerdo* o *gravitación universal* eran *constructos* nuestros, frutos de una manera de entender la naturaleza en un momento dado. André no estaba de acuerdo (...) En un momento dado, le dije que iba al lavabo. Levantó entonces su vista y, (...) me dijo: “*La puerta está cerrada, ¿Podrás entrar a través de ese constructo o la abrirás antes de pasar?*” Sonríe y acabó su frase: “*Si tienes prisa, te recomiendo la segunda opción, pues la primera te provocaría un chichón que tendría muy poco de constructo ideal y mucho de objetivo*”.

⁴⁷ Una ontología materialista, sistémica y emergentista, una gnoseología realista, y un ethos filosófico orientado a la búsqueda de la verdad, tal como menciona Bunge y Merton.

⁴⁸ Para conocer a profundidad los elementos ontológicos, gnoseológicos y el ethos de la ciencia véase el Capítulo 11 “Ciencia y filosofía” en *Ciencia, Técnica y desarrollo* (Bunge, Ciencia, técnica y desarrollo, 2014, págs. 107-120)

estudiosos de la ciencia, suelen advertir dicho fondo, pero no el científico ocupado en alguna investigación (Bunge, La ciencia, su metodo y su filosofía, 1973).

El quinto y sexto criterio de cientificidad es que la ciencia posee un conjunto de *fondos formales generales y específicos* (Bunge, Pseudociencia e ideología, 2014). Dichos fondos formales y específicos se componen de colecciones sistémicas de teorías y métodos lógicos-matemáticos, hipótesis, datos fácticos y empíricos, herramientas conceptuales y materiales, métodos de verificación y procesos de postulación de resultados, investigaciones y conocimientos asentados. Esos fondos formales y específicos son la centralidad de toda ciencia madura (sobre todo el uso de sistemas lógico-matemáticos) y es aquí donde se establece el desarrollo de la investigación. El fondo general y específico es escrutable y se encuentra en continua actualización. Además, al ser sistémico, sistemas lógicos y matemáticos o las hipótesis/teorías se encuentran en estrecha relación y la transformación de uno implica los cambios en todo el conjunto del fondo formal o específico. En una disciplina particular o en un proyecto de investigación que abarque muchas disciplinas científicas, tales fondos formales y específicos son el espacio donde suceden una parte de las revoluciones científicas. Es aquí donde una investigación realizada puede cambiar algún componente y transformar toda la investigación.

Una investigación será revolucionaria si logra cambiar algún aspecto o parte del fondo formal y específico de una disciplina, lo que implica el surgimiento de nuevas áreas, problemas o el uso de nuevos instrumentos conceptuales y materiales. Las revoluciones científicas suceden por una combinación inextricable entre continua acumulación de conocimiento y cambios de perspectivas (nuevas teorías/métodos o problemas).

El séptimo criterio de cientificidad que sostiene Bunge es que toda disciplina, o ciencia en general, contienen un *conjunto de problemas a tratar*, que van desde átomos hasta sociedades, y que son problemas cognoscibles limitados al ámbito de lo real. Aquí hay una diferencia importante. Si bien la ciencia aplicada y la tecnología tratan con problemas prácticos que buscan resolver, el ámbito de la ciencia radica en problemas mayoritariamente cognoscitivos, orientados por el interés del

científico y constituyen la base general de la comprensión del universo. Los problemas en la ciencia aplicada también son cognoscitivos pero con la particularidad de que suelen ser más especializados y estrechos, con miras a solucionar un problema por medio de la aplicación del conocimiento para que aún contribuya a enriquecer el sistema de conocimiento científico y, como regla general, tales conocimientos en ambas áreas (básica y aplicada) pueden transformarse en productos, procesos o estados de cosas, ya sea en el corto, mediano o largo plazo, de manera general o limitada. Pero dicha aplicación no es el fin de la ciencia, ni mucho menos su fin último, sólo es una consecuencia de su generación constante de conocimientos objetivos derivado de su *capacidad autocorrectiva*. Con respecto a los problemas de la tecnología y de la industria, dichos problemas suelen ser prácticos y limitados, orientados a la creación o control de una cosa, proceso natural o social y el fin último, es transformar la realidad.

El octavo criterio de cientificidad es que la ciencia y sus disciplinas tienen *conjuntos de conocimiento acumulados*. Este fondo de conocimiento también se encuentra en cambio constante y es controlado por procesos de verificación, de escrutinio científico, de evaluación constante de las investigaciones, las teorías/hipótesis y de los resultados. Asimismo, los conocimientos que componen este *fondo de conocimientos científicos* se encuentran firmemente aceptados como *probablemente verdaderos* o más fieles al hecho, y es aquí también el espacio de desarrollo para las revoluciones científicas. Dicho fondo de conocimiento no es consensual, sino que está lleno de controversias y relaciones, de tal manera que el conocimiento, al pasar por procesos de verificabilidad y evaluaciones continuas (normativas, experimentales, lógicas), está más consolidado y firme para la comprensión y entendimiento del universo. Los conocimientos de la ciencia suelen estar regulados por diversos órdenes como la compatibilidad, la verificación empírica, teórica, directa o indirecta, de lógica y semántica, sintáctica, gnoseológica, metodológica y en términos los términos de un *escepticismo institucionalizado* como actitud.

Lo característico de este criterio es que toda generación de conocimientos que se sostenga como científico, debe tener grados de compatibilidad con este fondo de conocimientos acumulados. Una investigación y sus resultados deben tener un *grado de adecuación* con este corpus de conocimiento o con elementos de él. Por ejemplo, una de las características básicas de las pseudociencias es que no se relacionan con dicho fondo de conocimiento, y su grado de conformidad es nulo o inexistente. Así lo sostiene Bunge:

“La compatibilidad con dichos conocimientos es necesaria, no sólo para depurar las especulaciones, sino para comprender la nueva idea y poder evaluarla. Efectivamente, la validez de una hipótesis o de un diseño experimental está parcialmente determinada por su grado de conformidad con los conocimientos previos razonablemente consolidados” (Bunge, Las pseudociencias ¡vaya timo!, 2010).

Una de las razones por la cual el psicoanálisis es considerado una pseudociencia se debe a que contradice todo el conocimiento acumulado de un conjunto de disciplinas que han generado resultados en torno a las mismas problemáticas: La neurología (cognitiva), la psicología (fisiológica, clínica y cognitiva) la etología, la biología humana, la psiquiatría y la sociología científica, entre otras. Éstas tienen todo su conocimiento vinculado entre sí, y el psicoanálisis no da resultados en sintonía con dicho fondo de conocimientos.⁴⁹ Más aún, el conocimiento psicoanalítico suele ser tan inespecífico que a veces es difícil de verificar y por lo tanto de vincular a datos empíricos y fácticos.

Antes de proseguir quisiera aclarar una cuestión de suma importancia. Se ha sostenido que el conocimiento científico es *consensual* a partir de este fondo de conocimientos acumulados, pero nada más alejado de la ciencia como sistema social y conceptual. Ésta se compone de controversias, disputas y contradicciones entre disciplinas y conocimientos, hipótesis o métodos. Tales controversias forman

⁴⁹ De hecho, el psicoanálisis llega a contradecir otras ramas de la ciencia, inicialmente alejadas de las problemáticas del estudio humano, como la física o la química, que tratan temas referentes a la materia y energía. Por eso no es raro que algunos físicos critiquen al psicoanálisis. Véase el libro “Imposturas Intelectuales” de los físicos Alan Sokal Y Jean Bricmont.

parte del fondo de conocimientos y la ciencia dispone de mecanismos para dirimirlos en el largo plazo. El grado de conformidad de un conocimiento no excluye las controversias⁵⁰, sino que en casos particulares hasta las fomenta (ya que es un elemento integrado) y son un factor del progreso del conocimiento, basado en la acumulación y en los cambios de paradigmas. Una parte de las ideas sobre *las revoluciones científicas*, tal como las postuló Thomas Kuhn y Feyerabend, son erróneas. Esto lo demuestra Mario Bunge en casi todas sus obras, argumentando la inexactitud de la definición de paradigma, su excesivo énfasis en las condiciones sociales como factor de producción científica y de científicos, su postulado de “incommensurabilidad” de paradigmas, y la concepción de que las revoluciones son totales y absolutas⁵¹. Por el contrario, a tales posturas, las *revoluciones científicas* no son totales, como sostuvieron aquellos autores. No cambian *paradigmas* para siempre y no se suceden unas a otras históricamente. De hecho, toda *revolución científica* produce conocimiento nuevo y corrige al anterior, incorporando elementos de conocimiento precedentes y situando el conocimiento científico consolidado en nuevas perspectivas (Bunge, *Las pseudociencias ¡vaya timo!*, 2010). Así lo dice el Bunge:

“Una auténtica revolución científica no barre todos los logros del pasado, sino los corrige y enriquece. Además, una revolución científica es siempre parcial, jamás total; es decir, lejos de renegar de todo un legado científico, cuestiona únicamente algunos de sus componentes de esa herencia” (Bunge, *Las pseudociencias ¡vaya timo!*, 2010).

Entonces las revoluciones científicas “son discontinuas en algunas partes y continuas en otras”. Compiten entre sí cuando se refieren a un mismo hecho y a su

⁵⁰ “Endo herejías” las llamó Isaac Asimov para referirse a nuevas teorías o leyes científicas que ponen en duda algún elemento del conocimiento científico que se considera verdadero. Estás son inevitables en ciencia y nunca barren el conocimiento consolidado, lo reformulan en nuevos términos. La física newtoniana no fue eliminada por la Einsteiniana, de hecho, son compatibles y complementarias en algunos de sus componentes. Explican fenómenos que la otra no puede.

⁵¹ Por supuesto que no todo lo referido de Kuhn es desechable. De hecho, Bunge argumenta que la mayor contribución de Kuhn ha sido evidenciar que el trato que los científicos dan a los datos desfavorables o negativos es diferente en proyectos de investigación normal y extraordinaria. En los primeros se adecua o descarta el dato desfavorable, en el segundo se reinterpreta la teoría a la luz del dato desfavorable.

vez, explican otros. Ambas pueden formar parte del fondo de conocimientos científicos.

Dos ejemplos podrían aclarar este criterio de científicidad: “*La teoría de la deriva continental*” y “La teoría del equilibrio puntuado”.

Alfred Wegener fue un meteorólogo y geofísico alemán que nació en 1880 y se calcula que murió en 1930, ya que su deceso fue en un viaje a Groenlandia.

Su hipótesis -hoy en día contundentemente confirmada y considerada un hecho- sostenía que todos los continentes actuales estuvieron unidos en una sola masa terrestre (Pangea) y que estos se encuentran en constante movimiento. Wegener propuso su hipótesis en 1912 y con ello contradijo los conocimientos comúnmente aceptados, aglutinados en la teoría de que la geografía terrestre era estática. Con ello, este geofísico introdujo en la ciencia una serie de disputas que lo llevaron a ser acusado de arribista por todo el estamento científico e incluso por grandes personalidades de la ciencia que simplemente no creían en su hipótesis. Si bien dicha hipótesis no podía ser verificada en el periodo de vida de Wegener, ello fue la razón de las más duras descalificaciones que recibió por parte de la comunidad científica, ya que su hipótesis no se adecuaba al fondo de conocimientos científicos. Aun así, en 1950, con nuevas técnicas de paleomagnetismo en el campo, permitieron verificar que la hipótesis no sólo era correcta sino exacta. Wegener había revolucionado su campo, y una idea que pareció ridícula y extravagante, hoy forma parte de ese fondo de conocimientos y ha permitido comprender de mejor manera el modo en que surgen continentes y la historia geológica del planeta, sentando las bases incluso para nuevos campos o disciplinas como la sismología. Quedaba así confirmada “*La teoría de la deriva continental*” e incorporada al fondo de conocimientos científicos.

Otro caso importante. Stephen Jay Gould y Niles Eldredge analizaban los mecanismos de la evolución sostenidos por Darwin, primordialmente los cambios graduales en las especies. Se les presentó un problema al analizar restos fósiles: no encontraban cambios graduales en las especies. La teoría de la evolución de las especies sostenía que los organismos compiten entre sí y aquellos que logran

sobrevivir, son los que estuvieron mejor adaptados al ambiente (selección natural) y heredaban sus características a los descendientes, por lo cual se iban produciendo cambios en las especies de manera gradual. El registro fósil analizado por ambos investigadores no concordaba con este supuesto teórico sobre procesos evolutivos. Fue así que en 1972 formularon una hipótesis que rompía con el paradigma establecido. La “*teoría del equilibrio puntuado*” sostenía que las especies tienen largos periodos de estabilidad y con mínimos cambios evolutivos, para después dar grandes saltos evolutivos y cambiar radicalmente de un momento a otro y en algunos casos, surgían nuevas especies. Lo específico de la nueva teoría no es la negación del cambio gradual, sino su carácter uniforme, sosteniendo la manera en cómo los procesos evolutivos se despliegan considerando a su vez el tiempo, y situando dichas revoluciones genéticas y eventos de cambio rápido con ramificaciones, dando existencia a múltiples especies que continúan o se extinguen. Así también, los corolarios de la hipótesis sostenían que no todos los cambios evolutivos son productos de la competencia y selección natural, sino que al ser producto del azar (y no necesariamente de procesos de selección natural), dichas características son elementos colaterales que no presentan ventajas evolutivas y que son consecuencia de la forma en cómo evolucionan las especies.

La “*teoría del equilibrio puntuado*” y la “*teoría del gradualismo*” son dos concepciones que en muchos sentidos se complementan, pero la primera vez que fue formulada despertó las más duras críticas por su elocuencia y por su poco grado de compatibilidad con el conocimiento consolidado. Por supuesto esta teoría rompía (y rompe aún) con los paradigmas establecidos de la biología evolutiva. Hoy en día son teorías que compiten entre sí, pero ambas adecuadas al fondo de conocimiento científico y sustentadas por sólidas evidencias. Tal controversia causó un avance del conocimiento de las especies y una revolución en su campo. Hoy en día ambas hipótesis son científicas y aceptadas, a pesar de ser contradictorias en algunos elementos y complementarias en otros.

El noveno criterio es que la ciencia tiene un *conjunto definido de objetivos* que busca cumplir. Los objetivos de la ciencia son particulares y respectivos a cada disciplina

o corriente de pensamiento. Esto no significa que la ciencia no tenga objetivos generales independientes de las disciplinas, mejor dicho, en sintonía con la independencia de cada disciplina. Uno de los objetivos generales del conocimiento científico es del orden cognoscitivo: conocer el universo, facultad única de *homo sapiens*. La finalidad de la ciencia es poder describir, explicar y predecir hechos e incluso, crear artefactos o procesos físicos, biológicos y sociales.

El décimo criterio de cientificidad es que la ciencia posee un *conjunto de métodos escrutables generales y específicos*. Esto consiste en que todo método es repetible de manera independiente, analizable y criticable, además debe ser contrastable con otros métodos como parte de un proceso de investigación (Bunge, Ciencia, técnica y desarrollo, 2014). Los métodos son socializables a causa de la investigación científica y también son de carácter *impersonal*. Pueden tener autoría, pero no dueños. Un método secreto, no analizable, ni escrutable, no puede ser científico.

El onceavo criterio y el doceavo, respectivamente, es que la ciencia está en *continuo cambio y relacionado con otras disciplinas*, debido al desarrollo de investigaciones en todas las áreas, ya que cada problema al ser tratado, genera una nueva panoplia de problemas. Durkheim lo ha formulado así de manera específica en el prólogo de “*Las reglas del método sociológico*”:

“No creemos exagerar al decir que, desde entonces, las resistencias se han debilitado progresivamente.⁵² Sin duda, todavía nos es discutida más de una proposición. Pero no deberíamos extrañarnos ni quejarnos de estas objeciones saludables; está muy claro, en efecto, que nuestras formulas están destinadas a ser reformadas en el futuro. Obtenidas de una práctica personal y por fuerza restringida, deberán evolucionar necesariamente a medida que se adquiera una experiencia más amplia y más profunda de la realidad social. En lo que respecta al método, por otra parte, sólo puede hacerse algo provisional, porque los métodos cambian a medida que avanza la ciencia.” (Durkheim, 2004, págs. 11-12)

⁵² Aquí el autor habla de las críticas que se hicieron por formular que los hechos sociales deben de ser tratados como cosas.

Este criterio de cientificidad está ausente en las pseudociencias en mayor grado. Las pseudociencias son un conjunto de prácticas y conocimientos desvinculados entre sí y *asistémicos*. Esto quiere decir que dicho conocimiento no suele cambiar por el resultado de la generación propia de conocimiento, mucho menos por el resultado de investigaciones (las pseudociencias más sofisticadas sí realizan investigaciones) y los cambios que suelen darse en ellas son por presiones sociales y políticas (la teoría terraplanista se ha fortalecido en la era del internet).

Por consiguiente, *toda comunidad científica y todo sistema científico desarrolla, a lo largo del tiempo, controles para regular la actividad científica y la generación de conocimientos*. Dichos controles han sido expuestos aquí con gran detalle en el primer capítulo y en estos criterios de cientificidad. Estos doce criterios explicitados por Bunge están presentes de manera continua y al mismo tiempo en la investigación científica. Basta recurrir a cualquier ciencia para corroborarlos. Por ello, Bunge expresa que:

“Ninguna de estas doce condiciones es, por sí sola, suficiente para que un campo de conocimiento sea científico. Sólo la conjunción de las doce define el carácter científico de un campo de conocimiento” (Bunge, Pseudociencia e ideología, 2014).

3.1 El carácter implícito de los criterios de cientificidad en la *vocación científica*

Para la mayoría de los científicos, el inicio de su carrera como hombres de ciencia puede haberse derivado de factores personales muy diversos. Sin embargo, cabe señalar la existencia de pautas generales. La iniciación de los futuros científicos conlleva el aprendizaje continuo de los criterios antes expuestos y asimismo sólo nos referiremos a dos formas generales de ingreso a la ciencia.

La primera de ellas es que los científicos iniciaron su carrera como aprendices de investigadores, más concretamente, como ayudantes de investigadores científicos. Los criterios de cientificidad antes señalados se dan por supuesto y son

desarrollados por medio de la investigación científica, ya que las normas metodológicas e institucionales son parte inherente de la estructura social en ciencia. Los procedimientos de investigación científica constantemente requieren de auxiliares administrativos y educativos. Esto allana el camino para construir redes de cooperación y, a su vez, condensar relaciones sociales, con lo cual es probable que salga algún futuro científico que de inmediato es auxiliar de un profesor-investigador. La estructura social de la ciencia garantiza así, como cualquier otro grupo social, el flujo constante de nuevo ingreso y con ello, la perpetuación de las normas institucionales y de los paradigmas desarrollados. La segunda (que se presenta de manera muy escasa en la ciencia moderna), es la iniciativa individual para desarrollar investigaciones científicas. Esta forma de ingreso a grupos de investigación científica o a institutos fue una tendencia en los inicios de la ciencia moderna, cuando esta se estaba institucionalizando. Las investigaciones que establecieron nuevos paradigmas en la ciencia, orientaron a los científicos—mediante la socialización de sus resultados— a tener una mayor confluencia con otros investigadores y a su posterior incorporación en institutos científicos. Es, por ejemplo, el caso de Isaac Newton.

Estás pautas en la incorporación de nuevos científicos, genera una situación que resulta paradójica. Arturo Rosenblueth habla de ello al respecto:

“(...) la mayoría de las personas que se dedican a la investigación científica y que contribuyen al desarrollo y progreso de la disciplina que cultivan, no podrían formular con precisión su concepto de lo que es la ciencia, ni fijar los propósitos que persiguen, ni detallar los métodos que emplean en sus estudios, ni justificar estos métodos” (Rosenblueth, 1971).

Y continúa diciendo que:

“Esto se debe, a que la mayoría de los hombres de ciencia se han encauzado en su disciplina, iniciándose como aprendices junto a un maestro. (...) Cuando se presentaron ante el hombre de ciencia que dirigía un laboratorio o departamento, y manifestaron su deseo de dedicarse a dicha disciplina científica no preguntaron, ni se les dijo, cuál era la meta final de sus labores.

(...) Su experiencia creció (la del ayudante), y con ella maduró su iniciativa. Conocieron el método científico como aprendices, lo que los capacitó para elaborar contribuciones científicas importantes, y de aprendices pasaron a maestros, capaces de guiar a los aprendices de las generaciones siguientes". (Rosenblueth, 1971).

El autor expone un hecho: La investigación científica sólo se aprende investigando y la mejor manera de conocer la actividad científica es realizándola. Es por ello que los científicos tienen una conceptualización poco clara de sus actividades, tal vez porque saben que la investigación científica es inseparable del conocimiento de la ciencia. Así lo formula Merton:

"El ethos de la ciencia es ese complejo, con resonancias afectivas, de valores, y normas que se consideran obligatorias para el hombre de ciencia. Las normas se expresan en forma de prescripciones, proscripciones, preferencias y permisos. Se las legitima en base a valores institucionales. Estos imperativos, trasmitidos por el concepto y el ejemplo, y reforzados por sanciones, son internalizados en grados diversos por el científico, moldeando su conciencia científica (...). Aunque el ethos de la ciencia no ha sido codificado, se lo puede inferir del consenso moral de los científicos tal como se expresa en el uso y la costumbre, en innumerables escritos sobre el espíritu científico y en la indignación moral dirigida contra las violaciones del ethos" (Merton, La sociología de la ciencia 2: Investigaciones empíricas y teoricas, 1973).

A estas alturas, creo que parece muy pertinente aclarar que se entiende por "Vocación científica". El concepto de vocación referente para toda actividad humana es, una idealización orientada probablemente a justificar el desarrollo de dicha actividad humana, a partir de una base de discriminación valorativa de actividades comparadas y que funciona como un elemento de justificación social de las mismas. La idea de *vocación* en la empresa política, tal como la entendió Weber, deriva del tipo ideal de legitimación de la dominación carismática, producida por la entrega de los dominados a la personalidad y el carisma del líder. Tal líder es visto...

“como (...) alguien que está internamente llamado a ser conductor de hombres, los cuales no le prestan obediencia porque lo mande la costumbre o una norma legal, sino porque creen en él” (Weber, 1967).

La idea de vocación subyacente se refiere a una vivencia necesaria para abocarse a la empresa política, que tiene por objetivo la participación en el poder, ya sea como un fin en sí mismo, o como un medio para la consecución de otros fines.

Pero la actividad científica *como vocación* expresa aquella experiencia de un *llamado interno* y que deviene en un tipo de satisfacción placentera o *bienestar subjetivo* que los motiva a seguir investigando sobre algún objeto, dentro de los parámetros del método científico. En consecuencia, la *vocación* es una “*social construcción*” ya que se concibe como “la idea a un llamado o predisposición a una actividad humana” (Tamayo, Reflexiones sobre la ciencia, 2010); es decir, donde un individuo siente y satisface su vida emocional al desarrollar una actividad en la que es excelente y en la cual siente “que es para aquello que nació”. Esa es una de las características que expresan los científicos cuando retrospectivamente estudian su ingreso a la ciencia y cuando promueven la idea de dedicarse por completo a la ciencia. Pero la vocación en términos biológicos no existe⁵³, sino que es una idea esquematizada que jerarquiza las actividades humanas con base en valoraciones que son subjetivas. (Tamayo, Reflexiones sobre la ciencia, 2010). La idea de *vocación* en cualquier sociedad se consolida como un ideal que todas las personas poseen para ciertos tipos de actividades que les son preferentes y mediante tal “*social construcción*” justifican el sentido histórico de su vida y su sociedad. Eso no elimina la pasión y el deseo que pueden tener las personas para desempeñar ciertas actividades y de las cuales sólo realizándolas pueden tener una satisfacción plena.⁵⁴

En sociología tenemos el ejemplo de este tipo de satisfacción en la obra de C. W. Mills, particularmente cuando dice que:

⁵³ Es conocido que existen predisposiciones genéticas y culturales que dotan a ciertos individuos para sobresalir en ciertas actividades, pero eso es algo diferente.

⁵⁴ Aquí aplica muy bien el teorema de Thomas: “Si los hombres definen ciertas situaciones como reales, ellas lo son en sus consecuencias”.

Creo que lo mejor es empezar por recordaros a los estudiantes principiantes que los pensadores más admirables de la comunidad escolar a que habéis decidido asociarnos no separan su trabajo de sus vidas. Parecen tomar ambas cosas demasiado en serio para permitirse tal disociación y desean emplear cada una de ellas para enriquecer a la otra. Desde luego, esa escisión es la convención que prevalece entre los hombres en general, y se deriva, supongo yo, del vacío del trabajo que los hombres en general hacen hoy. Pero habréis advertido que, como estudiantes, tenéis la excepcional oportunidad de proyectar un tipo de vida que estimule los hábitos de la buena artesanía. El trabajo intelectual es la elección de un tipo de vida tanto como de una carrera; sépalo o no, el trabajador intelectual forma su propio yo a medida que trabaja por perfeccionarse en su oficio; para realizar sus propias potencialidades y aprovechar las oportunidades que se ofrezcan en su camino, forma un carácter que tiene como núcleo las cualidades del buen trabajador. (Wright Mills, 1959, pág. 206)

El ideal de *vocación* tiene una función social importante, independientemente de la actividad. Proporciona una gratificación subjetiva y en la sociedad, una posible supra-valoración social de ciertas actividades por encima de otras. Tal función radica principalmente en la renovación de personas para desempeñar las actividades de la sociedad, aunada a la justificación social e individual para que la actividad exista y pueda ser ejercida por un individuo. La valoración social de tal actividad, comúnmente viene asociada a constantes mejoras salariales y laborales. Pero sobre todo ello, la función social de la *vocación* genera mecanismos de ingresos de cierto tipo de individuos a dicha actividad.⁵⁵ El *ideal de vocación*, es el mecanismo social para el ingreso a posiciones sociales en un grupo, con sus respectivos roles a desempeñar y el status que le es atribuido.

Pero surge una pregunta: *¿cuáles pueden ser los factores que influyen en el ingreso de individuos a la ciencia y que esta se conciba como una vocación?*

⁵⁵ Todo concepto de *vocación* viene asociado con una tipología sobre el tipo de individuos a los cuáles se les imputa tal *vocación*.

El científico puede tener diversos motivos para dedicarse a la ciencia. Como Merton expresó, uno de los motivos que lleva a un individuo a formar parte de la investigación científica podría ser la idea del *“reconocimiento de sus pares”*, y agregaría que también el reconocimiento institucional/social a su trabajo y a su persona. El científico no sólo se ve motivado por una curiosidad impersonal, sino que la búsqueda de conocimiento científico y las actividades de investigación pueden estar motivadas por el ideal de alcanzar prestigio y reconocimiento (Merton, La sociología de la ciencia 2: Investigaciones empíricas y teoricas, 1973).

Es también importante señalar que la educación institucionalizada y la educación informal han sido elementos que han permitido un avance y desarrollo en las capacidades o facultades de cada persona, de tal manera que los procesos de socialización han tenido la consecuencia de posicionarnos en el ápice de la escala evolutiva (Harari, Yuval Noah, 2014) . La condición humana se caracteriza por una capacidad de *seguir aprendiendo contantemente, de manera flexible*, sobre una amplia gama de diversidad de cosas, facultad que sólo los humanos poseen (Harari, Yuval Noah, 2014) (Savater, 1997). La educación o la capacidad de aprendizaje evidentemente se encuentran ampliamente limitadas y contextualizadas por la situación social o geográfica en la que se encuentra el individuo (esto no quiere decir que el individuo no pueda aprender más allá del contexto social en el que se encuentra, sino que sus intereses y valores se encuentran posibilitados como elementos que influyen en la toma de decisiones de la persona, en las valoraciones que esta realiza sobre la vida). Cada grupo social desarrolla sus propias estrategias de aprendizaje, en busca de aquellos valores y elementos pedagógicos que sean útiles al individuo, por contribuir al desarrollo societal y son conocimientos socialmente valorados como primordiales en la formación de una persona. Un sistema científico avanzado, mantiene intensas relaciones con el sistema educativo por medio de centros públicos de investigación y de programas universitarios orientados a la ciencia y la tecnología. Por lo tanto, la institucionalización de la educación transmite modelos de comportamientos y valores hacia los individuos, como una manera probablemente implícita y desinteresada por continuar el desarrollo de la sociedad y sus actividades (Savater, 1997).

En este sentido el control social (por medio de un control moral y educativo) que la sociedad ejerce frente a sus miembros se ejecuta elementalmente (aunque no de manera única) por medio de la educación institucionalizada. El individuo, al nacer en una situación social previamente configurada y establecida, se ve profundamente influido por las valoraciones pedagógicas que hace la sociedad sobre los diversos tipos de conocimiento y comportamientos (lo cual afecta a la ciencia de manera positiva o negativa), y esto incluye la inclinación a ciertos tipos de saberes, y la exclusión de elementos considerados contrarios a la sociedad.

La educación institucionalizada genera condiciones sociales que –según sea el caso- posibilitan o determinan los procesos de socialización, las facultades cognitivas del individuo y un horizonte de posibilidades para su vida, dependiendo del carácter instrumental que el individuo pueda darle. Bajo este proceso, la socialización convierte al individuo en un ser social acorde con los valores culturales del grupo social en cuestión y, si está sujeto a una exclusión social, también forman valores y conductas en respuesta a dicho orden moral del grupo social. La iniciación en la ciencia puede verse afectada en este sentido, sobre todo en una sociedad que tiene valoraciones negativas sobre la actividad en cuanto tal. La mayoría de los sistemas educativos, sobre todo en los niveles elementales, promueven modelos educativos basados en elementos simbólicos como modelo de aprendizaje. Se enseña historia sobre la base de figuras históricas idealizadas –y algunas veces con un uso faccioso político de la historia-. Pero tal idealización es parte crítica del sistema educativo de un país. Esto también sucede en ciencia. Como sistema educativo tiene sus máximos representantes y sus mártires, que funcionan como modelo a seguir por los futuros científicos. Se enseña a los futuros científicos a seguir los pasos de tales personajes excelsos y se les estimula a una superación, con base en valores como determinación, rectitud, honestidad, etcétera, valores promovidos en torno la vida de tales personajes. Asimismo, la el manejo de símbolos como estímulo personal conlleva la *significación* de sus investigaciones en el espectro de la investigación científica, es decir, en el sentimiento de que se participa en un proyecto que trasciende las estructuras institucionales y los proyectos individuales. Esto por supuesto puede llevar a ideologizaciones de la

ciencia, pero la función social de la promoción de figuras representativas en ciencia estimula la actividad científica como una opción de *vocación* para los futuros aprendices.⁵⁶

Otro factor importante de ingreso a la ciencia como vocación se encuentra en el proceso de socialización. Las etapas de aprendizaje de una persona – y de cualquier especie animal- tienen una relación intrínseca con el *proceso de imitación*. No sólo los humanos aprendemos imitando a nuestros criadores/superiores, también otras especies de mamíferos, como los chimpancés, los bonobos, las aves, los elefantes, etcétera. *La mimesis es un proceso social y biológico por el cual ciertas especies buscan ser aceptadas en el grupo o manada*. Dicha imitación de la conducta de los miembros del grupo proporciona conocimiento sobre las dinámicas sociales efectuadas. Asimismo, durante el desarrollo de un individuo o un animal, se generan aptitudes y conductas (sobre todo en humanos) basadas en la socialización temprana y emocional, con sólidos vínculos emocionales y parentales que facilitan el proceso de aprendizaje de un comportamiento o una actividad. Dicho proceso es vital en etapas del desarrollo temprano, pero el proceso de mimesis social está en continua práctica porque tiene una funcionalidad biológica: nos permite relacionarnos. La mimesis social y biológica puede efectuarse de manera simbólica, es decir, que se elimina su funcionalidad de supervivencia y reproducción y funciona como un patrón de conducta para desempeñar una actividad. Es el caso de una cantidad considerable de científicos de diversas disciplinas. La mayoría de ellos se dedicaron a la investigación científica por la influencia –directa o indirecta- de algún amigo, familiar o guía moral. Es el caso de Michael Faraday que entró a trabajar muy joven como aprendiz de encuadernador, relacionándose con libros y con escritores. Posteriormente descubriría la obra de Humphrey Davy, químico inglés de renombre y con el cuál trabajó hasta la muerte de aquel. El químico inglés William Henry Perkin aprendió cuanto pudo como ayudante del químico A. W. Von Hofmann y de su modelo a seguir Michael Faraday. Wilhelm Conrad Roentgen, que después de haberse graduado en ingeniería mecánica de la universidad encontró

⁵⁶ La valoración nacionalista lleva a exaltar a científicos nacidos en determinada comunidad de cultura, o nación, y se le considera como propios.

su verdadera pasión: la Física pura, que lo llevó a estudiar un doctorado en el área y por ello conoció al famoso físico August Kundt, con el que trabajó durante seis años. Dicho trabajo lo encaminó a revolucionar la ciencia con el descubrimiento de “los rayos X” y sentar las bases de un nuevo campo: la radioactividad. Darwin aprendió del pasado de su abuelo, que era biólogo naturalista (Asimov, Momentos estelares de la Ciencia, 1959). Todos ellos se dedicaron a la ciencia por causa de relaciones sociales intensas con la ciencia y muchos siguieron esas pautas de conducta propias del investigador.

Y el último posible factor de adhesión a la ciencia y vinculado con el *proceso de imitación* es la *determinación de los círculos sociales*. En los ejemplos anteriores está presente también este fenómeno, no sólo los personajes influyen en las personas, sino también las cosas que lo rodean. Generalmente las personas que se conciben admirables son las que influyen en la conducta de los individuos. Es el caso del médico mexicano Ruy Pérez Tamayo, que en su autobiografía “*La segunda vuelta. Notas autobiográficas y comentarios sobre la ciencia en México*” y en su libro “*Diez razones para ser científico*” reseña la influencia que tuvo el amigo de su padre y de la familia —el doctor Alfonso G. Alarcón— no sólo para él, sino para toda su familia.⁵⁷

Asimismo, una vez que estudiaba medicina, decidió convertirse en científico gracias a su amistad con su compañero de clase Raúl Hernández Peón quien se convertiría en un fisiólogo reconocido y que inicialmente invitó a Ruy Tamayo a su laboratorio casero a experimentar mientras iban a la facultad, descubriendo su deseo de dedicarse por completo a la ciencia.

Por ello se concibe que los círculos sociales suelen constituirse en elementos determinantes, o como diría C. Wright Mills:

“Lo que los hombres saben directamente y lo que tratan de hacer está limitado por las órbitas privadas en que viven; sus visiones y sus facultades

⁵⁷ Los hermanos de Ruy Tamayo también estudiaron medicina.

se limitan al habitual escenario del trabajo, de la familia, de la vecindad;(...)
(Wright Mills, 1959, pág. 23).

La admisión a la nómina de la ciencia puede verse motivada por elementos de carácter simbólico para los individuos, determinados cultural e institucionalmente.

3.2 Imaginación, creatividad y Serendipia

“Lo importante en la ciencia no es tanto obtener nuevos datos, sino descubrir nuevas formas de pensar sobre ellos.”

William Lawrence Bragg

La imaginación y la creatividad como aspectos no lógicos de la investigación científica son muy importantes, tanto más que el conocimiento operacional. Son una de las bases por las cuáles los científicos pueden formular y desarrollar, ya sea nuevos métodos de investigación o enunciar fáctica o teóricamente nuevos aspectos de la realidad. Es una tendencia general que en investigación científica los proyectos constantemente se enfrentan a juicios de diverso tipo: metodológicos, lógicos, matemáticos, epistemológicos y disciplinarios, además de éticos. La ciencia misma genera ese proceso mediante el fomento de actitudes aperturistas y escépticas en la medida que hay más relaciones sociales con científicos. El grado de evaluación de una hipótesis o enunciado depende de su grado de integración a la ciencia. El establecimiento de lazos sociales en ciencia lleva invariablemente al *escrutinio organizado*, que es *impersonal*. No quiero decir que en ciencia no haya dogmatismos o fosilizaciones; simplemente estos elementos no son un comportamiento generalizado si se le compara con otras instituciones de la sociedad. Ya que la ciencia posee mecanismos y controles que hemos elucidado en el capítulo uno, dichos controles no sólo son *epistémicos* sino también *sociales*.

Pero la imaginación científica es algo sumamente extraño para él lego, ya que viene vinculada a la especulación controlada, o sea, es una imaginación disciplinada. La

mayoría de los científicos especulan e imaginan lo que quieran sobre cualquier hecho, pero con una condición importante que limita el ámbito de la especulación como tendencia general intrínseca a la investigación misma: el científico busca constantemente conectar sus especulaciones (sobre hechos comúnmente inobservables o inobservados, o aún mejor, inexperienciales) con base en vínculos referentes a algún tipo de experiencia empírica o teórica, directa o indirecta. (Bunge, La ciencia, su método y su filosofía, 1973). La especulación no es enteramente libresca, todo lo contrario, se encuentra sobre la base del conocimiento disponible y tiene como referente algún vínculo con hechos certificados, o susceptibles de ser verificados, ya sea en un presente o futuro. La imaginación, no es simplemente imaginación en sentido puro, esta se desarrolla a partir de teorías y conocimiento disponible, de observación y aplicación de rutinas que se vinculan a los procesos de verificabilidad. Hay un proceso de *creatividad anómalo* que es característico en ciencia y es un acontecimiento que se ha llamado “*Serendipia*”.

La *Serendipia* (*Serendipity*)⁵⁸ es un proceso científico en el cual acontece un descubrimiento asombroso e inesperado, fruto de la combinación del azar y la planeación. Comúnmente el hecho se ha utilizado por los críticos de la ciencia para argumentar que todo gran descubrimiento es en realidad producto de la suerte, de tal manera que los científicos descubren cosas sin más esfuerzo. Esto es una interpretación errónea sobre la serendipia, porque la concibe como *suerte*.

Primero que nada, los procesos serendípicos son acontecimientos que implican descubrimientos que son diferentes a lo concebido. Por un lado, sientan las bases para el estudio de algo completamente radical y con ello revolucionan la comprensión del universo social o natural. Por el otro, representan el cambio de dirección en las líneas de investigación. Son direcciones anómalas porque no fueron concebidas de antemano, es decir, la serendipia no es la culminación de un proceso buscado, sino la transformación radical a partir de algo surgido del *azar*. Ahora bien, la serendipia sólo se da en cierto tipo de personas, porque al ser producto de la

⁵⁸ Al parecer el concepto surge con Horace Walpole en una de sus cartas en 1754. Walpole tomó el nombre de un cuento de hada que se llamaba “Los tres príncipes de Serendip”, los cuáles constantemente estaban haciendo descubrimientos con sagacidad. (Royston, 1989).

combinación del *azar* y del *método científico*, esto implica la culminación del proceso serendípico por las personas más preparadas en su respectivo campo, capaces de entender el significado y las consecuencias de lo descubierto. Esa es su característica principal que conviene repetir: *La serendipia sólo sucede en los mejores científicos, porque son los más preparados para comprender las consecuencias de lo anómalo*, de tal manera que es un tipo de suerte que se da sólo en ambientes de trabajo y pensamiento crítico. Los datos anómalos, constituyen desviaciones con respecto a lo conocido, pero no representan rupturas con el fondo el conocimiento, sino que lo reinterpretan a partir del nuevo descubrimiento. La *flexibilidad epistémica* de los especialistas, es uno de los rasgos característicos de los que han experimentado un proceso serendípico en sus investigaciones, ya que les permite *entender el significado de dicho accidente*. Como dijo Alexander Fleming:

“en los campos de la observación, el azar favorece sólo a la mente preparada”. (Royston, 1989, pág. 14).

Todos los días la gente descubre cosas sin darse cuenta, pero estos no son acontecimientos serendípicos, ya que no transforman la realidad, no se comprende lo que se ha descubierto y en muchos casos lo anómalo pasa desapercibido. La formación científica y la flexibilidad epistémica permiten variar entre opciones y temas, además de la curiosidad y la imaginación, que son factores que permiten percibir algo como anómalo.

¿Cuántas personas habrán descubierto las propiedades antimicrobianas de un hongo sin darse cuenta de lo que ello implica? Probablemente muchas.

¿Cuántas personas descubrieron el primer antibiótico que posteriormente salvó la vida de millones de personas y que aún sigue salvando vidas, sentando además las bases para el combate de infecciones? Sólo una: Alexander Fleming

Algunos ejemplos sobre la *serendipia* servirán para aclarar cómo influyen los procesos serendípicos en ciencia. Por ello, selecciono primordialmente tres casos médicos (aunque hay muchos más, y no sólo en medicina), que demuestran que los

descubrimientos científicos han salvado miles de millones de vidas, más que las muertes generadas por el uso de investigaciones científicas en el desarrollo de tecnologías. Ese es el principal criterio que uso para justificar los siguientes casos:

El descubrimiento de la vacuna.

Edward Jenner es el autor de la vacuna. Actualmente hay disputas por saber a quién debe atribuirse la creación de la vacuna. A Edward Jenner o a Lady Mary Wortley Montagu. Lady Mary fue una mujer interesante y brillante, que deslumbró a Voltaire y a Juan Goytisolo, entre otros. A Lady Mary se le nombra en muchos círculos literarios y feministas como la autora de la vacuna, porque describió el proceso de inoculación en ciertas culturas cultas turcas. Pero entre la comunidad científica tal nombramiento y disputa no tiene sustento, y no porque Lady Mary mintiera o por cuestión de machismo; sino porque fue Edward Jenner quién describió, explicó y predijo el proceso con cánones científicos. Es decir, Jenner teorizó y construyó hipótesis, experimento, explicó con detalle y claridad, profundizó en el problema y en los conocimientos necesarios, y develó los mecanismos causales de la viruela, además de intuir la función del sistema inmunitario. En otras palabras, utilizó el método científico y nos permitió comprender a profundidad no sólo la viruela y la vacunación, sino otras enfermedades, cosa que Lady Mary no hizo. Por eso Jenner es el padre de la vacuna y uno de los padres de la “*inmunología*”⁵⁹.

Edward Jenner nació en Inglaterra, en la ciudad de Gloucestershire, el 17 de mayo de 1749. Jenner destacó en otros campos de la ciencia, pero a los diecinueve años, cuando era estudiante de medicina conoció a una ordeñadora que sufría de Vaccinina (un tipo de viruela bovina), una enfermedad producida por ordeñar vacas y que tiene como consecuencia el desarrollo de ámpulas en las manos, con constantes secreciones. La ordeñadora le comentó a Jenner que ella nunca contraería viruela, pues había tenido Vaccinina (todo esto sucedió en su ciudad natal, afectada por la viruela). Jenner reconoció como médico que esto era inútil para curar la viruela una vez contraída y se puso a estudiar el número de casos de

⁵⁹ No está demás aclarar que Edward Jenner jamás supo de Lady Mary y sus escritos o de las prácticas turcas.

personas con vaccinina y la viruela. Descubrió que no sólo no tenían viruela, sino que no se contagiaban cuando trataban con gente afectada. Jenner advirtió que la Vaccinina era un tipo de viruela reñida con la viruela humana, así también que la viruela, al pasar de un animal a otro, la enfermedad se debilitaba. El 14 de mayo de 1796 Jenner se dispuso a probar su teoría. Se le ocurrió inocular la vaccinina en los pacientes con el fin de prevenirlos de dicha enfermedad. El proceso se aplicó primero a un niño de aproximadamente seis años. Tomó líquido de una pústula de la mano de una ordeñadora infectada con vaccinina y se lo inyectó. Esperó dos meses y volvió a inyectar al niño, pero esta vez con viruela humana. Como Jenner predijo, no desarrollaría la enfermedad, y el niño se volvió inmune a la enfermedad. Hizo el experimento tres veces más hasta anunciar sus resultados y mostró que el sistema inmunitario desarrolla mecanismos propios para combatir enfermedades, hoy llamados “*anticuerpos*”. Edward Jenner no acuñó el término *vacuna*, de hecho, le llamaba “*vaccinina virolae*”. El término *vacuna* fue presentado por Luis Pasteur, que repitió el mismo experimento ejecutado por James, pero ahora con procesos de inmunización en gallinas para prevenir el cólera y la rabia en animales. El descubrimiento de Jenner no curó una enfermedad, pero sí demostró cómo prevenirlas. Desde entonces los médicos han buscado mecanismos similares para prevenir enfermedades, y hoy en día las vacunas ayudan a combatir la gripa, la fiebre amarilla, la tifoidea, la tuberculosis, etcétera. El descubrimiento de Jenner no sólo acabó con la viruela (hoy es muy rara), sentó las bases para que sociedades futuras estén menos predispuestas a afecciones, y en un futuro cercano, eliminar enfermedades por completo.

El descubrimiento de la Insulina

En 1889 un grupo de médicos alemanes estudiaban cuál era la función del páncreas en los procesos digestivos, para ello extirparon el páncreas a un perro. Un día, su ayudante de laboratorio les advirtió que la orina de dicho perro atraía grandes concentraciones de moscas y otros insectos. Los médicos, que tomaron esta advertencia como algo interesante e inusual, procedieron a investigar la orina del

perro. Descubrieron que esta tenía grandes cantidades de glucosa y supusieron que había una relación directa entre el órgano retirado y la concentración de glucosa en la orina. Ellos fueron los primeros en producir de manera experimental, la diabetes. Estos investigadores advirtieron que había una sustancia que el páncreas secretaba y que era la responsable de la regulación de la producción y metabolización de la glucosa en el cuerpo. Fue hasta 1921 cuando un grupo de médicos canadienses abordaron el problema y produjeron la primera sintetización de la insulina. Los médicos Frederick Banting, Charles H. Best y J.R. MacLeod extrajeron la secreción del páncreas de un perro y la llamaron Insulina. Posteriormente la inocularon en perros diabéticos a causa del retiro del órgano. Encontraron que los niveles de glucosa en el animal eran normales e incluso bajos. Durante la investigación se perfeccionaron los procedimientos de extracción, purificación y suministro de insulina. Informaron del proceso de sintetización de la insulina en 1922 y recibieron el premio nobel en medicina un año después. Su investigación ha salvado la vida de miles de personas y ha prolongado la vida de muchos más, dejando fuera a la diabetes como una enfermedad mortal (Royston, 1989).⁶⁰

El descubrimiento de la Penicilina

Alexander Fleming nació en Escocia en 1881. Su vida, marcada por la muerte de su padre y los problemas económicos que tuvo para estudiar, fueron un factor importante en el desarrollo de su personalidad. Durante su aprendizaje, para asistir a la escuela tuvo que caminar kilómetros desde su casa a los centros educativos a los que asistió, y se cree que eso tal vez formó su carácter determinante para las cosas. A los dieciséis años de edad trabajó para una empresa naviera y se inscribió en el equipo de Water-Polo, donde conoció al equipo de la Universidad de Londres,

⁶⁰ En sus inicios, la insulina era de origen animal y se obtenía principalmente de caballos. Esto supuso problemas para ciertas personas, ya que no la procesaban adecuadamente. Entre mediados y fines del siglo XX se descubrieron los mecanismos genéticos responsables de la producción de insulina y dichos genes se insertaron en una bacteria (*Escherichia coli*) para que la produzca. Esto es posible gracias a la técnica de *ADN recombinante* y hoy en día toda la insulina es obtenida de esta manera. Es decir, toda la insulina que permite a los diabéticos llevar una vida normal es de origen *transgénico*, y es uno de los grandes resultados de la medicina moderna.

donde estaría su laboratorio de St. Mary. Estudió medicina en aquella universidad al mismo tiempo que el profesor Almoth Wright y se inscribiría en el departamento de Bacteriología, donde Fleming trabajaría toda su vida. Durante la primera Guerra Mundial Fleming y Wright fueron enviados al frente de batalla en Francia, para ayudar a los soldados heridos. Ahí Fleming descubrió la relación funcional que tenían los Leucocitos en el sistema humano, combatiendo enfermedades de manera natural, todo ello gracias a que se percató que un antiséptico usado para sanar heridas, dañaba el cuerpo y los soldados se enfermaban más.

Teniendo en cuenta esto, en 1922 Fleming descubrió un antibiótico que era producido de manera biológica por el cuerpo. En aquel momento Fleming sufría una fuerte gripe, e hizo un cultivo de sus secreciones nasales. Mientras analizaba una placa Petri, una lágrima cayo en el plato y al siguiente día se percató que se había formado un espacio blanco donde justo había caído la lágrima. Fleming supuso que la lágrima tenía una sustancia antibacteriana, al que llamo lisozima, pero concluyo que esto no era de importancia porque los gérmenes que mataba eran inofensivos. En 1928, el bacteriólogo Alexander Fleming descubrió el antibiótico más utilizado en el mundo. Fleming era un científico imaginativo pero muy desordenado. Un día salió de vacaciones y dejó su laboratorio muy sucio y sin ordenar, lo que causo la entremezcla de los contenidos de sus placas Petri. Un hongo contaminao sus cultivos, y cuando regresó descubrió que había una zona transparente en el plato contaminado, de tal manera que procedió a estudiarla microscópicamente. Se percató que había un inusual punto en el centro de este espacio blanco donde cayeron las esporas del hongo. Esto lo llevo a plantear la hipótesis de que este hongo soltaba una sustancia antibacteriana que destruía a un tipo específico de bacterias que él estudiaba (*Staphylococcus*). Fleming, con base a la experiencia pasada de la lisozima, aisló el moho y lo identifico como *penicilium* (Royston, 1989).

Así descubrió la *Penicilina*, pero nunca logró aislar la sustancia para poder sintetizarla (cosa que sí hicieron sus colegas Ernst Boris Chain y Howard Florey, con los conocimientos que tenían en la Universidad de Oxford, carentes en Londres

y en el tiempo de Fleming.).⁶¹ Aun así Fleming estudió ese hongo que destruía las bacterias y vio en él, una oportunidad para salvar la vida de las personas y los animales que sufrían una muerte inevitable por causa de bacterias.⁶² Mostró que la penicilina no dañaba el cuerpo humano ni era tóxico en humanos ni animales, Si no hubiera estudiado Bacteriología, curioseado toda su vida, experimentado en su laboratorio y conjeturar preguntas sobre hongos y bacterias jamás hubiera dado con la *Penicilina*. El bacteriólogo sabía esto y lo planteo así:

“Si no fuera por la experiencia anterior (con la lisozima), yo habría tirado la placa, como muchos bacteriólogos debieron haberlo hecho antes... También es probable que muchos bacteriólogos hayan apreciado casos similares a los detectados....., pero en la ausencia de algún interés por la aparición natural de estas sustancias antibacterianas, los cultivos simplemente se descartaron...” (Royston, 1989)

Alexander Fleming compartió su conocimiento, educó generaciones para propagar el conocimiento y también concientizó de las posibles resistencias bacterianas como resultado del uso indiscriminado de la Penicilina y los antibióticos. Sin el conocimiento de Fleming, sus descuidos y la combinación de azar y determinación con concatenaciones causales propias de la investigación científica, no se habría logrado este descubrimiento.

Por ello, los procesos serendípicos *no son resultado de la suerte. La serendipia es la casualidad como producto de acciones causales. Es un hecho anómalo que requiere de conocimiento profundo sobre un tema, de disciplina cognitiva e imaginación.* Estos tres casos bastaran para demostrar lo que es la serendipia. Como sostuvo Isaac Asimov:

“¿Quiere decir esto que a fin de cuentas todo es cuestión y no de cabeza? No, no y mil veces no. Esta clase de suerte sólo se da en los mejores cerebros; sólo en aquellos cuya intuición es la recompensa de una larga

⁶¹ History - “Alexander Fleming” BBC.

⁶² Calcular el número de personas que Fleming, Chain y Florey han salvado es algo imposible, tan sólo podemos decir que se cuentan por millones, por generaciones enteras.

experiencia, una comprensión profunda y un pensamiento disciplinado”
(Cita).

Ahora procederemos a exponer las actitudes de un científico clásico, bajo el supuesto de que el *ethos* de la ciencia, moldea la conciencia del científico.

3.3 Las actitudes del investigador

“-Rutherford, ¿esto es transmutación!

-Por Dios, Soddy, no le llames transmutación. ¡Nos cortaran la cabeza por alquimistas!”

Ernest Rutherford y Soddy su ayudante, al descubrir que al ionizar un gas éste se transforma en otro.

Existe un fenómeno que sucede en la investigación científica y es uno de los factores fundamentales que repercute en la vida privada de los investigadores: *del método científico se han derivado normas morales que configuran las actitudes de los investigadores*. El científico sabe cómo proceder en la investigación, sabe qué es lo que puede hacer y cómo comportarse frente a las teorías o los hechos. Así también sabe cómo abordar problemas y buscar respuestas o formular nuevos problemas con tentativas de solución. La práctica científica, que se realiza bajo un conjunto de normas metodológicas que tienden a ser morales (Merton, La sociología de la ciencia 2: Investigaciones empíricas y teoricas, 1973), orientan al científico en su vida diaria más allá de las fronteras de la ciencia. Los imperativos institucionales del *ethos de la ciencia*, como la *honestidad intelectual*, *el desinterés*, *el comunismo gnoseológico*, *el universalismo* y el *escepticismo organizado* se convierten en normas morales de la vida diaria asociadas comúnmente a la actitud científica. Las normas morales se convierten así en elementos que desafían los supuestos y las creencias ritualizadas en otras instituciones de la estructura social, sobre todo si aquellas creencias ritualizadas tienen temáticas directas con la ciencia. Por ejemplo,

el método científico fomenta una actitud más escéptica en el investigador y este la desarrolla a lo largo de su vida diaria como algo que se da por supuesto.

Anteriormente había señalado que el conocimiento científico es general y especializado. Esta dualidad en la perspectiva científica también tiene su correlativa moral. Todo científico suele tener dos tipos de conductas que derivan de aquella dualidad: Las conductas *holistas*, *reduccionistas* y *mixtas*. Una constante general entre los científicos en las etapas de investigación adoptan enfoques deductivos, partiendo de un problema general hasta los elementos constitutivos, que lo llevan a especializarse en algún fenómeno o componente de éste. Pero comprender un hecho que se encuentra *in strictu senso* vinculado a otros, conlleva a que los científicos adquieren otra visión contraria, es decir, adoptan enfoques *inductivos* para clarificar los mecanismos causales de acción y los factores ambientales que influyen en los hechos estudiados. El proceso de investigación puede ser de lo deductivo a lo inductivo y viceversa. Pero los procesos científicos en diversas etapas de desarrollo, tanto de los campos cognitivos como de los proyectos de investigación son ambas cosas, deductivos e inductivos. El *holismo* y el *reduccionismo* son constantes necesarias en dicho desarrollo deductivo/ inductivo. El holismo proporciona una perspectiva general de un hecho y lo vincula a otros para poder entenderlo, pero hay intereses particulares del investigador hacia dicho objeto de estudio, que lo orientan a ser reduccionista y viceversa. Cuando la práctica científica se vuelve constante y cuando ambos procesos se entrelazan, el científico adopta perspectivas en su vida basadas en elementos deductivos/inductivos. El holismo y el reduccionismo tienen presencia constante como enfoques de investigación y sobre todo este último, percibido en ciencia como algo negativo, sucede con regularidad y podemos encontrar científicos completamente reduccionistas sobre un problema o hecho. Tanto el holismo como el reduccionismo cumplen la función de marcar un *progreso* en la investigación científica, porque comportan perspectivas que se socializan, vinculando el conocimiento a otros ámbitos diferentes a los que inicialmente se desarrolló. Tomemos como ejemplo

hipotético (pero sobre la línea de una investigación real⁶³) el caso de un investigador con un enfoque reduccionista y las funciones sociales en la investigación:

Existen genes para todo tipo de conductas y estas se ven modificadas por factores culturales. Se han identificado genes y rastros fósiles genéticos de microorganismos (los retrovirus) que afectaron a nuestros antepasados e insertaron su material genético en el portador, transmitiendo dicho material genético de generación en generación. Un ejemplo es la *molécula HK2* asociada a conductas adictivas. El retrovirus...

“HK2 entró en el genoma de nuestros antepasados hace relativamente poco, menos de 250.000 años y se ha encontrado en las secuencias genéticas de Neandertales y Denisovanos. La mayor parte de los restos fósiles de infecciones son mucho más antiguos y están repartidos por igual entre la población, en el mismo lugar del genoma, pero HK2 es diferente. Algunas personas tienen copias extra del virus en distintos lugares, y en algunos casos es capaz de replicarse y dañar a su hospedador” (Mediavilla, 2018).

El artículo habla de una variante del *HK2* que aparece junto con un gen que regula las recompensas y sensaciones, el *RASGRF2*. Se encontró en el estudio que las personas que sufren de adicciones presentan esta secuenciación de sus genomas, y los investigadores conjeturan que esto predispone a un comportamiento adictivo. Ahora bien, esto podría llevar a alguna persona (sea científico o no) a suponer que todos los comportamientos están determinados genéticamente y que los factores ambientales no influyen en absoluto o que son secundarios. Bajo esta interpretación se establece que las adicciones son consecuencia del desarrollo de un gen o conjunto de genes y que el estudio de las posibles condicionantes sociales en la adicción son innecesarios, sentenciando así a las personas que padecen adicciones a una situación incurable, resultado de la ruleta genética. Tal investigación o difusión de resultados reduccionista fomentaría una serie de críticas orientadas a demostrar

⁶³ Véase el artículo: Mediavilla, Daniel (24 septiembre 2018). “Un virus prehistórico te puede hacer caer en la droga”. España: El País. Recuperado de http://elpaís.com/el-país/2018/09/24/ciencia/1537810832_477585.html.

(tal y como sucede) que la genética es determinante, pero también posibilitante, y que de hecho, la existencia de dos tipos de determinismos, los positivos y negativos.⁶⁴ Tal perspectiva reduccionista se convierte en un signo de progreso, ya que la investigación fomentaría la difusión completa (por otros investigadores opositores a su reduccionismo) del proceso que realmente sucede, demostrando que los factores ambientales y genéticos son inherentes, siendo que no se pueden desvincular o reducir uno del otro, porque ambos en conjunto, generan el hecho como tal. En general, el *reduccionismo* o *generalismo* de una investigación, por el carácter colectivo del quehacer científico y sus consecuentes mecanismos de evaluación, como el *escrutinio* y el *escepticismo organizado*, llevan dicha investigación a una difusión amplia entre la comunidad, lo que permite desarrollar replicas y contra-replicas entre investigadores especializados. *El reduccionismo/generalismo como norma metodológica y moral se convierte así en un impulso de refutación-corrección, consolidación o modificación de dicho conocimiento, permitiendo una comprensión más profunda del problema y, en consecuencia, la ampliación del conocimiento certificado, lo que se tradujo en un progreso para la ciencia derivado de la actitud de los científicos frente a la investigación.* Las actitudes reduccionistas u holistas cumplen la función social de refutar/verificar el conocimiento mediante las prescripciones y proscripciones que el científico evidencia en el proceso de evaluación de proposiciones intrínsecamente reduccionistas o generales, sancionando las desviaciones de la norma científica: toda investigación debe ser lo suficientemente amplia para legalizar sobre un conjunto de hechos y lo suficientemente particular para que sea susceptible de verificación por uniformidades empíricas.

⁶⁴ Un *determinismo negativo* es aquel que es reduccionista, que elimina todos los factores y variables que afectan un fenómeno, explicando dicho fenómeno por un mecanismo causal e ineludible. El *determinismo positivo* es aquel que (filosóficamente) sitúa al mundo como una concatenación causal, pero la concatenación causal no excluye el azar y la libertad gradual, dónde los grados de libertad generan un cambio profundo en dicha concatenación, para dejar de ser lo que era y transformarse en otra cosa, inteligible por sus múltiples factores influyentes e inherentes uno del otro.

3.4. Ciencia: progresos y retrocesos⁶⁵

“Toda la historia del progreso humano se puede reducir a la lucha de la ciencia contra la superstición”

Gregorio Marañón

La mayor parte de las veces la idea de *progreso* ha estado sujeta a una variabilidad en su definición, por tanto, el concepto de *progreso* se vuelve bastante confuso. Aquí sugerimos la idea de progreso sin un sentido político o económico, mucho menos lo concebimos de manera axiológica. *Progreso* en ciencia significa *el aumento de la comprensión del universo, en la generación de conocimientos y en la sofisticación de los instrumentos formales/metodológicos necesarios para la investigación; así como también la extensión de explicaciones y predicciones científicas precisas*. El estadio inicial de la ciencia moderna era sencillamente simple. El caso de la física es paradigmático. La física del siglo XV era un cúmulo de colecciones de teorías simples, con relativos conceptos teóricos y metodológicos, con una ausencia de instrumentos de medición y con hipótesis básicas de orden sumamente general y sin presencia de modelos matemáticos. La llegada de Newton fue un progreso significativo en esa disciplina. Newton introdujo el cálculo diferencial y aumento la complejidad de las herramientas teóricas-metodológicas. Con ello abrió el camino para una comprensión más exacta y precisa del universo. Hoy la física moderna es tan compleja y exacta, y las matemáticas son su característica distintiva sin la cual no se podría entender el universo. Esto es lo que llamamos *progreso* en ciencia. La ciencia se ha constituido en una empresa social que requiere la participación no cuantificable de una diversidad de sujetos. El concepto de desarrollo (tanto en política como en ciencia) no tiene una acepción única. Hoy en día no hay un consenso sólido sobre qué se entiende por desarrollo. La mayoría de los individuos asumen que desarrollo es intercambiable con

⁶⁵ El atraso de la ciencia es resultado de la conjunción de muchos factores sociales: un régimen autoritario, una crisis económica, un desprecio por el conocimiento, una cultura religiosa o supersticiosa, etcétera. El progreso también es consecuencia multifactorial. En este capítulo sólo retomamos dos ejemplos determinantes específicos retrógrados en la actividad en cuanto tal: el nacionalismo científico y los colegios invisibles. Asimismo, sólo retomamos un factor específico en el progreso de la ciencia: “la disonancia cognitiva”.

crecimiento económico e industrialización, otros con los indicadores de sanidad pública de una sociedad, y algunos más, sobre todo políticos profesionales, argumentan que desarrollo es sinónimo de un aumento en los grados de libertad de una sociedad, de respeto a los derechos humanos y del estado de institucionalización de un país o de la cultura. Pero el desarrollo es sistémico. (Bunge, Ciencia, técnica y desarrollo, 2014).

Una parte del *progreso científico* es en cierto sentido, un *proceso de universalización de proposiciones, metodologías y normas*. Todas las disciplinas en ciencia han atravesado en mayor o menor grado dicho proceso de universalización. Gino Germani se refiere a él en el prólogo del libro “*La imaginación sociológica*” de C. Wright Mills (Wright Mills, 1959, págs. 9-13). Germani habla del proceso de universalización creciente que ha experimentado la sociología (que transita de una sociología nacional a una mundial) y con ello hace explícito el progreso de la ciencia. Los cambios son los siguientes:

- 1) *El proceso de adopción de un carácter científico*. Germani sostiene que la sociología adoptó principios básicos del conocer científico general, con su propia especificidad (Wright Mills, 1959, págs. 9-10). Para las demás disciplinas esto podría expresarse en términos de una adquisición del fondo de conocimientos, de métodos formales y específicos de disciplinas contiguas en el desarrollo de una ciencia particular, superando su inicial carácter filosófico y empírico para constituir un proceso de investigación basado en la verificación de teorías e hipótesis. Así también se experimentó el proceso de fusión de fases de estudio empíricas y teóricas como “momentos” del mismo proceso de cientifización, tal como el autor señala para la sociología. El carácter científico que el autor hace referencia implícita es la adopción de problemas propiamente científicos, ontológicamente reales, materiales y sistémicos, gnoseológicamente cognoscibles y escrutable, además de objetivamente contrastables y en sintonía con el conocimiento generado en ciencia.

- 2) Por consiguiente, Germani señala que para la sociología un *proceso de tecnificación de procesos de investigación*. El autor sostiene que la disciplina experimentó un refinamiento en sus problemas, metodologías, instrumentos de medición y experimentación. La estandarización de procedimientos, la adopción de una forma de trabajo colectivo, la necesidad de recursos materiales, financieros y de personal son un proceso experimentado por todas las disciplinas, no sólo para la sociología, ya que la ciencia se adecuaba a los avances tecnológicos e industriales de su tiempo. La física, por citar un ejemplo, adoptó la estadística para constituir sus modelos matemáticos, y con ello dar contenido a sus predicciones. La psicología adoptó los principios fundamentales de la biología (como la idea de la materialidad de procesos) y la medicina adoptó los resultados en la química para explicar procesos fisiológicos y para poder intervenir patologías.
- 3) El siguiente aspecto referido por Germani, y señalado como una consecuencia del anterior es el *carácter organizativo de la disciplina*. Este proceso constituyó la labor científica moderna ante la complejización del conocimiento, transitando de una “fase artesanal a una fase industrial” (Wright Mills, 1959) que se caracteriza de la generación del conocimiento por un científico aislado y con la propiedad de sus instrumentos de medición y experimentación a una situación donde la investigación científica se hace con rango supraindividual, siendo que la investigación se constituye en centros especializados e instituciones dedicadas específicamente a la labor científica, generando estructuras burocráticas que permiten la investigación y su financiamiento.
- 4) La siguiente etapa es la de “*creciente diferenciación*”. La especialización generó la profundización de la comprensión que generó modelos de entendimiento profundo y consecuente sobre la realidad natural o sociohumana, lo que impulsó a la ciencia como factor de modernización social. Esto es resultado de la constitución de diversas disciplinas abocadas al estudio de un objeto que fue inicialmente precisado, escrutable. Ello supuso ciertas ventajas, pero también ciertos riesgos inespecíficos, como como la

creciente unilateralidad de las perspectivas o los proyectos de investigación desvinculados de otros campos cognitivos en el estudio de un problema, traduciéndose en un estancamiento general en la realización del conocimiento científico. Así también se desarrolló una contraparte: la interdisciplinariedad. Tal característica ha sido señalada como una actividad que se opone a la especialización y en los últimos años, científicos –sobre todo sociales- han hecho promoción de esta forma proceder para evitar la deformación de la especialización, que es percibida como algo negativo. En contraste con esto, la buena ciencia –como dice Bunge para lo que es realmente ciencia- siempre ha sido transdisciplinaria, porque tanto la disciplinariedad como la especialización son dos procesos de la misma actividad y son indisociables. Sólo las disciplinas científicas emergentes o semi-científicas adolecen de alguno de los dos fenómenos, pero no experimentan ambos como algo inherente. El ejemplo clásico es el primer científico moderno: Galileo Galilei, quien fue astrónomo, físico y matemático, un lingüista y filósofo, un ingeniero y un artista, además de que se desempeñó en otras áreas del conocimiento, que podrían ser consideradas hoy como ciencias sociales. Galileo fue un especialista en la dinámica de cuerpos celestes, pero su actividad científica no se limitó a ese ámbito.

- 5) Germani señala una paulatina *institucionalización* de la sociología que representa un sentido general de la actividad científica. Para la ciencia fue un proceso paulatino que va desde el siglo XVI, con la creación de las primeras instituciones científicas hasta su consolidación a mediados del siglo XIX, mediante la aplicación del conocimiento científico en obras de ingeniería. Dicha institucionalización se materializó en centros de estudio y de educación auspiciados por el Estado o las empresas. Esto trajo procesos de reconocimiento formal de actividades, como la expedición y generación de profesionistas, títulos, diplomas y certificados.
- 6) Esto tuvo como consecuencia el establecimiento de una *profesionalización* del científico, como labor dedicada a un oficio específico: la búsqueda del conocimiento. Esta etapa basada en los roles del científico consolidó la

división interna de la ciencia en básica o aplicada y pasó a ocupar un rol central en la cultura de un país como precedente de desarrollo social y político-económico.

- 7) Por último, el autor señala el surgimiento del *rol* del sociólogo, pero que dicho rol es una expresión particular del rol del científico como una consecuencia de las etapas referidas. El rol del científico, como una persona que busca el conocimiento, es una de las ideas con mayor difusión en la estructura social y se construyó el prestigio social que le es inherente a cada científico de cualquier disciplina, como parte elemental del desarrollo de una sociedad y de una cultura.

Estas etapas del *progreso* de la ciencia que el autor señala para la sociología, continúan constantemente en las disciplinas emergentes y es en ellas donde se experimentan con mayor fuerza. Las ciencias sociales se encuentran en estos períodos de cientifización y las ciencias consolidadas ya no suelen experimentar tales procesos, salvo tangencialmente, como una actividad continua y no como un proceso de consolidación de sus actividades. Una señal inequívoca del progreso de una disciplina, enunciada marginalmente por Germani, es la matematización de las disciplinas. *Toda disciplina madura es matemática por excelencia*, no importa si es básica o aplicada, social o natural. La disciplina que no haga un uso extensivo de las matemáticas, no puede ser una ciencia, es una condición necesaria pero no última ni final ((Bunge, Pseudociencia e ideología, 2014)).

El conocimiento científico, por ser sistémico, tiene un avance que se da en función de un proceso: el *conocimiento avanza evolutivamente* (Bunge, Pseudociencia e ideología, 2014, págs. 59-62). Este tipo de avance en el conocimiento se caracteriza por no tener un desarrollo estrictamente *gradual* ni *revoluciones*. De hecho, sostiene que el conocimiento avanza por la síntesis de tres procesos:

- 1-. El *avance gradual*, que implica la acumulación de conocimiento y en el desgaste de otras partes del mismo. Este tipo de avance se da dentro de marcos conceptuales dominantes (Bunge, Pseudociencia e ideología, 2014).

2-. Por medio de *avances decisivos*, que implican la resolución de un conjunto de problemas importantes dentro del marco conceptual dominante y que logra explicar ciertos hechos importantes (Bunge, Pseudociencia e ideología, 2014).

3-. Y por supuesto, por *revoluciones científicas*, que constituyen cambios de paradigmas o marcos conceptuales (pero no su sustitución o clausura) (Bunge, Pseudociencia e ideología, 2014).

En conclusión, el conocimiento científico implica avances que son limitados y parciales, porque corresponden a ciertas áreas del conocimiento. Cuando hay avances en ciencia, estos suelen presentarse de manera local y con ello, repercutir en las disciplinas interrelacionadas. Cuando la ciencia progresa no lo hace de manera homogénea. Hay avances en la investigación científica que hacen que algunos conocimientos se consoliden como verdaderos y otros se estancuen.⁶⁶ También sucede la agregación de nuevos elementos al fondo de conocimientos acumulados, así como problemas, objetivos y metodologías, que transforman los conocimientos previamente establecidos. Los paradigmas también pueden competir mutuamente en tratar un conjunto de problemas importantes y en otros aspectos complementarse, en el momento que un paradigma no pueda resolver un determinado conjunto de problemas y el otro sí. Al competir entre sí colaboran mutuamente y son la continuación de una línea o programa de investigación con repercusiones sistémicas a largo plazo. Por último, las revoluciones científicas son de carácter local, pero con repercusiones sistémicas, ya que un nuevo paradigma no necesariamente suple a otro. De hecho, el nuevo paradigma puede ser la culminación de otro precedente, como la física relativista es la culminación de los trabajos de Maxwell y Hertz, e incluso de Newton y Galileo. He hablado un poco de la *creatividad*, la *imaginación*, de los procesos serendípicos y del *progreso* como aspectos *no lógicos* de la investigación. Pero en ciencia hubo una persona que impulso el *ideal de progreso* iniciado por Galileo, Kepler y Newton y lo insertó de manera inherente y general en los procesos de investigación. Esa

⁶⁶ Todo avance en el conocimiento conlleva supresiones de algunos de sus elementos cognitivos.

persona es Thomas Alva Edison. Para ser específicos, Edison fue más un ingeniero moderno que un científico, pero como son ámbitos diferentes en continua relación, el ideal de progreso pasó a la ciencia mediante los procesos de socialización entre científicos e ingenieros en el siglo XIX. Edison nació el 11 de febrero de 1847. Desde los 14 años se distinguió por ser excesivamente pragmático y continuó así durante toda su vida. A Edison no le importaba el conocimiento abstracto *per se*, sino tan sólo en la medida que pudieran aplicarse para crear y mejorar artilugios útiles y se le adscriben más de mil inventos⁶⁷. Por cierto, esta es la característica básica de los tecnólogos, ya que sólo se interesan por elementos del conocimiento con aplicabilidad.⁶⁸ Con esto es conveniente decir que la más grande contribución de Edison en ciencia y tecnología no es solamente de orden material sino simbólico, porque *contribuyó a la construcción social del ideal de progreso*. El “Efecto Demostración”⁶⁹ hace referencia a la imitación consensual o semiconsciente de paradigmas científicos, políticos, económicos y sociales que tuvieron éxito -o que se asume que tuvieron éxito, independientemente de si lo hubo o no- en situaciones equivalentes y relaciones de equivalencia social. Edison insertó en los procesos de investigación científica y tecnológica la *estructura social sistemática de producción sostenida de innovaciones y artilugios*. Antes de Edison la innovación o la creación de algo era concebido como un “golpe de suerte”. Los tecnólogos y científicos creían en esto y se comportaban conforme a la idea, esperando su turno para beneficiarse (Asimov, Momentos estelares de la Ciencia, 1959). Edison demostró que la *creación* o *innovación* son resultado de la combinación de factores materiales como la estabilidad económica y la ayudantía, de estructuras sociales básicas en el

⁶⁷ (Asimov, Momentos estelares de la Ciencia, 1959).

⁶⁸ De hecho, Edison hizo un descubrimiento científico que lo pudo haber llevado a compartir un premio Nobel con Owen Richardson o incluso con J.J. Thompson por el descubrimiento del electrón. Edison en 1883 observó el flujo de una corriente de electricidad de un filamento a un conductor metálico en el interior de un vacío. Lo que Edison vio y anotó en sus libros como un mero hecho casual que no tenía utilidad práctica que el buscaba era un flujo de electrones, lo que paradójicamente se conoce como el “Efecto Edison”. (BBVAOpenmind “Innovación: es un hecho generalmente aceptado que la ciencia conforma a la tecnología, pero ¿esto es así?”, 2011)

⁶⁹ Germani formula este efecto en un caso particular dado en ciencia social y en sociología, como la exportación de las deformidades propias de la disciplina de mediados del siglo XX a otros ámbitos, en referencia a la exposición de las tendencias ideológicas y epistemológicas que Mills denuncia en la sociología norteamericana y que se generalizaron a varios países.

laboratorio y en la investigación, de la perseverancia personal en el estudio de un problema y la combinación de la experiencia personal con la privada en el trabajo científico y tecnológico. Asimismo, demostró que la imaginación y la creatividad son indispensables para la *producción sistemática de innovaciones*, que requiere de la sistematización del pensamiento, de tenacidad en la personalidad y con capacidad de continuar en la investigación. Edison centro su vida laboral en la innovación, la investigación y en los laboratorios. Los científicos e inventores de su tiempo, y la sociedad estadounidense en general, quedaron pasmadas por la constante producción de inventos en el laboratorio, a tal grado que si Edison hacía evidente su intención de crear algo para solucionar un problema en un sector específico de la economía, las empresas de ese ramo sufrían caídas en la bolsa de valores (Asimov, Momentos estelares de la Ciencia, 1959).

Después de Edison, los investigadores transformaron la manera de realizar sus estudios y con ello, allanaron un espacio para los procesos serendípicos institucionales en ciencia. A su vez se consolidó el *ideal de progreso* en la sociedad, que había iniciado desde el siglo XVI con el descubrimiento de nuevas cosas, proceso al cuál se le añadía el factor de la *innovación*.

Entonces, ¿Qué significa *desarrollo* desde la actividad científica?

Desarrollo en este sentido es el *crecimiento integral de una entidad (sea material o conceptual) que va desde lo simple a lo complejo*⁷⁰. Por ello, *desarrollo* y *progreso* son dos fenómenos del mismo proceso que dentro de la autonomía de la ciencia, no está sujeta a criterios políticos en la investigación y ampliación del conocimiento. Tal concepción de desarrollo lleva a implícita la idea de que no hay ni ha existido nunca, una ciencia nacional, o si se quiere, una “ciencia estadounidense” o “ciencia mexicana”⁷¹. La ciencia es una actividad universal, y su desarrollo es integralista, por lo cual su desarrollo no tiene fronteras nacionales. La ciencia al ser sistémica, requiere de políticas que se adecuen a su sistematicidad. Una política científica que

⁷⁰ Así podemos hablar del desarrollo de una especie, de una sociedad o de la ciencia en un país.

⁷¹ Con ello quiero decir que la ciencia se sitúa en un espacio geográfico y/o temporal, no una pertenencia intrínseca propia a dichos espacios. Lo correcto, por consiguiente, es decir, la ciencia en México o en Australia.

establece prioridades o centraliza las decisiones, restringe la actividad científica y sienta las bases para el establecimiento de un crecimiento asistémico. En suma, hace que la ciencia sea *subdesarrollada*.

Ahora bien, cuando se habla de “la ciencia mexicana” o “ciencia estadounidense” en políticas públicas o decisiones de Estado ¿Es un tipo de nacionalismo? El *nacionalismo científico* concibe a la ciencia en términos utilitarios, fracturando la concepción de desarrollo sistémico. Las políticas utilitarias nacionalistas tienen como objetivo explícito fortalecer ciertas áreas de la actividad científica nacional. Esto se realiza a partir de políticas científicas orientadas a fortalecer la cultura propia y los bienes y servicios culturales característicos de una región. El nacionalismo cultural, generalmente promueve aquellos sectores tradicionales de la cultura en una nación como mecanismo para fortalecer la actividad científica y tecnológica. Pero tal política científica, genera el efecto contrario. Al promover los factores materiales e inmateriales tradicionales de una cultura, el sistema científico se ve sometido a una condición de demarcación contingente, ya que coarta e irrumpen los flujos de información, de personas y de bienes y servicios transnacionales necesarios para el desarrollo de un sistema científico.⁷² La política utilitaria elimina el carácter multicultural del sistema social de la investigación científica y hace que este patente un sesgo cultural promovido desde las políticas científicas orientadas a desarrollar sólo aquellas áreas de la ciencia y la tecnología que pudieran tener un beneficio directo al estado. El sesgo cultural, propio del nacionalismo científico, es uno de los elementos que explican el subdesarrollo de la ciencia en los países en vías de desarrollo, porque:

La interdependencia de las ciencias de las ciencias particulares se refleja en su evolución: cada una de ellas co-evoluciona con las demás.

El científico que se encuentra regido en su actividad de investigación bajo una política científica nacionalista, podrá encontrar el éxito personal y avanzar en el desarrollo del conocimiento en su investigación, o incluso en su disciplina. Pero tal

⁷² Cabe recordar que “*El estado en que se encuentre una ciencia depende del estado de otras ciencias y su relación*” (Bunge, Ciencia, técnica y desarrollo, 2014).

avance no se traducirá en un avance total para la ciencia y no podrá fortalecer la integralidad de la investigación científica al no formar una base sólida para dicha actividad en su país. La concepción política de desarrollo se constituye así en un elemento que desafía la autonomía de la investigación y promueve el retroceso en la ciencia como sistema conceptual y social.

3.5 “Colegios invisibles”: los límites del desarrollo

“En cuestiones de ciencia, la autoridad de miles no vale más que el humilde razonamiento de un único individuo.”

Galileo Galilei

Esta frase, que recoge la historia de Copérnico y de Galileo mismo, es también el señalamiento de la actitud de los científicos con respecto al conocimiento mismo. El conocimiento se encuentra sujeto a las valoraciones constantes de los individuos, y estos pueden asumir que el *criterio de verdad*, independientemente de la verdad misma (es decir, *de la verdad objetiva*) se da en función de una diversidad de factores, entre los que se puede contar la satisfacción personal o de valores sociales en alta estima. Las personas conciben como verdades aquellas cuestiones inmediatas, de experiencia directa, sin someterlas al examen de la crítica especializada y la evidencia lógica. Ello no significa que esto sea un retroceso, sino es una capacidad cognitiva que le permite continuar con el transcurso normal de sus actividades diarias. Es lo que podría llamarse “*La imperiosa actitud de la immediatez*”. La experiencia inmediata en la vida diaria, constituye un factor para asumir algo como verdadero o falso. En cuestión de ciencia, la situación es sustancialmente diferente. Los científicos se apartan de esta “*imperiosa actitud de la immediatez*” porque las evaluaciones están sujetas a criterios institucionales impersonales y objetivos. Están evaluando individual y colectivamente el valor de la verdad de los enunciados, hipótesis, teorías y conclusiones a partir de tales criterios institucionales. Es algo que no pueden dejar de hacer. La presión social del grupo con respecto a la evaluación colectiva de sus similares, conlleva sanciones como el

desprestigio al cuál pudieran estar sujetos si se descubre que sus conclusiones son erróneas o falsas. Pero esto no quiere decir que *los argumentos basados en el gusto o la autoridad* no tenga una *función social negativa para la institucionalidad de la ciencia*.⁷³

El criterio de verdad se puede encontrar sujeto a diversas valoraciones (*gusto, conveniencia, autoridad, intuición y verificabilidad*). La ciencia no está exenta de valoraciones ajenas a criterios de evaluación impersonales, pero tiene mecanismos para eliminarlas o reducirlas. Los argumentos de autoridad están presentes en la constitución de particulares grupos de investigación, llamados “*Los colegios invisibles*” (Tamayo, Reflexiones sobre la ciencia, 2010). Estos colectivos señalados por Ruy Pérez Tamayo como parte de su experiencia en la Facultad de Medicina,⁷⁴ son “*grupos restringidos de investigadores que trabajan en un mismo campo y se apropian de todo lo relacionado con él*”. Dichos grupos probablemente sean inevitables en cualquier actividad humana, pero lo característico en ciencia es que, al tener una *función social negativa*, dicha función se traduce en un estancamiento del conocimiento científico y de la actividad misma. Los “*colectivos invisibles*” paralizan el desarrollo de una disciplina debido a que un grupo de científicos monopoliza la información y el apoyo financiero/material, así como las líneas de investigación, las conferencias y publicaciones, los congresos, seminarios y hasta las clases impartidas. Constituyen *núcleos de verdad intrínseca* a los grupos y se viola el principio de “*la invariabilidad de las hipótesis/teorías con respecto al individuo y al grupo*” Una característica extensa que determina el proceso de investigación en “*los colegios invisibles*” es el “*sistema tutorial de aprendizaje autoritario*”. Todos los grupos de investigación siempre tienen un rector que marca las líneas por estudiar sobre algún tema. Dicho rector puede ser formal o informal, estar adscrito al grupo o no. Por extensión, suele ser un investigador consolidado, con las capacidades para crear dichos grupos de investigación. Este rector inscribe generalmente a estudiantes y científicos que vayan en línea con su investigación a

⁷³ Con “*Función social negativa*” quiero apuntar que toda situación, acto o idea, cumple una función de satisfacción subjetiva en un individuo, pero contraviene el orden institucional/moral de una actividad realizada por él.

⁷⁴ (Tamayo, Reflexiones sobre la ciencia, 2010, pág. 15)

su grupo, pero en un “*colegio invisible*” esto es un *imperativo personalista*. Los individuos de este grupo, que buscan aprender sobre un tema, desarrollarlo y consolidarse como investigadores, pueden encontrar dificultades para progresar, ya que el sistema de aprendizaje aludido es críticamente vertical porque nada se hace o se investiga sin el consentimiento del investigador principal. Además, no existe libertad para un aprendizaje científico, ya que el investigador rector, mediante esta directriz lineal, garantiza que no exista el albedrío para investigar algo prioritario por algún miembro del grupo, formándolos simplemente como ayudantes administrativos, sin capacidad de hacer contribuciones a dicha investigación.⁷⁵

Esto tiene una consecuencia directa en el conocimiento científico, similar al que sucede en un mercado monopolizado por una empresa: *no permite ningún tipo de diversidad*. Los grupos científicos de este tipo suelen estar presentes de manera latente, y es muy difícil reconocerlos como tal, ya que la autoridad del líder o de los líderes⁷⁶, que –como ya dije– son investigadores consolidados en el sistema educativo o en las disciplinas, ejercen una influencia temática y hasta carismática que eclipsa las diversas vertientes de especialización de dicha disciplina y orilla a los demás investigadores, a una especie de exilio. Es una tendencia constante que el “*Colegio Invisible*” posea una justificación atenuada de sus actividades dominantes: “las líneas temáticas son pertinentes e importantes para el conocimiento científico y la sociedad”. Estos grupos generan en el seno de una disciplina un conflicto extra científico. Le introducen un componente político al crear tensiones entre los *investigadores-alineados* y los *investigadores-no alineados* (generalmente disidentes). Dicho conflicto puede ser expresado en el ámbito personal, gnoseológico o epistemológico y puede escalar hasta convertirse en un problema institucional-administrativo en el centro de investigación. Enfrentarse a un “*colegio Invisible*” puede ser sumamente complicado, ya que el enfrentamiento mismo te sitúa en el exilio, además de que en las disciplinas científicas no sólo hay presencia de uno, sino de muchos más. La influencia de estos grupos en las

⁷⁵ En un grupo de investigación regular, el sistema tutorial de aprendizaje es opuesto. Los miembros del grupo dirigidos por un investigador consolidado tienen una libertad para aprender y desarrollar sus intereses en el grupo, porque la directriz de dicha investigación es colectiva, *horizontal*.

⁷⁶ Que puede ser directa, es decir, presencial o indirecta, abstracta.

generaciones iniciales de científicos es el mecanismo de su renovación, de la cual, un investigador o estudiante puede adscribirse, pero jamás desplazaría al líder, ya que la fuerza de su posición depende de las relaciones sostenidas por el líder. Estos colegios terminan por romper con el desarrollo en ciencia y limitan la capacidad de producción de un sistema científico. Los “*colegios invisibles*” importantes en las ciencias sociales latinoamericanas bien pudieran ser los grupos de *filosofías decoloniales*, relacionados en torno a una serie de intelectuales de tradición típicamente marxista y políticamente partidarios del nacionalismo latinoamericano. Todo grupo social conlleva factores como la *discriminación* -en el sentido sociológico del término- y tiene una función social importante: Da contenido y fundamento al establecimiento de relaciones sociales entre grupos sociales e individuos, proporcionando la capacidad de que las personas se vinculen e interactúen recíprocamente a partir de un conjunto de ideas en torno a la caracterización de una persona o un colectivo. La discriminación cumple la función de integrar o excluir a individuos de actividades, relaciones o grupos sociales. Por ello, de aquí se deriva la discriminación en su acepción política para los “*los colegios invisibles*”, rechazando los dos principios institucionales en la ciencia: “*la impersonalidad de las proposiciones*” y “*el carácter invariante de las mismas*”.

Capítulo 4: Ciencia, filosofía e ideología en sus relaciones actuales

“Después de todo, la ciencia es en esencia internacional y es únicamente a través de la falta de sentido histórico que las cualidades de nacionalidad se le han atribuido a ésta.”

Marie Curie

La ciencia posee tres características que Harari enarbola en su libro *“Homo Sapiens”* (Harari, Yuval Noah, 2014, pág. 279). Implica una distinción de la ciencia con cualquier otro tipo de conocimiento en el mundo, incluso las características de la ciencia son el elemento que impulsan el conocimiento sobre el universo.

Amplíemos un poco las características expuestas por Harari.

La primera característica de la actividad científica es *“La disposición a admitir la ignorancia”* (Harari, Yuval Noah, 2014). Los científicos tienen por principio general el hecho de que se sabe y ellos saben que el mundo es tan vasto e infinito que no pueden conocerlo todo, y en la medida de que conocen el mundo, por sucesivas aproximaciones, este se vuelve más amplio y extenso. Ello no implica que no se pueda conocer la verdad, todo lo contrario, asumen que la verdad es accesible y que esta enriquece constantemente el conocimiento humano sobre el universo.⁷⁷ Aquí rige la paradoja de que a medida que el mundo se conoce más, se amplía el horizonte de posibilidades que no conocemos. Mario Bunge lo expresa en una frase: “No existen respuestas definitivas, y ello simplemente porque no existen preguntas finales” (Bunge, La ciencia, su método y su filosofía, 1973). Quizá la demostración la dio el matemático Kurt Gödel con sus teoremas. Enseñó que es imposible construir un sistema matemático completo, cosa que se consideraba fuente de verdades. Pero esto no quiere decir que no se pueda alcanzar la verdad; todo lo contrario. Gödel evidenció que si un sistema axiomático es consistente, la prueba de su consistencia es imposible, porque no se puede deducir la consistencia del

⁷⁷ Si no se pudiera conocer la verdad, o simplemente no existiera la verdad y cada país establece su “Régimen de verdad” la actividad tecnológica no existiría, ya que es conocimiento objetivo aplicado. También es pertinente aclarar que *nadie puede conocer una verdad absoluta*.

sistema a partir del sistema mismo, si no lo haría inconsistente (Asimov, Momentos estelares de la Ciencia, 1959) (Rosenblueth, 1971). La lógica de Gödel muestra que la verdad es accesible por sucesivas aproximaciones. Las ramas de conocimiento tradicionales y/o pre-modernas afirmaban y hoy todavía sostienen, que todo lo que era importante saber ya era conocido y que se podía recurrir a las escrituras o filosofías clásicas para tal fin. (Harari, 2014). De hecho, como Harari lo expresa, las tradiciones de conocimiento antiguas sólo admitían dos tipos de ignorancia, y actualmente sigue siendo así con las ideologías tradicionales.

El autor sostiene que:

“Las antiguas tradiciones de conocimiento sólo admitían dos tipos de ignorancia. Primero, un individuo podía ignorar algo importante (...) y segundo, toda una tradición podía ser ignorante de cosas sin importancia. Por definición, todo lo que los grandes dioses o los sabios del pasado no se preocuparon de decirnos carecía de importancia” (Harari, Yuval Noah, 2014, pág. 280).

Harari se refiere aquí sencillamente si alguien ignoraba algo importante sobre la vida simplemente tenía que recurrir con el sabio autorizado o dedicarse a leer un poco las escrituras fundamentales. El segundo tipo de ignorancia es que, si alguien se interesaba por algo que no era vital para el entendimiento de la vida, del universo y de la verdad absoluta, esto era periférico en la sociedad y una pérdida de tiempo. De hecho, el conocimiento no era reprobable (con ciertos límites que no podían ser traspasados, sobre todo aquellos que choquen con lo sagrado). Estos dos tipos de admisión de la ignorancia siguen vigentes no sólo en tradiciones de conocimiento, también en ideologías contemporáneas como el comunismo o el “ayurveda”, filosofía matriz del yoga.

La ciencia dista mucho de estas actitudes y admite que el conocimiento es provisorio a la luz de nuevos descubrimientos o del surgimiento de teorías innovadoras. Y se reconoce que todo conocimiento científico está mediado por la realidad misma, la

personalidad del investigador y los instrumentos que utiliza, pero siempre con la responsabilidad de entender y explicar el universo, tal cuál es, independiente de si existe alguien que lo estudia (Rosenblueth, 1971).⁷⁸

La segunda característica es “*La centralidad de la observación y de las matemáticas*” (y la experimentación). Esta es una de las principales características del conocimiento científico. Después de reconocer que el mundo es inacabable con ello la ciencia admite su *ignorancia*. Se busca encontrar regularidades del mundo social y natural y las matemáticas como sistema lógico abarcan casi todas las disciplinas, como una herramienta de reconstrucción conceptual y material de las relaciones y propiedades de una entidad. De esta premisa deriva dos cuestiones importantes. La primera que la observación, la experimentación y el uso de mecanismos e instrumentos de medición se usan con precisión y bajo del método científico y del sistema lógico adoptado en una disciplina. La precisión es una de las bases de la investigación moderna. Antoine Lavoisier es el padre de la química moderna y con sus investigaciones sobre la combustión y el desplazamiento de la teoría del flogisto, evidenció que la precisión es la base de la comprensión del universo. Si no hay precisión, no puede haber investigación sólida y, sobre todo, no puede haber aplicabilidad del conocimiento científico. La segunda cuestión es referente a las matemáticas. Específicamente a la función lógica de las matemáticas como herramienta de precisión y control. Las matemáticas son un signo inequívoco de madurez en una disciplina científica. Las ciencias emergentes o semi ciencias, hacen un uso limitado o nulo de las matemáticas. Piénsese en disciplinas que tienen pocas matemáticas y su correlación vaga e inexacta de relaciones y conceptos, de su inespecificidad de sus hipótesis. En ciencias sociales, la mayoría de ellas son ciencias emergentes, tienen una multiplicidad de definiciones con respecto a un solo concepto.⁷⁹ Cada autor define una cosa de manera diferente, tal cual como sucedía con la química antes de Lavoisier.

⁷⁸ El *principio antrópico* es un axioma de carácter universal y general en la ciencia. Sostiene que, si queremos comprender el universo, este debe tener propiedades que permitan la existencia de seres inteligentes que puedan comprender dicho universo, tal y como sucede.

⁷⁹ El concepto de poder o política, es un buen ejemplo de ello.

La última característica enunciada por el autor es “*la adquisición de poderes*”. El conocimiento científico es útil porque es objetivo. El conocimiento emanado de la investigación puede representar amplias utilidades a corto, mediano o largo plazo. La ciencia intrínsecamente no proporciona capacidades de acción, pero esta función es propia de su pariente, la tecnología.

Antes de dilucidar las dosis de confluencia entre los tres tipos de conocimiento, es pertinente aclarar una cuestión que suele pasar desapercibida sobre todo entre científicos y tecnólogos. Toda ciencia o, mejor dicho, la ciencia, requiere para su actividad la confluencia de sistemas filosóficos. La filosofía como sistema de conocimientos problematizables y propositivos sobre los supuestos del universo o la actividad humana (Hernández Prado, José, 2006) tiene una presencia constante en la investigación científica, incluso de manera inconsciente para los científicos. Así también que un tipo particular de filosofía, la más cercana a la investigación científica, se compone de un conjunto de problemas científicos problematizables y propositivos para la actividad filosófica. La ciencia suele responder de manera gradual y consistente a los problemas surgidos en corrientes filosóficas y asimismo está planteando nuevos sistemas filosóficos, así como problemas para la ciencia. Por esto la filosofía es la base general de la investigación científica y fue considerada por mucho tiempo como una disciplina científica de rango universal:

“Tradicionalmente (...) se ha hablado de una ciencia en particular que sería la más general de todas, porque no consiste en la ciencia de un tipo específico de objetos o de una región determinada de la realidad. Esa ciencia es la filosofía, que desde la antigüedad –con Aristóteles–, se la definió como la ciencia de las cosas en tanto que cosas, de lo que es en tanto que es o del ser en cuanto ser. Muchos filósofos –aunque no todos– han aceptado, a lo largo de la historia, que la filosofía es algo así como la ciencia de las estructuras más profundas o más generales de la realidad no humana y humana” (Hernández Prado, José, 2006).

La relación que ha tenido la ciencia con la filosofía y la ideología ha sido en ocasiones fructífera y en otras totalmente negativa para su progreso. Todo esto

depende del tipo de sociedad, del tipo de ideología o filosofía y de los valores socialmente aceptados y aprendidos. En principio, hablamos de *relación*, ya que reconocemos que tanto la filosofía, la ideología y la ciencia como campos de cognitivos y como sistemas sociales, son entidades completamente diferentes (solo es posible hablar de relación entre cosas distintas, no entre una cosa y sus propiedades). Como expone José Ferrater Mora en su artículo “*La filosofía entre la ciencia y la ideología*”, para entender la relación de la filosofía con la ciencia, es necesario que consideremos tres cosas importantes y una característica fundamental. (Coloquio nacional de filosofía, 1975). Ferrater sostiene a lo largo de su artículo que toda filosofía de la Modernidad tiene que habérselas ineludiblemente con lo que llama “el *factum*” de la ciencia, por ser un hecho moderno insoslayable (Coloquio nacional de filosofía, 1975).

El autor argumenta que la filosofía

“No es ni estructural ni gremialmente una ciencia..., pero no porque sea ajena a las ciencias, ni tampoco porque sea... un fundamento o una síntesis de las ciencias” (Coloquio nacional de filosofía, 1975).

Ferrater sostiene que la filosofía se puede relacionar con la ciencia (y las ideologías) de tres maneras diferentes: *crítica, analítica y/o constructiva*. Con respecto a la relación entre la filosofía y la ciencia, al aproximar y contrastar estas actividades, lo primero que surge es el problema sobre qué tipo de filosofía es más pertinente para relacionar con la ciencia o con una investigación particular. Por ello debemos considerar qué tipo de orientación filosófica adoptaremos y, por último, que tipo de disciplina científica abordaremos. Es evidente que hay disciplinas filosóficas y científicas que se relacionan de manera mucho mejor que otras ramas de conocimiento y que las orientaciones que adoptemos sean las pertinentes para permitir un fluido intercambio de críticas y análisis que clarifiquen la investigación y los problemas científicos, esto sin que obnubilen un conjunto del problema. Como Ferrater sostiene:

“*Toda ciencia y filosofía determina las dosis de confluencias entre ambas...*”
(Coloquio nacional de filosofía, 1975).

Con esto se concibe que existe un posible continuo entre ellas, cuestión que no es similar al continuo interno que hay entre filosofías o entre ciencias. Una disciplina filosófica como la *estética* puede ser muy pertinente para poder clarificar cómo es el proceso de investigación y sus resultados, en un sentido diferente al lógico. Todo investigador hace de manera explícita o implícita valoraciones sobre la “belleza” de una obra, a partir de la coherencia lógica, la problematización, sus rangos de aplicabilidad y el objeto que estudió dicha ciencia, elementos de alta apreciación entre los científicos como sentido de belleza. La *estética* nos permite, junto con la lógica aclarar la simpleza de una investigación. Pero más pertinente sería la *ontología* o la *epistemología*, ya que nos permitirían clarificar y problematizar qué tipo de entidades se está estudiando, cuáles son los límites y alcances del conocimiento y como se va desarrollando en el curso de la investigación el problema tratado y qué problemas filosóficos sucinta dicha investigación.

La orientación filosófica adoptada es de suma importancia para el estudio y ejercicio de la ciencia. Empecemos con el ejercicio de la ciencia. Como ha sostenido Rosenblueth, no es una condición necesaria que el científico conozca de manera explícita sus posturas filosóficas para poder ejercer la actividad científica (Rosenblueth, 1971). De hecho, sólo una pequeña proporción de investigadores lo hace y con ello entiende las implicaciones filosóficas de su obra. La mayoría de los científicos hacen filosofía sin saberlo y resuelven problemas filosóficos sin proponérselo.⁸⁰ Pero las orientaciones adoptadas por filósofos y por científicos sociales son importantes, ya que pueden empantanar a la ciencia y construir valoraciones negativas sobre ella o pueden ser un método eficiente para reconocer los reductos pseudocientíficos en una disciplina. Oscurecer las actividades de la ciencia pueden llevar a confundirla con actividades diferentes como la política o la tecnología, y con ello imputarle cosas que jamás ha hecho, como las ideas de que

⁸⁰ El estudio de la maldad por los genetistas ha dado respuestas filosóficas al tema de la maldad/bondad en el hombre. El descubrimiento del gen MAO-I asociado a la maldad, sitúa nuevas consideraciones filosóficas y resuelve en parte el problema de si el hombre es por naturaleza bueno o malo. Erich Fromm en sus libros “El arte de amar” y “El corazón del hombre” resuelve parcialmente tal problema desde la psicología social al afirmar que el hombre no nace siendo bueno o malo, sino que la conjunción de ciertos factores sociales potencia o inhiben uno u otro carácter.

la ciencia es productora de guerras y desastres naturales.⁸¹ Este podría ser el caso de las orientaciones filosóficas *constructivistas-relativistas*, *del estructuralismo*, y las filosofías *decoloniales*; tan generalizadas en las ciencias sociales, que asumen que todo es un “constructo social”, una “ideología del capital” y que todo es “relativo” o “*todo es válido*”; tal como sostuvieron Kuhn y Feyerabend –y sus seguidores-. Peor aún, las radicalizaciones de dichas posturas pueden argumentar *que ciencia y política son lo mismo, y que los que hacen ciencia, hacen política*, y por lo tanto ejercen el *poder*, tal como sostienen los seguidores de Foucault.⁸²

Las orientaciones filosóficas pueden ser productivas, en tanto que ayudan a los científicos a evidenciar, por ejemplo, los riesgos de las investigaciones sujetas a control político e ideológico. Es el caso del *realismo* y del *sistemismo* como filosofías, ya que reconocen que la realidad es independiente del investigador. El estudio del suicidio por Durkheim, fue el campo en el que aterrizó el *realismo* en sociología. Como demostró Emilio Durkheim, un realista y científicista de línea dura, tal acción se encuentra relacionada con la estructura social predominante y que la confluencia de la personalidad, la biología, la cultura y las situaciones históricas pueden llevar a una persona a reevaluar su vida y considerar el suicidio.

⁸¹ Existe la idea de que los grandes avances de la ciencia se dieron en periodos de guerra, como la primera y segunda guerra mundial, llamadas *las guerras de la ciencia*. Esto es falso porque la ciencia avanza en parte por acumulación de conocimiento continuo y por grandes saltos. Por ejemplo, los cambios radicales de paradigmas en las ciencias, que son cambios de entender el universo, se dieron en tiempos de paz. Ejemplo de ello es la teoría del salto cuántico gravitacional.

⁸² Al ser Foucault un *constructivista*, y siguiendo a su maestro Georges Canguilhem, médico y epistemólogo, ambos sostuvieron que lo *normal* y lo *patológico*, al ser lo *normal* producto de lo *normativo* (que deriva del consenso social), las enfermedades psicológicas (y en realidad cualquier enfermedad) eran resultado de las consideraciones sociales en torno a ellas y que, en este sentido, lo patológico y lo normal varía en función de la sociedad y la historia. Esto último es falso, pues si bien es cierto que las enfermedades tienen distintas valoraciones por las culturas, Foucault y Canguilhem traspolaron de manera ilegítima los elementos relativos de lo social (lo normativo) a lo biológico, eliminando totalmente la idea de que la realidad tiene una existencia objetiva independiente de los individuos. Para los foucaultianos, la neurosis o psicosis son enfermedades sociales y no mentales, basta con organizar a la sociedad de manera diferente para curar tales enfermedades (ni siquiera curarlas, en rigor, dejar de considerarlas como enfermedades). Afortunadamente se ha descubierto, gracias a las neurociencias, que la esquizofrenia no es un padecimiento social, aunque sí relacionado con ciertas partes del desarrollo biológico-social de una persona y que lo que una de las cosas que funciona mal en el cerebro de los que padecen esta enfermedad, es debido a que tienen, o una excesiva producción de Dopamina o sus receptores neuroquímicos son hipersensibles a tal hormona, lo que genera un desequilibrio en las personas, que irrumpe el funcionamiento regular del cerebro.

El tipo de disciplina científica y la investigación misma que se estudia son importantes para hacer fluir las dosis de filosofía. Hay estudios científicos que están predispuestos a introducir disertaciones filosóficas importantes, que pueden ayudar a progresar el conocimiento y otras áreas donde sólo sucedería un empantamiento. Esto es importante de considerar ya que las disciplinas al no ser homogéneas, y tratar con diferentes instrumentos conceptuales y metodológicos para diversos problemas, puede suceder que la ciencia y la filosofía, al ser empresas distintas, se vuelvan necesarias una para la otra. El caso de las disciplinas iniciales, que se encuentran en etapas prematuras sucede con frecuencia que tales disertaciones son importantes para poder cimentar las bases y la *legitimidad* de la disciplina en el universo de la ciencia. Conforme la disciplina se consolida y se vuelve madura en sus postulados, a veces no es necesario que el científico tenga bases filosóficas explícitas. Por el contrario, puede actuar con *ingenuidad filosófica* y llevar a cabo buenas investigaciones científicas acorde a las normas metodológicas e institucionales de la ciencia. El caso de la sociología es ejemplo de ello. En sus inicios tuvo muchas disertaciones filosóficas y hoy en día los sociólogos rara vez tienen conciencia de sus posturas filosóficas. La medicina puede hacerse sin conciencia filosófica clara, lo mismo que algunas áreas de la química. Pero la física cuántica, por ejemplo, requiere de grandes dosis de filosofía y para hacer física moderna, se debe tener concepciones básicas filosóficas sobre el universo.

Ahora bien, Ferrater Mora sostiene que la mejor manera de ver la relación de la ciencia y la filosofía es que esta se haga propiamente científica. (Coloquio nacional de filosofía, 1975, pág. 49). El autor al decir que la filosofía debe ser científica, se refiere al hecho de que la postura del filósofo y su comportamiento sea similar que el del científico, es decir, que opere de la misma manera sin sumarse al universo de la ciencia, pero que ello le permita formular hipótesis, leyes y ponerlas a prueba constantemente dentro del estudio filosófico sobre la ciencia. Esto supone que la filosofía no sea reducida a un simple análisis conceptual o metodológico, sino que participe activamente en problemas científicos y epistemológicos; criticando y construyendo herramientas teóricas, metodológicas y conceptuales; calculando consecuencias de las investigaciones y proporcionando problemáticas de índole

diverso, en suma, que adopte el método científico para ser una filosofía realista y pro-científica.

Lo mismo expone el autor con respecto a la ideología. Pero ¿Qué es una ideología? La ideología es campo de conocimiento perteneciente al área de creencias. Por ello es

“Un conjunto de creencias referentes a la sociedad, al individuo y el lugar que ocupan en esta, al ordenamiento de la sociedad y al control político de esta”.

(Bunge, Epistemología, 1980)

Bunge sostiene que la ideología es parte elemental de la vida social de los individuos y que este, en tanto ser social, no puede desprenderse de visiones ideológicas que determinan y orientan su vida de manera constante. Vivir ideológicamente es una de las características que define a homo sapiens de otras especies de animales y esto es resultado de procesos evolutivos geno-culturales, dichos procesos ausentes en otros animales. Así como la ciencia tiene componentes filosóficos, la ideología también tiene elementos filosóficos y científicos que incorpora sistemáticamente como elementos que proporcionan justificación y sentido a sus acciones y visones del mundo.

Las ideologías son de tres tipos: religiosas, sociopolíticas y cosmovisiones, tienen cuatro elementos que Bunge enumera como características privativas del conocimiento y la actividad ideológica (Bunge, Epistemología, 1980).

La primera son *afirmaciones de corte ontológico*, referentes a la concepción que las ideologías tienen sobre la sociedad, el individuo, el poder y que se centran en definir qué se entiende por dichas entidades y de qué tipo son.

Las siguientes afirmaciones son *acerca de los problemas (para una ideología)*. Toda ideología considera una gama de problemas que definen y que consideran que es prioritario atender. Estos problemas son muy variados, inscritos en términos culturales, económicos y políticos. La ideología de género y las desigualdades producto de las valoraciones sexuales de una sociedad, son un ejemplo. Las ideologías -como Bunge menciona- también tienen *juicios de valor y programas de*

acción de acción política. Los juicios de valor, consistentes con las visiones del mundo, son resultado y consecuencia cíclica de la forma en que está organizado el conocimiento ideológico y son resultado de sus afirmaciones ontológicas y de los problemas asumidos. Definir lo que es bueno y malo, es resultado de la construcción ideológica y del tipo de sociedad en qué se vive, y a pesar de que tales juicios son sólo aplicables a los seres humanos, los individuos suelen constantemente traspasar tales valoraciones a otras entidades, como objetos, animales o sistemas de conocimiento (Bunge, Epistemología, 1980). En su conjunto, las afirmaciones ontológicas, problemáticas y axiológicas determinan los tipos de programas políticos que se pretenden ejecutar. Es ese momento cuando la ideología, caracterizada como creencias estáticas (incluso por Bunge) suelen ser mucho más dinámicas de lo que comúnmente se cree.

Toda ideología plantea un conjunto de acciones ideológicamente aprobadas, acciones orientadas a transformar, estabilizar o conservar el orden político existente. Esto lleva a establecer las evaluaciones morales sobre la sociedad o sus componentes y que constituyen el motor mismo de las ideologías. Ferrater Mora plantea una situación de confusión entre lo que es la “ideología” y las concepciones del mundo. El autor sostiene que han sido tratadas como similares pero que en realidad son resultados causales.

Así lo expresa:

“La confusión se debe a que mientras, por una parte, hay ideologías que funcionan como ingredientes de una concepción del mundo, hay concepciones del mundo que son función de determinadas ideologías” (Coloquio nacional de filosofía, 1975).

Toda sociedad humana, como ya hemos mencionado, se compone de relaciones sociales que fomentan concepciones ideológicas a partir de determinados grupos sociales, que organizan dicha sociedad en su conjunto y determinan la posición de sus individuos en el orden social. Las ideologías son comúnmente generalizables entre los estratos sociales de los individuos y de la constitución de interacciones sociales, pero sobre todo a raíz de *relaciones sociales de equivalencia*, que son

posiciones sociales similares y compartidas entre los individuos. Los individuos, al formar parte de grupos sociales, actúan y piensan en torno a los círculos sociales en los que se mueven y se encuentran limitados por dichos círculos (Wright Mills, 1959). Esto lleva a los individuos a desarrollar concepciones del mundo acorde al desarrollo social de sus grupos. Estas concepciones del mundo configuran consecuentemente esquemas ideológicos, que a su vez son parte de concepciones del mundo diversas.

La filosofía también tiene que habérselas con el factum de la ideología. Toda construcción ideológica plantea problemas filosóficos que buscan fundamentar y al cual le incorporan justificaciones epistemológicas y científicas. La filosofía en ese sentido, participa en problemas comunes con la ideología y se realizan evaluaciones mutuas entre sus respectivos miembros. La ideología, al incorporar conocimiento científico y filosófico, genera confusión entre las tres actividades y hace que incluso haya ideologías que se posicionan así mismas como filosofías o disciplinas científicas. La pertinencia de distinguir entre las actividades radica en que tanto científicos como filósofos realicen constantes evaluaciones a los postulados ideológicos. Una ideología anticientífica que incorpora elementos científicos para justificar sus posturas, puede traducirse en un desprecio social por la ciencia misma. O puede significar un avance. Todo depende de que ideología se trate. La relación entre filosofía e ideología está basada en el tipo de ideología, de orientación y el tipo de disciplina filosófica. La ideología, que penetra en ciencia por el individuo mismo, no se puede desprender de tales consideraciones filosóficas.

Por ello, la ciencia tiene mecanismos para reconocer las consideraciones ideológicas de una investigación (para minimizar su impacto). Con ello se acepta que no hay ciencia sin ideología, en términos de un nivel societal. Pero los mecanismos de control regulan las consideraciones ideológicas propias de un individuo. Piénsese qué sería de la ciencia si hubiera una sociedad que no valora la actividad científica. Lo más probable es que no hubiera marcos legales para tal actividad y, en consecuencia, no habría recursos económicos y materiales para

ejercer la actividad científica. Las ideologías pro-científicas, asumen que la ciencia es la mejor manera para conocer el mundo y procuran su desarrollo.

Ahora bien, ¿La ciencia tiene un programa ideológico? ¿O es ideológicamente neutra? ¿O ninguna de las dos? ¿O ambas?

En el universo, los absolutos sólo se encuentran en construcciones mentales; en la vida siempre hay que contar con los puntos intermedios y divergentes. La ciencia como sistema de conocimiento y campo de investigación es ideológicamente neutra, pero eso no quiere decir que en ella no hay elementos ideológicos. Más aún, la ciencia y las ideologías como campos de conocimientos diferentes, se encuentran en constante relación. Primero, la ideología como campo de creencia y como un subsistema social (sistema de creyentes) forma parte elemental de toda sociedad, un sistema que repercute y estructura los demás subsistemas sociales: cultural, económico, político y biológico. La ciencia no posee un programa ideológico ni mucho menos es una actividad ideológica, pero sí es una actividad realizada por individuos con una concreción histórica y social, una identidad y un proyecto de vida.

La investigación científica, como ya mencioné posee elementos ideológicos, pero no al nivel del *fondo de conocimientos científicos acumulados*, estos sí son ideológicamente neutros por haber pasado por mecanismos de evaluación (verificabilidad y contrastabilidad del conocimiento), que son los mecanismos de control antes referidos. Los elementos ideológicos en ciencia se encuentran al nivel de la elección de la disciplina o especialidad a ejercer, de la elección de problemáticas, en el diseño de planes de investigación y en la evaluación externa (no científica) de los resultados. Pero no hay presencia de elementos ideológicos en el desarrollo del problema, de la investigación, y, sobre todo, de los resultados y su consecuente evaluación científica (verificabilidad y predicción). Así es como los elementos de una ideología particular cumplen una función social específica: estimulan la investigación e integran el conocimiento científico.

La ciencia mantiene una relación con la ideología por medio del individuo que la práctica, es decir, el científico. Este es una primera relación entre la ciencia y la

ideología; relación por demás estimulante de la actividad científica⁸³, porque ciertas ideologías (como el liberalismo) proporcionan personal o, dicho de otra manera, personas que quieren dedicarse a la investigación científica, y una institucionalización constante de la ciencia. Una ideología pro científica propugnará por el desarrollo de la ciencia y su mayor participación en política, bajo un sistema de creencias fundadas en el estudio objetivo del universo, con un sistema político democrático que así lo permita.

Una segunda relación es la de aplicabilidad: si los resultados de una investigación están sometidos a una aplicabilidad, tales resultados son incorporados dentro de una perspectiva ideológica para modificar elementos de la realidad que pretenden intervenir. Ciertas ideologías utilizan conocimientos científicos para poner en desarrollo sus programas de acción. Los estudios de la pobreza y los diseños institucionales para eliminar o aminorar las desigualdades económicas forman parte de un esquema ideológico que promueve la igualdad de todos los seres humanos y utiliza investigaciones económicas y sociológicas para atender el problema. Es la ideología de la igualdad humana.

Una tercera relación es que las ideologías pueden proporcionar problemas abordables y con potencial de ser estudiados desde la ciencia. En ciencia social, hay campos de especialidad dirigidos a estudiar científicamente elementos o sistemas ideológicos para comprender su dinámica externa e interna (Bunge, Ciencia, técnica y desarrollo, 2014).

Por el contrario, hay ideologías sumamente hostiles a la actividad científica, considerando que su progreso es elemento indistinto de la destrucción del ser humano, o su inhumanidad consecuente. Este tipo de ideologías, situadas en ambos extremos del espectro político (derecha o izquierda) limitan e inhiben la actividad científica. Incluso pueden hacerse pasar por conocimientos científicos y realizar estudios con ese supuesto carácter. Es el caso de ideologías como el marxismo y el estructuralismo focaultiano, contrarios a la investigación científica y

⁸³ Asimismo, hay ideologías completamente hostiles a la ciencia y por lo tanto coartan su libertad de investigación y de institucionalización.

corrientes generalmente confundidas con filosofías. De hecho, la mayoría de los marxistas concibe a la ciencia como un corolario ideológico que sirve para dominar y someter a los individuos bajo el régimen capitalista. En la URSS así fue concebida la ciencia.

En varias partes de esta disertación se ha mencionado que la ciencia no existiría sin un fondo filosófico y formal que existen en la actividad científica como condición necesaria de un conjunto de pautas filosóficas que proporcionan visiones, problemas, metodologías y soluciones, en suma, orientan la investigación. Este fondo filosófico fue esquematizado por Bunge de una manera explícita. Ahora bien, divide el fondo filosófico en tres partes: ontológico, gnoseológico y ético (Bunge, Ciencia, técnica y desarrollo, 2014, págs. 107-116).⁸⁴

El Fondo filosófico de la ciencia está basado sobre la corriente ontológica de la filosofía que sostiene que la realidad, es un conjunto de elementos con materialidad y forma (aun sin la presencia de masa), tal ontología en ciencia se compone de los siguientes postulados:

1. Existe un mundo exterior al sujeto que conoce.
2. El mundo está compuesto de cosas concretas.
3. Las formas son propiedades de las cosas.
4. Las cosas se agrupan en sistemas o agregados de componentes que actúan entre sí.
5. Todo sistema, excepto el universo, interactúa con otros sistemas en algunos aspectos y está aislado de otros sistemas en otros aspectos.
6. Toda cosa cambia.
7. Nada proviene de la nada y ninguna cosa se reduce a la nada.
8. Toda cosa satisface leyes.
9. Hay diversas clases de ley.

⁸⁴ El fondo filosófico se encuentra presente de manera tácita en las obras de Arturo Rosenblueth *El método científico*; en Ruy Pérez Tamayo en sus libros *Diez razones para ser científico*, *Cómo acercarse a la ciencia*, *Reflexiones sobre ciencia*, *Ciencia, ética y sociedad*; en Carl Sagan y su libro *La ciencia como luz en la oscuridad*, en la obra de Robert K. Merton *Teoría y estructuras sociales* y *Sociología de la ciencia*; y asimismo en *Epistemología y sentido común* del Dr. José Hernández Prado.

10. Hay diversos niveles de organización.

Ahora bien, la vertiente gnoseológica adoptada por la mayoría de los científicos es una postura realista criticista, que sostiene que se puede llegar a conocer una realidad externa e independiente por medio de la conjugación de procesos mentales racionales y la experiencia sensible. Bunge prosigue con las máximas gnoseológicas inherentes a la ciencia y la investigación:

1. El conocimiento fáctico se obtiene combinando experiencia y razón.
2. Todo proceso de conocimiento consiste en tratar problemas.
3. Toda solución propuesta a un problema de conocimiento debe ser contrastable de alguna manera objetiva.
4. El conocimiento fáctico puede obtenerse por observación, medición o experimento, a condición de que cada una de estas operaciones empíricas sea diseñada y controlada...
5. Los procesos mentales (...) no ejercen influencias directas sobre cosa externa alguna...
6. El conocimiento fáctico es parcial antes que exhaustivo, pero es perfectible.
7. El conocimiento fáctico puede perfeccionarse tanto gradualmente como a saltos.
8. El conocimiento científico de una cosa, lejos de ser directo y visual, es indirecto y simbólico.
9. La meta final de la investigación científica es descubrir las regularidades (leyes) de la realidad y utilizarlas para explicar, predecir o retrodecir hechos.
10. Las mejores teorías científicas son las que combinan amplitud con profundidad, así como la verdad (aproximada) con la compatibilidad con otras teorías.

El código moral en la investigación (*su ethos*).

1. El culto de la búsqueda de la verdad.
2. Preocupación por la comprobación.

3. Independencia de juicio.
4. Disposición a aceptar correcciones e incluso buscarlas.
5. Honestidad.

Estas disertaciones filosóficas adoptadas por la mayoría de los científicos, corresponde a las áreas de la filosofía que se han desarrollado a partir del estudio de problemas particulares y específicos (Ontología, Metafísica, Epistemología y Gnoseología). (Hernández Prado, José, 2006). La ontología con tres vertientes o posturas respecto al problema de *en qué consiste ser*. La primera postura es el platonismo que sostiene *la existencia de universales*, fuera del tiempo y el espacio; el realismo moderado, con su insistencia en *la presencia de entidades particulares y universales* y la última postura que es el nominalismo, que argumenta la sola existencia del ser en el espacio tiempo como existir, es decir, la *presencia de particulares*. La metafísica expuesta por Bunge es de corte cuantitativista, que visualiza a aquellas entidades como matematizables, el lenguaje al que aspira toda ciencia emergente. La filosofía cuando trata el problema de ¿Qué es eso que llamamos conocimiento? Y ¿Cómo sabemos que eso que llamamos conocimiento es conocimiento? En filosofía tiene tres grandes vertientes. El empirismo, el racionalismo y el criticismo (Hernández Prado, José, 2006).

La investigación científica adopta discusiones y posturas (un tanto implícitas) de alguna de estas ramas de la filosofía y debate junto con ella, los problemas que se presentan, de tal manera que un problema concreto y conspicuo presenta su postura filosófica correspondiente, a la luz de los resultados de las disciplinas filosóficas y científicas. Por ello, el científico de cualquier área del conocimiento, hace filosofía, la mayoría de las veces sin saberlo.

4.1 Ciencia, ética y estética

“Necesitamos especialmente de la imaginación en las ciencias. No todo es matemáticas y no todo es simple lógica, también se trata de un poco de belleza y poesía.”

María Montessori

La ciencia como una de las actividades que ha transformado la historia evolutiva de *homo sapiens* no se puede desprender de las discusiones éticas del comportamiento humano.

En este primer apartado presentaré tres síntesis fundamentales que esboza Ruy Pérez Tamayo en su libro: *“Reflexiones sobre ciencia”* y en la cual la mayoría de los científicos está de acuerdo: la primera de ellas radica en la idea de que en las discusiones éticas deben estar presentes puntos de vista biológicos, particularmente que ética y biología son inherentes. La segunda trata de una idea muy común entre científicos: éstos sostienen que de la ciencia se pueden y se deben desprender consideraciones éticas, a partir de que la ciencia misma posee un conjunto distintivo de valores, y, por lo tanto, se pueden hacer juicios éticos al científico. Y presentaré una tercera como consecuencia de las tres anteriores y que se fundamenta en la idea de una ética universal y objetiva.⁸⁵

Como he indicado arriba, es una tendencia general entre los científicos naturales aquella idea que sostiene que *ética y biología son elementos que no se pueden desprender*. Ello se explica en función de una cuestión que es fundamental a raíz de las investigaciones de Darwin y los consiguientes descubrimientos en campos como la genética y la biología molecular: *Homo sapiens es un ser biológico, un animal*, derivado de procesos evolutivos y genéticos aleatorios, que no tienen propósito ni dirección (ni mucho menos *sentido*). Los humanos al ser resultado de un proceso fruto del azar, tangencial y contingente, han desarrollado una tendencia visible en su comportamiento (y en el de otras especies): la tendencia de un *“instinto*

⁸⁵ Esta idea se encuentra de manera tangencial en el texto señalado de Ruy Pérez Tamayo, pero lo abordaré a profundidad.

social”, es decir, que al convivir las especies en comunidades y familias que operan de forma colectiva, desarrollan un conjunto de actitudes y comportamientos que favorecen la cooperación mutua y la eliminación de las agresiones.⁸⁶

Los científicos asumen que todo comportamiento humano es producto de la conjunción de factores biológicos y culturales, y “la ética forma parte de un programa heredado genéticamente por nuestra especie” (Tamayo, Reflexiones sobre la ciencia, 2010). En ese sentido, *hablar de ética es hablar de biología*.

Pero Ruy Pérez Tamayo presenta una discusión importante que trataré de sintetizar dentro de lo posible. (Tamayo, Reflexiones sobre la ciencia, 2010, págs. 65-75). El autor argumenta un debate que se ha presentado entre filósofos y científicos sobre la relación de la ética y la ciencia. Esta discusión presente desde la antigua Grecia (entre las concepciones de Platón sobre una ética idealista y la idea de una ética naturalista de Aristóteles) se ha extendido hasta nuestros días, siendo que los científicos prefieren una ética en donde el hombre es parte inextricable de la naturaleza. Pero la ética es un asunto social e individual, en donde se realizan juicios subjetivos sobre una cosa o proceso que varía en función de la cultura, la historia y la personalidad. El autor sostiene que

“La ética es asunto del hombre, que este es un ser biológico y que, por lo tanto, la biología humana no puede ignorarse cuando se define y se estudia la ética”. (Tamayo, Reflexiones sobre la ciencia, 2010).

Esto evidencia algo interesante a la luz de los descubrimientos en la biología y que derivó en discusiones entre filósofos y científicos: El desarrollo de la teoría de la evolución estuvo interpretada -hasta el siglo XX- de una manera que le otorgaba una situación primordial a *homo sapiens*, un antropocentrismo dentro de la teoría misma. (Tamayo, Cómo acercarse a la ciencia, 2000). Tamayo sostiene:

“Los seres humanos no somos deducibles a partir de los principios generales que guían la regularidad del universo (como la relatividad, la teoría cuántica,

⁸⁶ Steven Pinker demuestra en su libro “La tabla rasa” que la especie humana se está volviendo cada vez más pacífica y cooperativa gracias a este instinto aunado inextricablemente a factores sociales y culturales que potencian este desarrollo.

etcétera, (...) pero sí son explicables por esos mismos principios” (Tamayo, Reflexiones sobre la ciencia, 2010, pág. 72).

Y cita a Jacques Monod sobre el problema:

“Nosotros nos queremos necesarios, inevitables, ordenados desde siempre. Todas las religiones, casi todas las filosofías, y una parte de la ciencia, atestiguan el inalcanzable, heroico esfuerzo de la humanidad negando su propia contingencia”. (Tamayo, Reflexiones sobre la ciencia, 2010).

Ahora bien, Tamayo menciona que, si el hombre no es resultado de la expresión de un Dios o del universo, que no es la culminación de un proceso sino un mero accidente, se pregunta: *“¿Cómo es posible que del azar surja un programa?”* (Tamayo, Reflexiones sobre la ciencia, 2010).

El autor resume que, si el hombre

“No es otra cosa que el resultado de una serie errores ocurridos al azar, durante la historia de replicación del DNA, la alianza milenaria con la naturaleza⁸⁷ (...) se tambalea peligrosamente. Pero no se cae” (Tamayo, Reflexiones sobre la ciencia, 2010).

Siguiendo a Monod, nos dice que el hombre tiene resistencias a abandonar “esa antigua alianza” por dos motivos principales. Por una *angustia natural* que lo situaría en una “soledad cósmica” con sus referentes inseguridades psico-ontológicas y en una constante pérdida de valores, de una justificación de cualquier programa ético. (Tamayo, Reflexiones sobre la ciencia, 2010) (Fromm, 1947) La solución que expresa Monod es que propone *una ética del conocimiento*, es decir, que el contenido de la ética es el mismo, pero que el marco de referencia cambia, dejando de ser extrahumano para centrarse en el conocimiento de sí mismo, *inmanente*. En este marco de referencia, entran todas las disciplinas científicas dedicadas al estudio de Homo sapiens y de sus relaciones con el medio ambiente, esto como una oportunidad de generar una ética que nos permita conocernos a profundidad.

⁸⁷ La alianza que signa un sitio primordial al humano”

Este tipo de antropocentrismo que referí, afectó la constitución de disciplinas científicas instituidas y sobre todo las nacientes. El estudio de lo social fue concebido primordialmente como algo esencialmente humano, deriva del prejuicio de que lo humano, la especie humana en su conjunto, es superior biológicamente a otras especies (Hernández Prado, José, 2015). Esto se tradujo en fronteras disciplinarias rígidas en su objeto de estudio, teniendo una clara separación entre el estudio de lo biológico y lo social, siendo que tanto en la especie humana como en las demás, la interrelación de ambas dimensiones es una característica constitutiva del comportamiento.

La *socio-biología* o *bio-sociología*, todo depende del punto de partida, es una corriente surgida a mediados del siglo XX como una concepción y una disciplina que sostiene que todo comportamiento humano tiene fuertes bases genéticas y biológicas, lo cual formula la pregunta ¿Hasta qué punto lo genético y cultural son determinantes en la conducta?, y aduce que los principales mecanismos de transmisión de información son sólo tres: los genéticos, los epigenéticos y los culturales. La biosociología estructura la idea de que todas las especies son sociales, y que cada forma viviente puede contemplarse como el resultado de una interacción entre genes/biología y medio ambiente social/cultural. Es por ello, que *homo sapiens*, se encuentra en una situación cualitativamente diferente, sujeto a las fuerzas biológicas que limitan su comportamiento y que determinan las características intrínsecas que le son privativas y a su vez, se encuentra enmarcado dentro de los patrones culturales de su sociedad que regulan e impulsan, o si se quiere, limitan su comportamiento acorde a determinados valores socialmente aceptados y que la selección de estos valores no se realiza en función de criterios biológicos propios de la naturaleza humana, sino en relación a factores extrahumanos. Es decir que no sólo los factores biológicos constitutivos de *homo sapiens* se vieron determinados por la genética, sino también rasgos y características culturales de las sociedades, que se ponen de manifiesto en los identificados *universales culturales humanos*, expresados por Donald E. Brown y P. Murdock (Hernández Prado, José, 2015). Estos universales culturales hacen referencia una variedad de características compartidas por todas las especies y por

todas las estirpes humanas. Una de las consecuencias de estos *universales culturales* radica en la consideración de la moralidad presente en todas las culturas y sociedades humanas. Siguiendo al Dr. José Hernández Prado, explica la razón de esta característica privativa dando un adjetivo que constituye a las culturas humanas, el autor lo expone así:

“¿Por qué hay siempre una moralidad en las culturas en las culturas y las sociedades humanas? Pues porque en ellas hay libertad para actuar bien o mal, correcta o incorrectamente, debida o indebidamente; y ello es así porque hay también una razón o racionalidad humana y esta se encuentra indisolublemente asociada con el lenguaje, el lenguaje propiamente humano (...). Sin embargo, el lenguaje humano es muy especial: no sólo está compuesto de signos y de símbolos interpretables, como todo lenguaje en la naturaleza, sino que, a diferencia del lenguaje animal, es sintácticamente muy complejo y versátil y significador y simbolizador, (...)”. El lenguaje en ese sentido es capaz de constituir realidades institucionales (Hernández Prado, José, 2015).

La ciencia, en ese sentido, puede arrojar luz sobre el comportamiento de los seres humanos enmarcados dentro de una cultura universal que promueva el conocimiento del humano mismo, asociado a una concepción cultural que promueva el conocimiento objetivo de la naturaleza, como una manera de contribuir al desarrollo y bienestar del hombre mismo.

Un argumento común entre los anti-cientificistas es que la ciencia ha generado muchos problemas para el ser humano y la sociedad en su conjunto⁸⁸. Estos grupos ideológicos de diversa índole adoptan una postura de oposición a cualquier actividad científica, y le recriminan los resultados más desastrosos para la humanidad. Pero estas consideraciones pueden ser resultado de dos confusiones principales. La primera es una confusión entre el producto de una actividad

⁸⁸ Es pertinente señalar que el progreso científico sí genera costos sobre ciertos grupos sociales.

intelectual y del grupo que la produce. (Tamayo, Reflexiones sobre la ciencia, 2010). La segunda es una confusión entre ciencia y tecnología.

Comúnmente se confunde la ciencia con el científico. Es una confusión de dimensión y de clase. Si bien los científicos son aquellos que producen conocimiento objetivo, este último, resultado de aquella actividad es, como todo conocimiento, éticamente neutro. Ruy Pérez Tamayo y Arturo Rosenblueth enuncian que los adjetivos aplicables al conocimiento son totalmente diversos y diferentes entre el científico y la ciencia. Por ello más adelante menciona que “no hay nada en la ciencia de intenciones, de usos o de aplicaciones, no hay nada que pueda ser sujeto de la ética”.⁸⁹ Con ello se argumenta un factor fundamental. Todo conocimiento no es sujeto de valoraciones éticas, sino tan sólo homo sapiens y sus actividades sociales, que hace uso de ese conocimiento acorde con su personalidad, su sociedad, los juicios de valor que emite y los fines que busca alcanzar. *Emitir juicios de valor es hablar de homo sapiens y nada más.* Porque todo conocimiento científico -como he sostenido a lo largo de esta tesina- puede que tenga una utilidad amplia o restrictiva, a corto, mediano, o largo plazo para alguna actividad social (ya que todo conocimiento tentativamente real o fiable de algún hecho del universo es aplicable) y toda utilidad del conocimiento científico se encuentra sujeto a las inferencias y justificaciones morales de dicha actividad social. Esto no significa que el científico no tenga preocupaciones y obligaciones para averiguar por el uso y la aplicación que se le da a los resultados de sus investigaciones. De hecho, constantemente advierte sus potencialidades y peligros, pero esta actitud y las preguntas que de ella resultan, no son preguntas científicas. Tampoco sostengo que el conocimiento sólo esté ahí en el vacío, toda generación de conocimiento se da dentro de un contexto social determinado, pero es homo sapiens quién piensa y hace juicios de valor y sus acciones están sometidas a esos juicios. Culpar a la ciencia de la guerra o el cambio climático es como decir, metafóricamente, que la culpa la tiene la piedra por haber golpeado mi cabeza y no aquel humano que la lanzó.

⁸⁹ Ibid.

Esto sitúa una pregunta fundamental. Si el conocimiento es éticamente neutro, sujeto al uso que se le pueda dar; y ciencia y científicos son diferentes, pero, además, la ciencia no es responsable directa de los grandes desastres de la humanidad. ¿Se puede atribuir el progreso de la sociedad a la ciencia y los científicos? La respuesta, paradójicamente es, sí. A mayor conocimiento, mayor capacidad de acción acertada.

La confusión entre ciencia y tecnología ha sido una de las tendencias más generales entre los filósofos y críticos de la ciencia. Tal confusión no es resultado del azar. Sus bases fundamentales radican en que en a partir del siglo XIX ciencia y tecnología consolidaron estrechas relaciones que hizo que las personas les fuera imposible discernirlas. Pero tales relaciones estrechas son producto de la modernidad y la distinción entre una actividad y otra se convierte en un imperativo como un paso previo para la repartición de responsabilidades políticas y sociales. Más adelante abordaré a profundidad lo que es la tecnología y los procesos de los cuales se compone, como un medio implícito de distinción entre ciencia y tecnología. Aquí tan sólo me limitaré a argumentar que la tecnología es conocimiento científico aplicado (y por lo tal se confunde con ciencia) modelado por intereses comerciales y políticos que determinan dicha actividad de aplicación.

Ahora bien, como toda actividad social conlleva un conjunto de valores explícitos o, que se dan por supuesto, y los miembros de un grupo social actúan en función de estos ¿Cuál es el valor primordial del ethos de la ciencia?

Se ha esbozado en muchos trabajos que el valor primordial de la ciencia es el de *la integridad científica*. Pero este valor universal en ciencia, es en estrictos términos, la composición de un conjunto de valores propios de la investigación científica. El valor máximo de la ciencia, es en realidad una norma metodológica: es el valor de la objetividad.

De aquí deriva la posibilidad de una ética objetiva y universal.

La actividad científica incluye actividades valorativas *sui generis*. Los científicos no son personas amoraless, cuestión sociológicamente imposible, pero sí ejercen una

neutralidad ética en tanto que laboran profesionalmente como científicos. *La ciencia como actividad sistémica es ética y moralmente positiva*, es decir, que la ciencia busca generar y producir conocimiento para ensanchar nuestra comprensión del universo, todo ello como condición necesaria (pero no suficiente) para el bienestar humano. El investigador científico tiene un *programa ético racional*. Dicho programa para la investigación científica propugna por valores necesarios a ejercer en la ciencia. Dichos valores son la búsqueda de la verdad (por sucesivas aproximaciones), el desarrollo del conocimiento objetivo y el uso sistemático de la razón. Tal programa moral tiene una consecuencia particular: *genera una neutralidad ética al nivel del conocimiento científico*. La neutralidad ético-moral se inserta como un mecanismo para alcanzar la objetividad y la veracidad en el trato con los fenómenos del universo, ya que establece que, por medio de la investigación, los métodos utilizados, los problemas planteados, los objetos de estudio de las disciplinas, las proposiciones, hipótesis, principios y axiomas, estén libres de valoraciones, prejuicios, convicciones de cualquier tipo, intereses e ideologías, así como emociones. Un buen conocimiento está compuesto de información libre de estas ideas preconcebidas y de emociones. Los científicos suelen considerara estos elementos como predisposiciones que comprometen su investigación y buscan comprenderlas para poder disminuir su influencia, para poder controlarlas. Tal programa ético es un imperativo necesario e intrínseco a la ciencia que proporciona al investigador la independencia y autonomía para no comprometer la profesión y el conocimiento a intereses creados que puedan mermar su objetividad y veracidad. Se desprende que, en cualquier actividad social, el conocimiento se constituya como un valor en sí mismo para la edificación de la sociedad y el individuo. Aunque tal valor ha tendido a la comercialización de saberes y ha constituido un nuevo tipo de economía postindustrial basada en el conocimiento, el valor por el conocimiento objetiva para la mejora del bienestar humano se transformó en un elemento de una ética objetiva y universal *de facto*.

Los valores y las consideraciones morales -se ha sostenido- son relativos y referentes a grupos y sociedades, pero un excesivo impulso a tal relativismo podría ser el elemento central para las injusticias sociales. La ciencia, con un programa

ético basado en la objetividad, el desinterés y la construcción de sociedades más justas con miras a mejorar la condición humana, ha resaltado de manera implícita o explícita, la necesidad de extender el derecho a la salud, a la educación, a la justicia, a la democracia, a la libertad y a la igualdad de los diversos grupos sociales, como valores necesarios en cualquier sociedad y sistema político, como corolarios para una vida digna.

Ahora bien, la neutralidad valorativa de la metodología y el conocimiento, y sobre todo una ética objetiva y universal, no constituyen sinónimos de indiferencia moral, ni mucho menos la imposición de un programa ético autoritario o fuerte. Hombres y mujeres de ciencia en todas las disciplinas han tenido profundas preocupaciones morales sobre una diversidad de fenómenos sociales o físicos, y con ello han contribuido a ampliar de manera objetiva, verificable y veraz, nuestro entendimiento sobre el mundo. Piénsese en Karl Marx y sus preocupaciones sobre el proletariado, que llevaron a la descripción y explicación vigente del capitalismo; en Max Weber y su preocupación por la creciente burocratización de la vida, en Roentgen, Bequerel y los Curie con los efectos de la radiactividad, en Ehrlich, Fleming, Boris Chain, Walter Florey la penicilina, en Carl Sagan y los astrónomos contemporáneos por el aumento de las filosofías oscurantistas, el pensamiento mágico y las corrientes terraplanistas, etcétera. Todos ellos, a su manera, tuvieron profundas preocupaciones morales sobre sus campos y, sin embargo, ello no fue un impedimento para la comprensión de universo. Eso nos lleva al siguiente apartado.

Capítulo 5. Tecnología

La tecnología es un siervo útil, pero un amo peligroso

Christian Lous Lange

El uso constante de la tecnología en diversas actividades sociales es una de las características principales de las sociedades humanas. Desde sus inicios, Homo sapiens se caracterizó por la constante innovación tecnológica para su supervivencia.⁹⁰ Pero, siguiendo la clasificación de Lewis Mumford, *tecnología es técnica basada en conocimiento científico*. Por contraposición, la técnica premoderna, está basada en la experiencia inmediata, y en algunos casos, en cuestiones sobrenaturales (Bunge, Pseudociencia e ideología, 2014). Las sociedades modernas y contemporáneas se distinguen porque todas las actividades están mediadas por la tecnología y la investigación científica y es por estas dos actividades, que las sociedades se mantienen en existencia. La técnica y la tecnología son un criterio que nos permite distinguir entre sociedades premodernas y modernas.

Ahora bien, Bunge propone una definición de tecnología que permite diferenciarla con claridad de la ciencia. El autor sostiene que la tecnología es:

“Un campo de investigación, diseño y planeación que utiliza conocimientos científicos con el fin de controlar cosas o procesos naturales, de diseñar artefactos o procesos, o de concebir operaciones de manera racional” (Bunge, Pseudociencia e ideología, 2014).

Más adelante el autor prosigue con la definición formulada de manera más explícita:

“Los conceptos clave de la técnica y la tecnología son los de objeto artificial (por oposición al natural) y de diseño del mismo. Todo objeto artificial ha sido diseñado, y todo diseño lo es de un artefacto (posible o imposible) ...Nuestro concepto de lo artificial es muy amplio: abarca las herramientas y las

⁹⁰ Otras especies, tuvieron una innovación más retardada o lenta, e incluso algunas especies humanas, la innovación tecnológica fue nula. Es el caso de Homo Erectus, especie que se distingue por haber utilizado las mismas herramientas durante aproximadamente dos millones de años.

máquinas, los procesos controlados o puestos en marcha por el hombre, los organismos seleccionados (y eventualmente creados) por el hombre, las organizaciones sociales y los planes de acción. Todo lo artificial conocido es de factura humana, pero no todo lo que hacemos es artificial... (Bunge, Pseudociencia e ideología, 2014)”

Y continúa definiendo lo *artificial* como:

“...toda cosa, estado o proceso controlado o hecho deliberadamente con ayuda de algún conocimiento aprendido, y utilizable por otros. El objeto debe ser optativo porque ha de ir precedido por una decisión tomada de cara a una elección entre alternativas...La actividad en cuestión, lejos de ser totalmente automática, debe ser guiada por algún conocimiento aprendido antes que por una habilidad innata. Y debe tener algún valor o disvalor social, por mínimo que sea: en principio no hay artefactos privados, aunque de hecho algunos artefactos son de propiedad privada (Bunge, Pseudociencia e ideología, 2014).”

Entonces *tecnología* es, para ser precisos, aquella *actividad social e intelectual que crea, modifica o controla cosas, estados o procesos*. Con esta definición de tecnología, se evidencia la centralidad de la actividad tecnológica: *la aplicación del conocimiento científico para obtener un producto*, ya sea un artefacto o un plan de acción, en otras palabras, un bien o servicio. El tecnólogo diseña artefactos o procesos naturales/sociales en función de una conducta legal o regular que espera crear en el nuevo objeto, es decir, con base en ciertos principios científicos. Tales principios científicos suelen ser leyes o principios formulados sobre el comportamiento de un hecho de determinados fenómenos naturales o sociales.

La tecnología como actividad implica la elaboración de un diseño o plan de acción controlado científicamente para satisfacer las necesidades de una sociedad, es decir, un sistema económico, social o político. Así también, de algún individuo o una empresa. Es por estas cuestiones (el uso de conocimiento científico y la participación de científicos), que la ciencia y la tecnología suelen ser confundidas, porque la tecnología consume tanto conocimiento científico como puede y para ello

requiere de la labor y la operación de científicos especializados y pertinentes para un proyecto tecnológico (en rigor, los científicos que participan en un proyecto tecnológico, ya no son científicos, aunque tuvieran el título de tales). Tal confusión no es propia de un grupo social en específico, cualquier individuo en una sociedad moderna, con las constantes relaciones entre diversas actividades, la difusión masiva de información y los cambios continuos e inesperados, llegan a confundir la ciencia con la tecnología. Pero, un ejemplo excelente y excepcional de distinción entre ciencia y tecnología son algunos párrafos del sociólogo C. Wright Mills, independientemente de todo lo excelente de su obra, mantiene un reconocimiento constante de tal distinción, sobre todo cuando es claro y preciso; aunque sus intereses como sociólogo eran otros. He aquí un ejemplo de ello:

“El significado cultural de la ciencia física -el mayor y más antiguo común denominador- se está haciendo dudoso.⁹¹ Como estilo intelectual, la ciencia física empieza a ser considerada por muchos como algo insuficiente. La suficiencia de los estilos de pensamiento y sentimiento, de imaginación y sensibilidad, ha estado, naturalmente, desde sus orígenes sometido a la duda religiosa y a la controversia teológica, pero nuestros padres y abuelos científicos han reducido esas dudas religiosas. Las dudas hoy corrientes son profanas, humanistas, y con frecuencia absolutamente confusas. Los progresos recientes de las ciencias físicas –con su clímax tecnológico en la bomba H y los medios de transportarla- no han sido sentidos como solución a ninguno de los problemas ampliamente conocidos y profundamente ponderados por comunidades intelectuales y públicos culturales muy dilatados. Esos progresos han sido considerados, correctamente, como resultado de una investigación altamente especializada, e incorrectamente como misterios maravillosos. Han suscitado más problemas –tanto intelectuales como morales- que los que han resuelto, y los problemas que

⁹¹ Para contextualizar un poco, aquí Mills habla de que, en ciertos periodos de tiempo, se vuelve un común denominador ciertas formas y estilos de pensamiento.

han planteado radican casi completamente en la esfera de los asuntos sociales, y no físicos”.

Aquí Mills logra distinguir la ciencia de la tecnología (cuando menciona su clímax tecnológico). Pero va más allá y sitúa a la ciencia en la tecnología como una aplicabilidad del conocimiento sujeta a intereses que no han logrado solución a los problemas públicos. Con ello Mills advierte que, la tecnología está condicionada social y económicamente, de tal manera que el condicionamiento puede no satisfacer las necesidades sociales o económicas de una sociedad. Asimismo, el autor menciona que los proyectos de investigación tecnológica generan problemas de carácter social, porque advierte de manera implícita en el párrafo anterior, que son bienes y servicios. El conocimiento científico también genera consecuencias sociales, pero su impacto se hace por intermedio de productos tecnológicos. Porque, ¿Qué problema social habría generado la ecuación $E=mc^2$, que explica la liberación de energía por los átomos? Probablemente ninguno. Pero si bien esa ecuación ha sido señalada como la creadora de la bomba atómica, en realidad no dice nada sobre cómo crear dichas bombas. Sólo los tecnólogos que visualizaron su aplicación, y junto con otros principios sobre la acción y reacción de energía, lograron fabricar una bomba. Consecuencia de ello, Mills evidencia una característica primordial de la tecnología: siempre genera consecuencias y problemas sociales para ciertos sectores de la sociedad y beneficios para otros. La tecnología al ser un producto comercializable, genera ganancias para quienes la producen.

El autor prosigue diciendo que:

“La estimación moderna por la ciencia en gran parte ha sido meramente supuesta, pero ahora el ethos tecnológico y una especie de imaginación ingenieril asociados con la ciencia probablemente parecen más temibles y ambiguos que esperanzadores y progresivos.”

Al mencionar la existencia de *un ethos tecnológico*, el autor vuelve a reconocer de manera implícita la sistematicidad de la tecnología como conocimiento y actividad, la existencia de comunidades de tecnólogos y de una moral específica de dichas

comunidades, así como una actividad diferente de la ciencia en el orden social. Porque dicho *ethos* sólo es atribuible a un conjunto de individuos relacionados de manera sistemática, es decir, a grupos sociales.

Por consiguiente, las confusiones entre ciencia y tecnología suelen presentarse de diversas maneras por filósofos de la ciencia, especialistas y ciudadanos, pero hay muy pocas distinciones como la anterior, incluso entre los mismos científicos. Pero hay una característica más que genera tal confusión entre ciencia y tecnología. Los procesos tecnológicos utilizan el *Método Científico* de manera extensiva, pero también lo que Bunge llama el “*Método Tecnológico*” (*bibliografía*), *que es una variante del método científico y muy similar a este.*

¿Qué es el método tecnológico?

En los primeros capítulos he mencionado que Bunge sostiene que “*un método es un procedimiento, regular, explícito y repetible para conseguir algo, sea material o conceptual*” (Bunge, Epistemología, 1980). El método de investigación tecnológico como variante específica del método científico sólo será enunciado en su forma general, al igual que hemos hecho con el científico, ello por la vinculación de sus elementos regulares presentes en todo proceso de investigación tecnológico. Esto no da a pie a argumentar que tales métodos específicos son inexistentes, sino simplemente que no es tarea de esta tesina enunciar dichas investigaciones.⁹²

Una investigación será tecnológica si procede de la siguiente manera:

1-. *Descubrimiento de un problema material y/o la solicitud para resolver un problema material y conceptual con utilidad práctica inmediata, a corto o largo plazo*⁹³. Este puede surgir de la investigación estrictamente cognitiva o por solicitud industrial. Dicho problema se plantea de manera que se busque solucionar o generar condiciones existentes o futuras.

⁹² Así también la enunciación se hace de manera abstracta y tentativa a correcciones, como guía general para comprender cómo son los procesos de investigación tecnológica.

⁹³ Como hemos mencionado, los tecnólogos sólo se interesan por problemas de utilidad práctica. El caso de Thomas Edison mencionado antes es instructivo.

2-. *Planteo preciso del problema a resolver.* Generalmente se hace en términos cuantitativos y estrictamente matemáticos, aunque no necesariamente así. Tal planteo preciso no sólo requiere de la participación del tecnólogo sino de todos los implicados en el problema, con el fin de proporcionar un *diseño* general del problema material a resolver.

3-. *Búsqueda de elementos materiales:* científicos, tecnológicos, ideológicos y conceptuales para atender el problema, es decir, el desarrollo del conocimiento pertinente para tratar el problema (Principios científicos, leyes, teorías, hipótesis, datos, procedimientos, aparatos de medición y cálculo, herramientas, insumos materiales físicos, químicos, sociales, etcétera).

4-. *Construcción del diseño de prototipo.* Creación del plan general para el diseño de los prototipos para la solución del problema o la innovación de elementos materiales ya existentes (procedimientos, herramientas materiales o conceptuales), y la generación del prototipo con comportamiento legal.

5-. *Tentativa de solución del problema emergente o solicitado.* El prototipo es puesto a prueba experimental para su puesta en marcha industrial y la solicitud de patente.

6-. *Investigación de las consecuencias del prototipo.* Aquí se estudia su uso masivo o limitado, la utilización de recursos, la posible obtención de nuevos comportamientos o materiales y el estudio de los datos emanados de la investigación.

7-. *Correcciones* en el prototipo, en los datos, hipótesis, uso de leyes, principios y procedimientos.

8-. Si la solución del problema ha sido satisfactoria, *construcción del prototipo de manera industrial para su comercialización.* Este paso puede incluir el diseño de plantas específicas para su producción.

Como he mencionado, solo son pasos generales de un proceso de investigación científica. Por ello no hay un uso explícito o reglamentario para tales procedimientos, aunque sí comportamientos generales.

Ahora bien, si Galileo Galilei es el fundador del método científico, *¿Quién es el fundador del método tecnológico, y con ello de la tecnología moderna?*

James Watt (S.XVIII) fue el primer ingeniero moderno de la historia. A pesar de que no es el autor de la máquina de vapor (fue el ingeniero Thomas Newcomen), Watt transformo la historia de la humanidad al poder realizar una conversión de energía a otro, lo que generó un efecto psicológico para desarrollar otro tipo de conversiones de energía y materia en la sociedad (algo que había limitado las actividades humanas, ya que la mayoría de ellas se encontraban vinculadas al movimiento del agua y el viento, y primordialmente a la fuerza animal). El producto de Watt logró ampliar las conversiones de energía y materia en otros tipos (carbón en vapor y este en movimiento⁹⁴), proceso que se generalizó en el siglo XIX y que no ha hecho más que aumentar la disponibilidad de recursos y materias para la humanidad.

James Watt desarrollo la utilización de la energía con base en el principio moderno de la *eficiencia y la automatización* (dos elementos modernos necesarios en la construcción de cualquier artefacto o proceso). Para ello modificó la primera máquina de vapor haciendo que la circulación del mismo fuera a través de dos cámaras, evitando el escape del mismo: “El vapor, tras entrar a la cámara y mover un émbolo, escapaba por una válvula hasta una segunda cámara refrigerada por agua corriente. Al escapar el vapor, bajaba el émbolo. El siguiente chorro de vapor que entraba en la primera cámara no perdía nada de su potencia, porque estaba aún caliente” (Asimov, Momentos estelares de la Ciencia, 1959). Watt procedió a utilizar el conocimiento científico disponible y lo aplico para solucionar un problema de su tiempo: la ineficiencia de las máquinas de vapor y el desperdicio de energía. Para ello, al igual que Galileo, no enunció los pasos del método tecnológico y ni siquiera lo llamó como tal, pero de facto lo hizo mediante el planteamiento de un problema práctico, sujeto a una valoración de juicio, la búsqueda de conocimientos científicos e instrumentos pertinentes para dicho problema, la tentativa de solución de dicho problema, la invención de nuevas herramientas e ideas adecuadas al

⁹⁴ Las máquinas de vapor funcionan de tal manera que se quema carbón y el calor resultante sirve para hervir agua, de la cual emana vapor, que a su vez empuja (mediante la presión de una cámara cerrada) un émbolo, todo lo conectado al émbolo se mueve y con ello, la energía se convierte en movimiento.

problema práctico, la obtención de una variable de soluciones, y su consecuente investigación de sus consecuencias. Así mismo, Watt realizó diversas pruebas de sus prototipos y corrigió errores, para corregir sus hipótesis, herramientas y procedimientos, que finalizó en la constitución de un modelo que proporcionó un valor social a los sectores industriales y costos para ciertos sectores de trabajadores sustituidos por las nuevas máquinas (disvalor social). Con ello, inició la Revolución.

La Revolución Industrial fue una revolución en la conversión de un tipo de energía a otro y asimismo fue el paso significativo del uso generalizado de la potencia muscular animal o humana, a la potencia del uso de energía (Harari, Yuval Noah, 2014). Comúnmente se argumenta que detrás de este hombre está el inicio de la Revolución Industrial. Por el contrario, es cierto que Watt y sus mejoras tecnológicas cambiaron el sentido de la historia con el *Método tecnológico*, pero la Revolución Industrial fue una empresa de carácter social, más que el proyecto de un individuo. Con todo ello, Watt había iniciado un proceso que se consolidará hasta el siglo XIX, es decir, la inextricable asociación entre la ciencia y la tecnología. Y los principios de *eficiencia y automatización* han traspasado sus fronteras originarias, llegando incluso a las relaciones sociales y son, a su vez, las bases de la moderna sociedad industrial y de nuevas tecnologías.

La asociación de la ciencia y la tecnología fue un proceso que duró casi dos siglos desde que a un ingeniero inglés se le había ocurrido estudiar científicamente un problema.

Actualmente es una tendencia general que individuos de cualquier sociedad no puedan tener una distinción clara entre ciencia y tecnología. Esto es consecuencia de ambas actividades se encuentran fuertemente relacionadas al grado de que no es posible, en ciertas ocasiones, discernir una actividad de otra. Asimismo, también es consecuencia de que la tecnología es ciencia aplicada y que aquella no podría existir en el mundo moderno sin la investigación científica, que le proporciona conocimientos que tienen aplicabilidad. Pero antes del surgimiento de las sociedades modernas, ciencia y tecnología procedían separadamente (Harari, Yuval Noah, 2014). La mayoría de los inventos tecnológicos pre modernos fueron

una consecuencia de actividades de “prueba y error”, carentes de un explícito uso de algún método o de la visión para obtener nuevos conocimientos aplicables, imposible en sociedades que creían que el mundo ya les era propiamente conocido. Además, los comerciantes, políticos y empresarios no consideraban la inversión en ciencia o tecnología como una oportunidad para obtener mayor conocimiento del mundo o para transformarlo, esto quedaba para la organización social de las actividades, factor ineludible de cambio. Era una característica principal que los reinos y gobiernos destinaran fondos monetarios para perpetuar el conocimiento disponible y con ello extender y estabilizar su dominio. Por eso las sociedades humanas introdujeron nulos o reducidas sofisticaciones tecnológicas en los procesos de producción y las innovaciones se daban en función de una acumulación gradual de mejoras de algún artesano. La ciencia y la tecnología carecían del dinamismo que hoy les es característico. Es hasta el siglo XIX que sucede la consolidación de ambas actividades, cuando las empresas, los gobiernos y las personas empiezan a valorar la importancia de la ciencia y la tecnología en la sociedad y estas actividades al ser más valoradas, el papel de los científicos y los ingenieros adquiere una remuneración monetaria mayor y una diferenciación social, que los distingue de la “persona común”.

5.1 Ciencia, tecnología y política. Relaciones inherentes: Investigación científica y Sanidad social

En toda época de la historia humana y en cualquier organización social prevalecen “modas” o “tendencias generales” que afectan casi cualquier actividad humana. De manera *sui generis*, las actividades situadas en los campos de conocimiento e investigación, las modas se expresan en forma de corrientes de pensamiento que repercuten socialmente más allá de los campos de conocimiento. Tales corrientes de pensamiento llegan a dominar e incluso orientar casi todo el espectro de la actividad intelectual de un grupo social, pero a la par se abren espacios que permiten el surgimiento de corrientes minoritarias que buscan contrarrestar o en su caso, oponerse a la dominación de tal corriente de pensamiento. Las modas

intelectuales pueden ser generales como para abarcar todo el espectro del pensamiento intelectual (desde la ciencia, la política, las pseudociencias, hasta el pensamiento religioso/espiritual), así como también localizado (dentro de la ciencia o incluso en una disciplina). Tales modas intelectuales en ciencia pueden ser positivas o negativas, eso depende de sus postulados metodológicos, científicos, los objetivos y las corrientes filosóficas.⁹⁵

La ciencia, por ejemplo, se generalizó en las sociedades humanas a causa de las revoluciones filosóficas del siglo XVI y XVII, con lo cual fue posible el desarrollo de las revoluciones científicas posteriores. La ciencia se convirtió en la norma común a seguir y los procesos de pensamiento científico despertó emociones de pasión y odio en grupos sociales. El romanticismo, fue una respuesta al pensamiento ilustrado, el cual conllevó el embrión del pensamiento científico. El boom de las ciencias naturales, particularmente la física y la química a inicios del siglo XX, generaron que dichas disciplinas dominaran el espectro del pensamiento científico y se constituyeron como modelos para la investigación y paradigmas metodológicos que muchas disciplinas buscaron imitar en mayor o menor medida y con diferentes grados de éxito. Muchos científicos y filósofos llegaron a reducir el espectro de la investigación científica y dejaron fuera de él a muchas ciencias emergentes. Hoy en día se reconoce la variedad de disciplinas y el crecimiento endógeno que cada una de ellas tiene con sus particularidades metodológicas, por lo cual sostener que aquella disciplina que no se adecue a los parámetros de la física no es una ciencia es completamente reduccionista y carente de una visión general que no permite captar que las estructuras que vinculan a las disciplinas son de rango universal, expresado en lo particular. Creo que este trabajo lo ha demostrado. Pero este

⁹⁵ Por ejemplo, algunas modas intelectuales pueden ser reductos pseudocientíficos porque el conocimiento que generan es contradictorio con el fondo de conocimientos generales de la ciencia o las disciplinas o es inverificable. Es el caso de “la teoría de cuerdas” en física que no ha predicho ningún fenómeno; o en ciencias sociales y las corrientes culturalistas-subjetivistas que no han permitido comprender el comportamiento humano y han llegado a sostener que “las enfermedades existen hasta que se las nombra”, o “la política es el ejercicio del biopoder” como si el poder tuviera una vinculación con procesos biológicos internos, una especie de neonazismo inverso en el siglo XXI que postula que los estados subyugan los cuerpos como método de control.

proceso sin duda afecta la manera para generar conocimiento en cualquier disciplina.

Estas modas intelectuales en ciencia que son características de determinados periodos históricos y en la especificidad de las disciplinas, repercuten no sólo a la investigación científica, sino en sus resultados. Los resultados de una disciplina pueden ser interpretados bajo esa forma dominante del pensamiento o pueden ser resultado de ella. Por ejemplo, los procesos de investigación sobre el genoma se volvieron una moda en términos sociales, de tal manera que las personas llegan a asumir que todo está predeterminado por la genética. A pesar de que los genetistas saben que esto es falso y que el ambiente es importante en un organismo, los resultados de tal disciplina se han comercializado a tal grado que tenemos “terapias genéticas de rejuvenecimiento” En ciencias sociales, los estudios relativistas de este siglo sostienen que lo cultural es más importante que cualquier cosa y que todo está determinado por la cultura y la sociedad, posición que es atribuible en parte a esa supuesta determinación genética que sólo muy pocos genetistas han sostenido he incluso algunos que ni siquiera lo son.⁹⁶

He dicho que algunas modas intelectuales suelen ser fructíferas, es decir, positivas para la comprensión del universo y otras suelen poner trabas o incluso, representan formas retrógradas que ponen en peligro la estabilidad social de algunas áreas de la vida en sociedad basadas en el conocimiento científico. Esta última está muy bien representada por una corriente: “El constructivismo-relativismo”.

Las filosofías tienen consecuencias no sólo en el ámbito de la filosofía o la ciencia, e incluso cualquier actividad intelectual que genere, utilice o sostenga alguna forma de pensamiento. Pero dichas consecuencias no sólo se limitan a esas áreas de la actividad humana. Toda actividad intelectual se dispersa por medio de la acción social y, sobre todo, por la cohesión de grupos sociales y los individuos vinculados a ellos. Así, una corriente filosófica puede ser la orientación de cualquier persona,

⁹⁶ Richard Dawkins no es genetistas y en su libro “El gen egoísta” ha sostenido un mecanismo de replicación genética teleológica que no existe. Además, su teoría del meme como replicación cultural similar a esa supuesta replicación genética simplemente es tosca e inespecífica.

se dedique o no a una actividad intelectual y la practique de manera explícita o no. Es por ello, que muchos grupos humanos han encontrado en el relativismo una oportunidad para afianzar sus conocimientos sobre la realidad, creando un ambiente de seguridad psicológica frente a los embates de la globalización y sus dinámicas cambiantes. La actividad científica ha desmontado la mayor parte de las creencias sobre la vida, sin importar de que cultura se trate y ha afianzado otras que son más fiables de la realidad. Esto sin duda representó un coste muy grande para aquellos grupos sociales que compartían temáticas que la ciencia trata de manera diferente. La teoría de la evolución despertó oposiciones en grupos religiosos y otros más flexibles, interpretaron la teoría de manera diferente, adecuándola a sus creencias. La medicina moderna ha mejorado la condición humana y ha aumentado la esperanza de vida en las personas. No sólo vivimos más sino mejor, a tal grado que el dolor y el sufrimiento, que era algo común en otras épocas, algo que las personas consideraban normal y rutinario en sus vidas, ha salido de las nuestras para formar casos que se pueden atender porque son situaciones que se deben evitar a toda costa. Hoy en día somos más intolerantes ante el dolor, porque lo padecemos menos. Las victorias de la medicina se han convertido en un gran costo para la disciplina, ya que les exigimos más a los científicos, les pedimos que rindan más y si no lo logran, hay repercusiones importantes en el imaginario de las personas (que se traducen en acciones). El hecho mismo de alejarnos de las enfermedades, han generado que las personas ya no les tengan miedo a las enfermedades⁹⁷ y junto con las filosofías o posturas constructivistas-relativistas surgidas en los años 70's (el boom de la medicina), se han entremezclado para que grupos sociales rechacen políticas de sanidad, por transgredir sus normas sociales en una era donde la verdad es lo que menos importa, ya que es la era de la posverdad (una especie de relativismo mediático).

El caso de los transgénicos es paradigmático. A pesar de ser una técnica moderna segura que se encuentra respaldada por más de mil investigaciones independientes

⁹⁷ Antes de los antibióticos, poseer una infección era casi con certeza una sentencia de muerte y la humanidad se vio azotada por grandes epidemias a causa de bacterias y virus, como la peste negra o bubónica, el sarampión o la gripe española, la viruela y otras más.

tan sólo en Estados Unidos y que en los últimos veinte años se ha demostrado de manera contundente que no hay riesgos a la salud, hay fuertes grupos y organismos no gubernamentales que se oponen a él sin ningún tipo de evidencia científica que los respalde. Los argumentos sostenidos por estos grupos van desde: “los transgénicos provocan cáncer”, “contienen muchos químicos” o “una empresa domina el mercado”. Tales argumentos son rotundamente falsos, pero mediáticamente exitosos. Probablemente se deba a la flexibilidad y la baja rigurosidad de los argumentos lo que está detrás de ese éxito, pero los estereotipos sobre los transgénicos y la batalla que los científicos han perdido (mediáticamente, porque en evidencia la demostración es rotunda) será un tema para otro trabajo. Aquí sólo me atengo que la rigurosidad científica, se tergiversa en los grupos sociales y representan riesgos importantes a la salud.⁹⁸

5.2 *Establishment científico e industria farmacéutica*

El siglo XX y el siglo XXI podrían ser catalogados como siglos del Hedonismo. El Homo sapiens pasó de considerar el dolor y el sufrimiento como algo natural y normal en la vida a algo que debe ser evitado a toda costa, y que en gran medida se ha logrado, ya que las personas llevan una mejor calidad de vida que dos o tres siglos atrás y eso gracias a la ciencia y la tecnología. Pero una de las consecuencias importantes de una cultura hedonista que converge con una política de publicidad masiva y una creciente mercantilización de la vida, ha tenido consecuencias importantes para la vida cotidiana que han llevado al ser humano a medicalizar todos los aspectos de su vida diaria. Las industrias farmacéuticas han aprovechado la publicidad para promover por todos los medios la desinformación sobre el uso de medicamentos y esto ha encontrado su máxima expresión con una cultura deficiente sobre la medicina y los medicamentos en la sociedad en general. Los médicos y los científicos han tenido una nueva afrenta similar a la del siglo XX frente a las

⁹⁸ El *arroz dorado* contiene grandes cantidades de Betacaroteno, vitamina esencial para los ojos que evitaría que muchos niños en el mundo perdieran la vista o la “agricultura de precisión” evitaría el uso de agroquímicos como el glifosato, responsables de la destrucción de la capa de ozono y de la decadencia de otros insectos.

industrias tabacaleras, pero ahora con una empresa distinta, pero con las mismas prácticas. Varios factores han convergido para formar lo que podríamos llamar una “tormenta perfecta en la salud”. Los grupos de investigación médica y la práctica misma han adolecido de los efectos de una vida burocratizada, ya que se ha generado *una estandarización de la investigación misma y una rutinización del diagnóstico médico*. Estas prácticas degenerativas tanto para la disciplina como para la salud de los individuos ha creado que el diagnóstico deje de estar caracterizado por la investigación rigurosa de los síntomas y del análisis exhaustivo, teniendo como consecuencia que la práctica médica se convierta en un conjunto de recetarios para tratar cualquier problema de salud, y la transformación de los aspectos de la vida cotidiana en caracterizaciones de algún trastorno psiquiátrico o neurológico. Un ejemplo concreto de este proceso lo podemos encontrar en el uso que se le ha dado a la biblia de la psiquiatría. *El Manual Diagnóstico y Estadístico (DSM)* que se escribe por científicos para orientar y auxiliar la práctica médica se ha convertido en un recetario que ha sustituido la evaluación misma. Todos los años este manual se agrega ciertos tipos de diagnósticos o son reformulados, pero han sido interpretados por las empresas farmacéuticas y los médicos como una receta final de cualquier padecimiento, aunque presente los más mínimos síntomas. Esto conlleva proporcionar medicamento indiscriminado a los pacientes. Actualmente se han tomado medidas en casi todos los países para reducir la presión de las empresas farmacéuticas sobre médicos y científicos y se han establecido regulaciones más estrictas para la operación de estas empresas. Los médicos y científicos como Allen Frances o Facundo Manes, por poner dos ejemplos han optado por enfrentarse a las empresas mediante la difusión de información y la realización de prácticas médicas rigurosas mediante procesos de educación para formar una nueva cultura para la sociedad. El establishment científico lucha por una mayor difusión de sus resultados, la obtención de mayores recursos y una educación guiada por la ciencia para desarrollar políticas públicas que limiten el uso indiscriminado de medicamentos y que sancionen a las empresas farmacéuticas por la promoción de medicamentos. Todas estas denuncias, han sido promovidas por líderes sociales e investigadores científicos que buscan generar presión con la clase

política de sus respectivos países para combatir la medicalización de la vida cotidiana.

Conclusiones: una resignificación de la ciencia en tiempos de Foucault y el posmodernismo

“La ciencia no sabe de países, porque el conocimiento le pertenece a la humanidad y es la antorcha que ilumina el mundo. La ciencia es el alma de la prosperidad de las naciones y la fuente de todo progreso.”

Louis Pasteur

Desde hace 200 mil años, los humanos sólo conocíamos cosas básicas y prácticas del mundo que nos rodeaba con base a una experiencia directa que era transmisible de generación en generación en forma oral y muy reciente de manera escrita, y ese conocimiento no se modificaba ni sufría alteraciones en gran medida.

Esto repercutía constantemente en la situación de los humanos mismos y de otras especies. No conocer el mundo implicaba estar sujeto a explicaciones en mayor medida sobrehumanas, a deidades religiosas o naturales; no conocer el mundo implicaba no poder controlarlo, pero paradójicamente no conocer el mundo nos garantizaba estabilidad emocional y psicológica. Ello porque todo lo que el humano tenía que conocer ya era “conocido” y simplemente tenía que preguntarle a algún sabio o consultar alguna escritura de las grandes ideologías o religiones. En ese sentido, la especie humana tenía una *perspectiva de completitud* que se llenaba con mitologías y discursos religiosos pero que se traducía en un estancamiento social, político y económico.⁹⁹ Pero cuando los seres humanos descubrieron un mundo que les estaba vedado y percibieron que el mundo natural era tan vasto, amplio e inacabable, la situación cambió drásticamente en términos psicológicos y sociales. Como bien lo expresa Harari: “Durante dicha revolución la humanidad ha obtenido

⁹⁹ La idea de progreso aparece conjuntamente con el surgimiento de la ciencia y le imprime un dinamismo a la vida social. (Harari, Yuval Noah, 2014, pág. 293)

nuevos y enormes poderes al invertir recursos en la investigación científica. Se trata de una revolución porque, hasta aproximadamente 1500 d.C., los humanos en todo el mundo dudaban de su capacidad para obtener nuevos poderes médicos, militares y económicos. Mientras que el gobierno y los mecenas ricos destinaban fondos para la educación y el estudio, el objetivo era, en general, conservar las capacidades existentes y no tanto adquirir otras nuevas. (...) Durante los últimos cinco siglos, los humanos han creído cada vez más que podían aumentar sus capacidades si invertían en investigación científica. Esto no era sólo cuestión de fe ciega: se había demostrado repetidamente de manera empírica” (Harari, Yuval Noah, 2014, pág. 278).

Invertir en investigación científica y tecnológica puede otorgar nuevas capacidades a los seres humanos para poder conocer el mundo y por medio de los procesos de investigación tecnológica, poder modificarlo. La revolución científica, y su consecuente revolución tecnológica,¹⁰⁰ significaron un aumento portentoso de las capacidades humanas para controlar entornos ambientales y sociales. La mayoría de los problemas se convirtieron en problemas de carácter técnico. Todo esto tuvo una consecuencia importante en el curso de nuestra especie: *La vida en sociedad moderna está marcada por los cambios estructurales de carácter impersonal, y acelerados*. Dicho lo anterior, la relación entre la política, la economía, y los recursos de la investigación científica o tecnológica se dan en pautas de creciente tecnificación.

La actividad científica moderna dista de ser una actividad meramente individual y barata. Hacer investigación científica es algo sumamente costoso (y muy difícilmente algún individuo podría financiar una investigación con sus propios recursos). Para ello se requiere de laboratorios, personal, relaciones jurídicas, etc. Incluso en ciencia social requiere de estos tipos de recursos. El financiamiento de la investigación ha sido uno de los temas más ásperos para los científicos, ya que sus capacidades de investigación pueden verse potenciadas o limitadas, según la disponibilidad de recursos y la utilidad misma de los conocimientos que se puedan

¹⁰⁰ Ciencia y tecnología fueron ámbitos separados durante toda la historia hasta el Siglo XV

producir. Como se ha dicho, en una sociedad dónde los recursos son limitados, el criterio de utilidad puede ser un factor importante a la hora de asignación de los mismos. Durante mucho tiempo, la financiación de investigaciones se daba en ámbitos dónde se podría alcanzar algún objetivo político o económico.¹⁰¹

Pero qué sucede cuando no hay una definición clara de lo que es y qué significa la actividad científica para las sociedades. El objetivo de esta tesina siempre fue una crítica implícita a los constructivistas-relativistas, así como a los posmodernos, que adolecen de esta imposibilidad de distinguir entre ciencia. Un intento por resignificar el legado de la ilustración y situar a la ciencia tal como es. Por ello, es necesario que esta conclusión abarque el significado de las pseudociencias.

Ciencia y pseudociencia

“La pseudociencia llena las necesidades emocionales que la ciencia deja insatisfechas”

Carl Sagan

Con esa frase Carl Sagan apuntaba un problema ontológico de la condición humana: su *insoportable soledad*. Probablemente una consecuencia inesperada de la investigación científica es el *aumento de esa soledad*. En el creciente proceso de intelectualización de la ciencia y su correlativo aumento por el conocimiento del universo, y la posición que los seres humanos ocupamos en el mismo, no hace más que agrandar esa brecha entre el mundo que creemos que es a partir de nuestras creencias y lo que realmente es. Tal brecha pudiera generar ese sentimiento de incertidumbre relacionada con sentimientos de soledad.

Las personas constantemente buscan la confirmación de sus creencias (actitud que muchas veces no pueden evitar) y que muchas de ellas son la justificación de su vida. Más aún, estas creencias suelen ser el fundamento de todas sus actividades

¹⁰¹Durante la guerra fría, el financiamiento en física y sus especialidades generó un desarrollo exponencial de la disciplina.

diarias. En ese sentido, cada grupo social en el cual el individuo forma parte, cada sistema social en el que desarrolla su vida conlleva un conjunto de creencias y conocimientos que suelen reforzar sus ideas y que, con mucha certeza, el proceso de socialización constante al que está sujeto todo individuo, suele ser el espacio donde adquirió diversas “visiones del mundo”. Toda aquella perspectiva que no satisfaga la “visión del mundo” de un individuo, puede generarle problemas de diversa índole. La adolescencia es un buen ejemplo de ello. Se ha documentado que el 80% de los trastornos psicológicos se desarrollan en esta etapa, en parte por el prematuro desarrollo de los sistemas fisiológicos de regulación emocional y por la presión social a la que las personas se ven sometidas en esta etapa, orientadas al desarrollo de un proyecto de vida que genera grandes presiones a los adolescentes en aras de definir un futuro que está sujeto –en mayor medida- a cambios históricos estructurales e impersonales. Esta etapa es crucial en la formación de las creencias y “visiones del mundo” de una persona y a pesar de que estas están en constante cambio, los procesos experimentados en este periodo repercuten en el comportamiento de los individuos en una etapa posterior. El conocimiento científico, dependiendo del trozo de saber y de las creencias sustentadas por una persona, puede generarnos certezas que satisfagan dichas creencias personales o pueden incomodarnos e incluso representar una afrenta a nuestra vida.

Ya he mencionado que la investigación científica no es un tipo de actividad autónoma y desvinculada del orden social en el cual se desarrolla. Sin embargo, si es un tipo de conocimiento diferente al ordinario, al religioso o ideológico, o cualquier otro campo de conocimiento. Tales conocimientos tienen su rol en los procesos de investigación, pero dichos conocimientos están sujetos a controles específicos para evitar que tergiversen la construcción del conocimiento científico. Esto no excluye lo que implica una relación entre los diversos campos de conocimiento.

Todo sistema científico es influido en mayor o menor medida por las actividades de un investigador. Este es un *sujeto cognoscente*, es decir, que estudia con rigor y explica con científicidad los fenómenos sociales y naturales. Pero también es un

individuo que vive en sociedad, determinado en mayor o menor grado por las órbitas sociales en las que vive, que es responsable de sus actos como individuo en sociedad, que influye en ese sistema social y el sistema social influye en él en la construcción de concepciones ideológicas propias, de sus ideas y su conocimiento, de relaciones interpersonales e interacciones por medio de las cuales tiene un proyecto de vida consciente o subconsciente y en donde es responsable de concluir sus propias circunstancias personales vinculadas a esa estructura social a la que pertenece. Este sujeto cognoscente tiene una concreción histórica que también influyen en las ideas que ha construido sobre el mundo. Su visión es así parcial y sesgada y con frecuencia asume que su realidad es extrapolable a otras sociedades y periodos históricos. Todas las facultades de las personas están relacionadas con las estructuras y los grupos sociales en los que viven (Wright Mills, 1959). Cuando una persona se enfrenta a órbitas sociales distintas a la suya puede experimentar desagrado e incomodidad, ya que fuera de su órbita común se vuelve un simple espectador sujeto a la actividad de aquellos que pertenecen a dicha órbita social (Wright Mills, 1959). Todo grupo humano se estructura en función de relaciones sociales mantenidas a lo largo del tiempo y los individuos sostienen dichas relaciones por un sistema de creencias compartidas que les proporcionan seguridad y comodidad. Cuando su órbita social se enfrenta a modificaciones que perturban sus creencias compartidas, el individuo puede experimentar desagrado y malestar.

El conocimiento ordinario, es aquel que funciona como sustento de las relaciones sociales y varía en relación a grupos sociales. Todo conocimiento ordinario se construye con la experiencia de un individuo en sus relaciones interpersonales, construcción por demás automática, ya que no es planeada, ni regulada por ninguna entidad, ni mucho menos el conocimiento emanado es verificado (*testability*). La validez del conocimiento ordinario radica en la satisfacción psicológica que proporciona a los miembros de un grupo social y también por la utilidad que representa en el sostenimiento de dichas relaciones sociales. Al ser un conocimiento que se genera de manera impersonal, la persona no se detiene a validar el valor de la verdad de lo que cree porque ni siquiera –salvo en ocasiones– trabaja para la construcción de dicho conocimiento, éste simplemente surge y se

desarrolla por medio de mecanismos de educación informal y de socialización primaria y secundaria. El conocimiento ordinario, que se compone de todo lo que las personas creen saber del mundo y de lo que los rodea, es total y único, al menos desde el punto de vista del individuo. Pero dicho conocimiento ordinario, por el mismo hecho de serlo y de ser una construcción social, no es intrínsecamente falso o verdadero. Tal catalogación es insostenible y sólo parcialmente verificable, tomando trozos de ese saber, y el conocimiento científico es especializado, concreto y parcial, sujeto a cambios derivados del desarrollo de nuevos conocimientos, de nuevas técnicas de verificación o de nuevos objetos de estudio. El conocimiento ordinario, es una amalgama de ideas y conocimientos verdaderos y falsos, al fin y al cabo, por contraposición, la ciencia no se caracteriza por tener el monopolio de la verdad, sino por su capacidad de verificar todo conocimiento, proceso y método, lo que les otorga su peculiaridad única con respecto a otros conocimientos: su carácter autocorrectivo.

Nuestras sociedades modernas están cimentadas sobre la base de conocimientos científicos y tecnológicos producidos. La ciencia ha mejorado nuestra condición humana y social (Popper afirmó que gracias a la ciencia, estos son los mejores tiempos de la humanidad), a tal grado que vivimos más y mejores años, la humanidad sufre menos hambrunas y epidemias, hemos logrado erradicar enfermedades y combatido con eficacia nuevas, aumentamos la disponibilidad de conocimientos y de alimentos, las comunicaciones se han vuelto eficaces y la violencia humana personal (y en los últimos años la guerra) se ha vuelto infrecuente sabemos mucho mejor cómo funciona el universo que nuestros antepasados *¿Por qué siguen existiendo las pseudociencias?*

La respuesta radica en que si las pseudociencias existen y tienen gran apoyo social es porque cumplen una función social y psicológica: *la pseudociencia satisface nuestras necesidades emocionales y espirituales, y con ello, pone un orden subjetivo al mundo, y por lo tanto un control.* Carl Sagan lo describe así:

“Naturalmente, la gente prueba distintos sistemas de creencias para ver si les sirven. Y, si estamos muy desesperados, todos llegamos a estar de lo

más dispuestos a abandonar lo que podemos percibir como una pesada carga de escepticismo. La pseudociencia colma nuestras necesidades emocionales poderosas que la ciencia suele dejar insatisfechas. Proporciona fantasías sobre poderes personales que nos faltan y anhelamos. En algunas de sus manifestaciones ofrece una satisfacción de hambre espiritual, la curación de las enfermedades, la promesa de que la muerte no es el fin. Nos confirma nuestra centralidad e importancia cósmica. Asegura que estamos conectados, vinculados al universo (de manera espiritual)” (Sagan, El mundo y sus demonios. La ciencia como luz en la oscuridad., 1995, pág. 31).

El pensamiento mágico y sobrenatural están antiguo como nuestra especie, y es una de sus características básicas, un elemento que define y distingue en mayor grado a nuestra especie de otros animales. La profundidad del pensamiento mágico y sobre natural, que norma y regula nuestra vida en sociedad es una condición humana básica que ha ido cambiando. Probablemente el pensamiento sobrenatural nunca desaparezca, pero sí ha disminuido. A medida que la ciencia logra explicar cada vez más fenómenos socio-humanos o físicos, el pensamiento mágico queda desplazado, al menos *de facto*. Pero los diferentes tipos de pensamiento sobrenatural existentes ¿disminuyen (en términos cognitivos) como totalidad en la vida de una persona? ¿O existe una estratificación psicológica y cognitiva de lo sobrenatural?

Creo que la respuesta a ambas preguntas es que en ciertas y determinadas esferas de la vida y del pensamiento de una persona, disminuyen las ideas sobrenaturales y en otras aumenta o se mantiene. Sólo muy pocas personas logran eliminar casi por completo tal tipo de pensamiento. La mayoría de las personas ni siquiera se da cuenta de ello debido a que satisface necesidades emocionales básicas. En el centro de toda forma de pensamiento sobrenatural, independientemente de su contenido, se encuentra la idea de deseo que, por sí solo, cambia la realidad y el destino (Sagan, El mundo y sus demonios. La ciencia como luz en la oscuridad., 1995), es algo que le da dirección a nuestra vida. La ciencia es un campo de conocimientos limitados por la realidad, una realidad natural (Tamayo, Cómo

acercarse a la ciencia, 2000) y por lo tanto, sus respuestas y preguntas son limitadas, inconclusas (porque no hay verdades finales) e impersonales (Bunge, La ciencia, su metodo y su filosofia, 1973). Ante tal situación, la ciencia no satisface nuestras necesidades más íntimas (los deseos, las pasiones) salvo en contadas y ocasionales situaciones. Y es ahí donde la pseudociencia, el pensamiento sobrenatural y las religiones cumplen su función: llenan ese vacío. Así lo plantea Sagan:

“La ciencia origina una gran sensación de prodigio, pero la pseudociencia también. Las popularizaciones dispersas y deficientes de la ciencia dejan unos nichos ecológicos que la pseudociencia se apresura a llenar” (Sagan, El mundo y sus demonios. La ciencia como luz en la oscuridad., 1995, pág. 22).

Aquí Sagan menciona un fenómeno social: la cultura popular.

La cultura popular es un fenómeno que tiene sus inicios a mediados del siglo XX y está asociada a las transformaciones industriales de principios de tal siglo, particularmente con el *modo de fabricación en cadena* inaugurado por Henry Ford y la perspectiva racionalista, que combinados generaron el surgimiento de la *sociedad de consumo*. La sociedad de consumo tuvo la consecuencia de un surgimiento paulatino de una cultura popular, porque junto con los medios de comunicación masivos y con el impulso que significó la creación de la televisión y su llegada a los hogares de manera generalizada, grupos sociales empezaron a adoptar identidades en torno a los contenidos mediáticos visuales y a las industrias de difusión de mercancías y estilos de vida. La cultura popular comercializó ciertos estilos de vida, de cualquier sector de la sociedad y con ello, la ciencia y la tecnología -como elementos de la cultura y de las sociedades modernas- experimentaron sus efectos. Al comercializar los contenidos, la ciencia y la tecnología se volvieron una mercancía rentable (sólo los elementos más atractivos), y en el proceso se distorsionaron los contenidos por causa de la difusión parcial y sesgada, mediante la fusión de estrategias de comunicación, estilos de vida atractivos al público, -y elementos de impacto mediático- con productos científicos

y tecnológicos. Tal segmentación de los productos científicos y tecnológicos, constituyó formas de pensamiento pseudocientíficos y estilos de vida basados en pensamientos sobrenaturales, estos últimos existentes en todos los períodos históricos de la humanidad, pero ahora mediatizados por la sociedad. Sagan argumenta que:

“La pseudociencia es más fácil de inventar que la ciencia, porque hay una mayor disposición a evitar confrontaciones perturbadoras con la realidad que no permiten controlar el resultado de comparación” (Sagan, El mundo y sus demonios. La ciencia como luz en la oscuridad., 1995)¹⁰².

Como Sagan menciona, esto dejó espacios que la pseudociencia en connivencia con los medios de comunicación masiva, se apresuraron a llenar. En la cultura popular *prevalece la Ley gresham*, y la ciencia y la tecnología no escapan a sus efectos.¹⁰³

Por contraposición, la difusión del conocimiento científico suele ser una empresa más complicada, a pesar de que el conocimiento científico es *cognoscible, general, sistemático, claro y preciso*, requiere ciertos niveles de educación y preparación para poderlo entender, aunado a que tal difusión del conocimiento científico viene asociada de manera inherente, con el procedimiento y el método científico que orientó la investigación y los resultados. Sagan dice que:

“La pseudociencia es justo lo contrario. Las hipótesis suelen formularse precisamente de modo que sean invulnerables a cualquier experimento que ofrezca posibilidad de reputación” (Sagan, El mundo y sus demonios. La ciencia como luz en la oscuridad., 1995).

Si las investigaciones científicas difundidas mediáticamente para la cultura popular, tal difusión no incluye el método científico y las maneras de proceder en la

¹⁰² Así también Sagan dice que la pseudociencia tiene un estilo de comunicación y argumentación más relajadas -tanto en difusión como en contenidos- porque la pseudociencia tiene un público que satisfacer espiritualmente.

¹⁰³ La ley Gresham sostiene que cuando en un país circulan dos monedas, una considerada “buena” y la otra “mala”, la moneda “mala” siempre expulsa del mercado a la “buena”.

investigación, ya que éstas suelen ser las partes más interesantes para el público. Aunado a esto, la difusión mediática de la ciencia es sólo de aquellas investigaciones de gran impacto social en términos de espectáculo y comerciable, es decir, aquellas orientadas a satisfacer a un público específico, no especializado. Por ello, Sagan se pregunta:

“¿Cómo distinguir entre ciencia y pseudociencia?” (Sagan, El mundo y sus demonios. La ciencia como luz en la oscuridad., 1995).

Un problema de comunicación podría ser un elemento importante que abona al problema que impide distinguir entre pseudociencia y ciencia auténtica. Si no hay difusión de una investigación completa y sus resultados ¿cómo los individuos reconocerán una investigación o producto como científico o no científico más allá de las credenciales que acompañan dichas difusiones mediáticas?

Si los individuos no saben cómo reconocer algo o incluso no tienen los elementos claros para reconocerlo, por consiguiente, no podrán individualizarlo y distinguirlo de otras cosas. Pero la difusión de los elementos que llevaron a la investigación, si bien suele hacerse sobre todo en las publicaciones en revistas o congresos, esta suele ser muy especializada, se requiere de una mínima preparación para poder comprenderla, lo que constituye otro obstáculo más a la difusión. En cambio, si los resultados impactan en alguna área de investigación y alcanzan algún medio de difusión masiva, suelen presentarse de manera simple y sencilla, algo que realiza el periodismo especializado en ciencia. Esta necesidad de divulgar la investigación de manera simple a un público no especializado, también puede ser un factor que contribuye a no especificar cuáles son los elementos que definen a algo como científico, porque es precisamente la parte menos interesante y tal vez tediosa para algunas personas. Creo que la pregunta sobre cómo los individuos pueden distinguir entre ciencia y aquellas cosas que no lo son, sólo es posible si hay constante difusión y alcance de las investigaciones científicas por medio del sistema educativo y de los medios de comunicación que vinculen de manera inherente y constante resultados y procesos de investigación.

Otros elementos importantes que clarifican por qué las pseudociencias siguen existiendo e incluso por qué algunas de ellas son muy populares son enunciados en el prólogo del libro de Bunge *Las pseudociencias ¡Vaya Timo!* (Bunge, *Las pseudociencias ¡vaya timo!*, 2010, págs. 37-39). Aunque el autor no hace una especificación concreta y delega el trabajo a psicólogos y sociólogos del conocimiento, ello no evita que aquí busquemos explicar de manera muy detallada y tentativa dichos factores enunciados.

1-. *“Las pseudociencias están al alcance de cualquiera: se aprenden en pocos días, mientras que el aprendizaje de cualquier ciencia requiere por lo menos una década de estudios superiores”* (Bunge, *Las pseudociencias ¡vaya timo!*, 2010).

El conocimiento pseudocientífico se caracteriza primordialmente por poseer una terminología ambigua y vaga, lo que implica que los individuos puedan no sólo aprenderla de manera rápida y constante, sino que su uso se hace completamente extensivo a casi cualquier actividad humana, extrapolando sus concepciones originales y muchas veces más, tal terminología no es especificada se da por supuesta en el uso. Asimismo, como este conocimiento no tiene un carácter vinculativo y sistémico, sino que se encuentra aislado del resto de campos de conocimiento y de investigación, lo que hace fácil su aprendizaje y acceso, así como también su difusión por medios de comunicación masiva, oral y escrita. La *teoría de la Atlántida* es muy instructiva. Se cree que esta surgió de alguna novela en el periodo clásico griego y hoy en día muchas novelas tratando este tema son muy populares, porque fomentan la imaginación por medio del impacto emocional sobre una civilización antigua y extinta hiper-tecnológica. Otro caso interesante y quizá más complejo es el psicoanálisis. Su terminología es fácil de aprender porque satisface emociones vinculadas a fenómenos que intentan explicar lo que hemos experimentado como personas en sociedad. Pero sus modelos psicológicos (el “ello”, el “yo” y el “super yo”) se aplican casi a cualquier comportamiento como factor de explicación del mismo. Incluso no queda muy claro que significa cada uno de

ellos ni como se expresan o cuáles son sus mecanismos causales. Y todavía más, el corpus de conocimiento no está vinculado a ninguna otra disciplina (neurología, psicología clínica, biología evolutiva, etcétera), agregando que sostiene una filosofía idealista: separa mente y cerebro como cosas diferentes sin relación alguna y atribuye que él inconsciente, como entidad ideal influye de manera material en comportamientos materiales.

2-. “Algunas pseudociencias prometen mucho más que lo que pueden rendir las ciencias...” (Bunge, Las pseudociencias ¡vaya timo!, 2010).

Uno de los estereotipos básicos de la ciencia, independientemente de la especialidad de que se trate, es que los científicos pueden resolver cualquier problema, sobre todo si se le determinan dichos problemas que debe resolver porque el conocimiento científico tiene el monopolio de la verdad y por ello puede actuar o intervenir en cualquier proceso para solucionar cualquier cosa. Esta imagen está muy patente en los ámbitos de la salud en disciplinas pseudocientíficas, ya que estas sostienen la eficacia del método científico (como la homeopatía).

Las terapias alternativas para tratar padecimientos crónicos a veces sostienen una posición contraria a este estereotipo, argumentando que se posee la cura para la diabetes, cáncer o alzhéimer, etcétera, con una serie de tratamientos ancestrales o modernos que las ciencias han eclipsado porque constituye un negocio con el que lucran.

3-. Todos tendemos a ser crédulos antes que escépticos, así como sociales y cooperativos antes que hoscos y agresivos... (Bunge, Las pseudociencias ¡vaya timo!, 2010).

La prosocialidad es una característica básica en los seres humanos y está desarrollada en mayor o menor medida en otras especies. Esto se debe principalmente a que la especie humana, no puede sobrevivir sin establecer relaciones sociales y redes de cooperación para garantizar su existencia no sólo como especie, sino también como persona y ser humano. El carácter prosocial es

inevitable porque todos estamos sujetos a relaciones sociales, incluso aquellas que podría caracterizarse como no presenciales, es decir, que se generan por intermedio de factores humanos como el espacio urbano, la producción, los productos.

4-. La educación tiende a ser dogmática, por tanto, induce a aceptar pasivamente cuanto afirmen maestros y libros (Bunge, Las pseudociencias ¡vaya timo!, 2010).

El dogmatismo es una opinión por el cual un trozo de conocimiento o actividad y, la opinión *per se* es considerada verdadera. Más aún, tales opiniones al ser consideradas como tal, no se les exige verificación y, además, se supone que son fuente de verdades elementales (Bunge, La ciencia, su metodo y su filosofía, 1973, pág. 50). Los dogmatismos pueden tener su origen en una diversidad de factores. Estos pueden ser porque fueron postulados por una autoridad política, divina o ambas; por seguridad psicológica o social que garantice la cosmovisión de individuos o grupos o simplemente porque es conveniente y satisfactorio. Por ello mismo, el dogma es un factor que paraliza el conocimiento y la cultura. Y los seres humanos, tienden a ser dogmáticos en grados diferentes.

5-. La mayoría de los científicos ha aprendido a observar, medir o calcular, pero se les escapa el método científico, que implica la contrastación experimental de hipótesis (Bunge, Las pseudociencias ¡vaya timo!, 2010).

Aquí Bunge no solo se refiere al hecho de que una hipótesis tiene que ser lo suficientemente abstracta y general para abarcar una panoplia de hechos a los que se refiere dicha hipótesis y, asimismo, lo suficientemente particular para poder ser sometida a la prueba experimental. Es lo que Merton llamó “*Teorías de rango intermedio*” (Merton, Teoría y estructuras sociales, 1949), una de las características más significativas de la ciencia. Pero más que el aspecto material del método

científico, el autor hace referencia al hecho de que el método científico es una actitud, un comportamiento característico de los investigadores

6-. Las teorías falsas y los procedimientos ineficaces pueden sobrevivir, mientras no se inventen mejores rivales (Bunge, Las pseudociencias ¡vaya timo!, 2010).

Cuando un hecho es descubierto e inicialmente no se comprenden sus mecanismos causales internos ni la relación que tiene con su medio; y si este nuevo hecho (o puede que sea uno de larga data) es un problema interesante no sólo para intelectuales sino también para cualquier persona, es común que este sujeto a distintos tipos de especulaciones. Tales especulaciones pueden abarcar diversas áreas del hecho en cuestión. Pueden ser especulaciones sobre su origen, sobre su formación, su interacción con el medio, su composición o inclusive ámbitos que son extra fácticos o extra formales: Especulaciones semánticas o gnoseológicas. La especulación no es ajena a la ciencia, por el contrario, es un mecanismo cognitivo que impulsa a los científicos a formar conjeturas sobre los hechos, pero tal especulación es normativa, se encuentra sujeta a la lógica y al fondo de conocimientos científicos acumulados. Pero la especulación no reglamentada sobre un hecho recién descubierto o un hecho incomprendido, conlleva generalmente a situaciones en donde la explicación del objeto se vuelve un elemento que obstaculiza su comprensión. Si una teoría científica establecida no logra explicar el hecho o tales teorías no se adecúan al nuevo fenómeno, esto no significa que no existan intentos por explicarlo desde ámbitos completamente distintos al conocimiento científico y sobre todo, si el hecho es espectacular en sí mismo, lo más probable es que las formulaciones teóricas o las hipótesis que se refieran al hecho sean excesivamente espectaculares que logren afianzar una legitimidad social pero no científica (ello no significa que algunos científicos no participen en dichas especulaciones. Más aún, pueden aceptar y contribuir a dicha legitimidad). Tal ausencia de una explicación científica del hecho, conlleva precisamente al afianzamiento de la legitimidad de teorías no científicas o acientíficas e incluso el

hecho puede ser explicado por teorías pseudocientíficas que se apropie de las explicaciones del nuevo hecho. Es el caso de hechos como el inconsciente, tema de investigación sujeta a explicaciones de todo tipo desde todos los tiempos. Aunque hoy en día conocemos más los procesos mentales gracias a la neurología y las diversas ramas de la ciencia relacionadas al tema, cuando estas no existían o estaban en proceso emergente, la explicación era abarcada por ramas del conocimiento como el psicoanálisis y la filosofía idealista. Fue hasta la llamada “edad dorada” de las neurociencias que se desbancó a las explicaciones psicoanalíticas y sus practicantes quedaron aislados de las ramas de la ciencia, una especie de *contingencia científica* para arrinconar al psicoanálisis.

7-. Algunas pseudociencias, como la psicología y la sociología innatistas se benefician de su complicidad con los poderosos (Bunge, Las pseudociencias ¡vaya timo!, 2010).

Aunque Bunge hace una particularización con estas disciplinas, su argumento es formulado de manera mucho más general. Menciona sólo algunas, pero cualquier orden del conocimiento, sea científico o no, sea verdadero o no, puede ser sujeto de justificaciones políticas para grupos sociales en el poder. Incluso un trozo del conocimiento científico puede ser utilizado para justificar la puesta en marcha de ideologías, políticas o situaciones normativas heterónomas para grupos sociales.

8-. Algunas pseudociencias atraen a quienes se rebelan contra el orden establecido... (Bunge, Las pseudociencias ¡vaya timo!, 2010).

Las revoluciones y los cambios sociales pueden ser un factor de motivación primordial en la vida de un individuo sobre todo si este ha sido completamente excluido de las condiciones necesarias para la existencia de una vida digna. Una ideología que prometa un cambio social puede ser un impulso irresistible que conlleva la adhesión emocional y subjetiva a tales posturas.

9-. *Todo cuanto sea aprobado por una autoridad, genuina o falsa, goza de prestigio independientemente de su valor intrínseco...* (Bunge, Las pseudociencias ¡vaya timo!, 2010).

Cuando un científico adquiere fama y prestigio, con ello adquiere también autoridad y legitimidad. Cuestionar los elementos emanados de su trabajo puede ser un asunto sumamente complicado, sobre todo si es una labor realizada por estudiantes o intelectuales de menor prestigio. A lo largo de esta tesina me he esforzado por demostrar que la ciencia tiene controles para evitar el dogmatismo, la especulación incontrolada y los argumentos de autoridad. Dichos controles son impersonales y se efectúan por medio del desarrollo del conocimiento científico. Todo conocimiento, independientemente de su origen está sujeto a revisión. La universalidad del conocimiento, genera este efecto, ya que, al no ser una mercancía o un objeto privado, es imposible que alguien no cuestione o verifique cualquier conocimiento. Pero, de vez en cuando los científicos, pero sobre todo las personas que no hacen ciencia, son las que suelen caer en mayor grado en los argumentos de un científico y asumen que la credencial y el prestigio científico les autoriza para decir cualquier cosa sobre cualquier hecho y esto conlleva aceptar pasivamente lo que se dice. *La ciencia puede ser víctima de su propio progreso y los científicos también.* Pero tales impactos suelen ser mayoritariamente locales. Por ejemplo, la teoría sobre la posibilidad de la existencia de universos paralelos o la existencia de universos contiguos al nuestro y con propiedades físicas diferentes al nuestro es una teoría puesta de moda entre físicos y no físicos. Pero dicha teoría no tiene sólida base científica y no cumple con los mecanismos de verificabilidad básicos -que hay que subrayar- son el núcleo de la científicidad. Y sin embargo ello no evita que científicos de prestigio crean firmemente en la teoría. Aunque tampoco evita que haya duros críticos de dichas teorías. Pues la ciencia así es, un ambiente donde todo está sujeto a evaluaciones continuas y, por lo tanto, a la crítica.

Hemos tratado el pensamiento mágico y las ideas sobrenaturales con la pseudociencia en pie de igualdad, pero en rigor no son lo mismo, aunque sus efectos sí (por ejemplo, la satisfacción de necesidades espirituales y personales).

La pseudociencia es un campo cognitivo y de actividades que dice ser científico o que dice tener fundamento científico y, sin embargo, no cumple con los criterios de científicidad o los viola francamente. La caracterización que hemos retomado al inicio sobre el conocimiento científico conlleva implícitamente que todo aquel campo de conocimiento que no satisfaga dichos criterios de científicidad es no científico. Pero también, algunos campos de conocimiento satisfacen parcialmente dichos criterios de científicidad. En este caso estamos ante una semi-ciencia (Bunge, *Las pseudociencias ¡vaya timo!*, 2010) (Bunge, *Pseudociencia e ideología*, 2014). Pero la caracterización de la *pseudociencia* tiene que ser explícita porque nos permite discernir entre la auténtica ciencia y la estafa. Dicha caracterización no es el objetivo central de esta tesina, pero para profundizar en el tema recomiendo particularmente los libros “*Pseudociencia e ideología*” y “*Las pseudociencias ¡Vaya timo!*” de Mario Bunge. En tales obras se podrá consultar los criterios de anti-ciencifidad de las pseudociencias. Aquí sólo nos referiremos a sus aspectos de forma somera.

Una de las características iniciales de la pseudociencia es su *carácter imitativo*. Adopta un conjunto de problemas similares -algunos muy interesantes o importantes- o, incluso, la misma clase de problemas que una ciencia tiene como objeto de estudio. *Todas o, casi todas las ciencias tienen su correspondiente pseudociencia y su conjunto de postulados pseudocientíficos*. Por tanto, dichas pseudociencias suelen competir con la ciencia mediante la adopción de un estilo similar. Por ejemplo, la astrología trata de vincularse con la astronomía, el psicoanálisis con la neurología cognitiva y la psicología, la mercadotecnia con la sociología especializada en temas de comunicación y consumo de masas, la homeopatía con la medicina general, y así sucesivamente. Suele suceder, como en los casos anteriormente señalados que la pseudociencia adopte no sólo un estilo de comportamiento similar, sino también los resultados de la ciencia. Por ejemplo, la mercadotecnia consume tanta sociología y psicología como puede y con ello, postula mecanismos (pseudocientíficos) para vender mucho más con mejor publicidad: son las llamadas neuro ventas. Ahora bien, paralelamente a cada tema científico importante suele haber elementos pseudocientíficos externos. A ello nos hemos referido. Esto puede conllevar a muchas personas e incluso a científicos a

confundir ciencia con pseudociencia, sobre todo si no tiene una definición clara o una formación sólida en ciencia.

De manera más crítica, la autoridad adquirida de un científico puede conllevar a elementos pseudocientíficos internos. Hoy en día muchas teorías/hipótesis o procedimientos en ciencia suelen contradecir de manera drástica el fondo de conocimientos confirmados en ciencia, y muchas teorías son incluso nulumamente verificables (núcleo de la científicidad). Y sin embargo rondan dentro de los {ámbitos epistémicos de la ciencia. Esto es resultado de que atrás de cada uno de los elementos pseudocientíficos suele haber una autoridad que los formuló como parte de sus contribuciones a la ciencia y en su campo particular. Dichas contribuciones pudieron ser propiamente científicas y cambiaron el paradigma de sus campos, lo que generó la consolidación de una autoridad, pero que su seguimiento fiel y acientífico (violentando el ethos de la investigación científica) contribuyó a la desviación de la ciencia, donde los criterios de científicidad pasaron a ser nulos frente a la autoridad.

Por ejemplo, el psicólogo evolucionista Steven Pinker, puede decir que el cerebro de Homo Sapiens no han evolucionado desde hace doscientos mil años y que básicamente somos los mismos Homos Sapiens de las sabanas adaptados a la vida urbana. Con ello afirmarí que nuestra estructura fisiológica cerebral es una fosilización en las nuevas circunstancias, aunque la investigación neurológica fisiológica y cognitiva han demostrado que existe plasticidad cerebral y más concretamente, que el cerebro es un órgano biosocial que ha cambiado sus conexiones conjuntamente va cambiando el entorno. Es decir, que los dichos de Pinker violan sólidos descubrimientos en neurología y todavía peor: elimina de tajo disciplinas enteras como la sociología o la biología evolutiva. Esto se debe a que Pinker cambió la perspectiva de la violencia y demostró que las sociedades modernas son más pacíficas, lo que le ganó en consolidar su autoridad como científico.

Por ello una pseudociencia es un campo cognitivo y de actividad que:

1-. Posee un *universo de discurso* opuesto al conocimiento científico y en algunos casos, extra-científico. La ciencia sólo trata con objetos materiales, escrutables, legales y verificables. Se limita al campo de la naturaleza (Tamayo, *Cómo acercarse a la ciencia*, 2000) (Tamayo, *Reflexiones sobre la ciencia*, 2010). Además, los objetos de estudio de una pseudociencia suelen tener la característica de que la formulación tanto de los mismos como de los procesos son imprecisos, irregulares, no hay mecanismos causales de explicación (violan el principio de antecendencia y legalidad) y son asumidos como verdades o materiales.

2-. Poseen un fondo filosófico y una concepción general que en términos particulares varia en mayor o menor grado para cada pseudociencia. No por ello comparten cierto tipo de concepciones filosóficas sobre problemas importantes.¹⁰⁴

A) Tienen una *ontología* que asume que el universo hay existencia de entidades ideales, inmateriales e ilegales (conciben por ejemplo que hay hechos que no se comportan conforme a leyes). También asumen que las entidades inmateriales repercuten de alguna manera sobre lo material (Bunge, *Pseudociencia e ideología*, 2014).¹⁰⁵

B) Su *gnoseología* no es realista porque puede asumir posiciones pre-cognitivas como elementos reales, o concibe que la realidad existe porque existimos (Bunge, *Las pseudociencias ¡vaya timo!*, 2010). Esto viola el

¹⁰⁴ El fondo filosófico de las pseudociencias también es compartido por las religiones dominantes y algunas ideologías.

¹⁰⁵ El psicoanálisis asume que el inconsciente es el responsable de ciertos procesos como los *lipsus linguae* o hechos fisiológicos particulares que llama somatizaciones. El psicoanálisis no da ningún mecanismo básico de explicación causal (principio de causalidad) y sólo argumenta que sucede. Simplemente asume que la mente actúa sobre el cuerpo, ya que sostiene una filosofía idealista que postula el dualismo: mente-cerebro, que ha sido estimado como falso (“Todo proceso mental es un proceso cerebral y viceversa”). Esto es muy diferente a una formulación científica de los mismos problemas. Por ejemplo, la psiconeuroendocrinoinmunología es la disciplina encargada de estudiar como ciertos procesos cerebrales tienen consecuencias importantes por medio del sistema nervioso sobre el sistema muscular, endocrino e inmunitario. Es el mismo problema, tratado de manera diferente (Bunge, *Las pseudociencias ¡vaya timo!*, 2010). Otro ejemplo sería el estudio del inconsciente por la neurociencia ha demostrado que los pacientes que perdieron la visión por un daño cerebral en la corteza visual pero no en el sistema nervioso ocular son capaces de esquivar objetos o de reconocer expresiones faciales u objetos a pesar de que no ven. O, mejor dicho, no son conscientes de que pueden ver. A este padecimiento se le llama *visión ciega*. Los términos ontológicos de estas investigaciones es que la materia es lo que actúa sobre la materia, y todo en el universo es materia, incluso aquellas cosas que no tengan masa.

principio del realismo científico: *las cosas tienen una existencia objetiva independiente* (Durkheim, 2004).¹⁰⁶

Asimismo, viola el principio de la verificabilidad como condición para una verdad parcial y obtenida gradualmente: Postula verdades totales y absolutas y admite el gusto, la connivencia, los argumentos de autoridad o el dogma como fuente de verdad (Bunge, Epistemología, 1980). También puede postular que la ciencia avanza sólo y solo por experimentos, o conjeturas que se suceden unas a otras sustituyéndose, o que la ciencia sólo es un discurso, una narración entre muchos más.

C) Su *ethos* o conducta normativa puede no tener apreciación por la integridad o el *valor de la verdad*, pues si se asume que esta no existe o es una “construcción social”, no tiene mayor sentido buscarla como fin último.

3-. Su *fondo formal general* suele ser defectuoso, escaso o nulo (Bunge, Las pseudociencias ¡vaya timo!, 2010). No tienen un sistema de lógica, de coherencia y consecuencia lógica, de apoyos inductivos y deductivos como métodos particulares no únicos en la investigación y por ello heurísticos. No hay modelos matemáticos vinculados a los hechos como mecanismo de correlación comprensiva.

4-. El *fondo formal específico* carece de proposiciones, hipótesis y sistemas de teorías verificables de manera independiente, directa o indirecta, empírica o teórica (Bunge, Epistemología, 1980) (Bunge, La ciencia, su método y su filosofía, 1973), y no forman sistemas de teorías con otras disciplinas como parte del corpus de conocimiento científico.

5-. La *problemática* suele ser inherentemente pragmática y utilitarista, al igual que su objeto de estudio, su metodología y demás componentes. Ya hemos mencionado que las pseudociencias buscan satisfacer emociones. Por ello orientan sus objetivos

¹⁰⁶ La frase “Todo es una construcción social” es la contraparte del realismo.

en torno a lo que las personas creen y muchas veces sienten que necesitan, sin importar el valor epistémico de lo que una pseudociencia pudiera postular.

En todo este trabajo siempre me pareció fundamental dilucidar la matriz filosófica de la ciencia, las pseudociencias y enunciar sus condicionantes sociales/epistémicos. Y esto sólo podía lograrse estableciendo criterios de demarcación a la ciencia y la tecnología. A lo largo de mi carrera percibí ideas tan fáciles de aprender y tan obvias que despertaban en mi un interés escéptico frente a mi propia disciplina y frente a quienes sostenían esas ideas. Este trabajo surgió como una preocupación intelectual que tuve que construir desde cero, ya que en mi universidad la sociología de la ciencia es marginal e incluso no tiene presencia como programa de educación. Creo que esto es un error fundamental en un mundo regido por la ciencia y la tecnología. Hacer ciencia, es un acto de *humanidad*. Se ha vuelto un imperativo para toda sociedad moderna y la tecnología se ha convertido en parte intrínseca de lo que somos como especie. No estudiar los procesos de investigación científicos y tecnológicos es ignorarlo casi todo. Porque con ciencia se puede conocer lo que hemos sido, lo que somos y lo que seremos.

Apéndice

Ciencia básica	Ciencias aplicadas	Técnicas	Producción Comercialización Servicios
Matemática	Todas	Todas	Consultorías
Astronomía	Óptica de telescopios, radiotelescopios y telescopios de rayos x, fotometría, bolometría.	Diseño de instrumentos, invención y desarrollo de placas fotográficas, arquitectura de observatorios.	Industria óptica y fotográfica, mantenimiento y reparación de instrumental astronómico.
Física Atómica	Física de semiconductores, electrónica.	Diseño de radios, televisores, ordenadores, etc.	Fabricación y mantenimiento de artefactos electrónicos.
Química	Química de hidrocarburos.	Ingeniería del petróleo: prospección, perforación, refinamiento, etc.	Construcción de maquinaria petrolera, instalación y mantenimiento de pozos petrolíferos y plantas de refinamiento.
Biología	Biología de plantas comestibles.	Fitotecnia de plantas comestibles; creación de nuevas variedades, estudio de nuevos métodos de cultivo, etc.	Agricultura, industria de la alimentación, distribución de alimentos, etc.
Sociología.	Sociología del desarrollo.	Planeación del desarrollo.	Implementación de planes de desarrollo

Cuadro 1. Ciencia básica, aplicada y tecnología (Bunge, Pseudociencia e ideología, 2014).

Actividad	Ejecutada por	Principalmente en	Produce
Investigación básica	Científicos	Universidades, institutos científicos, academias.	Teorías, hipótesis, métodos, datos, cálculos, diagramas, diseños experimentales, etc.
Investigación aplicada		Universidades, laboratorios industriales y agrícolas, estaciones experimentales, laboratorios.	
Investigación e invención de técnicas	Técnicos, inventores	Laboratorios industriales, estaciones experimentales, talleres	Diseños y modelos de artefactos, procesos o planes
Desarrollo	Técnicos y administradores	Planes industriales y estaciones agrícolas	Prototipos, plantas piloto, planes de producción
Producción	Obreros, encargados, empleados, administradores, técnicos	Plantas industriales, granjas, bosques, mares	Bienes y servicios
Distribución	Peritos mercantiles, administradores, vendedores	Oficinas, almacenes, negocios	

Cuadro 2. “Del laboratorio al mercado” (Bunge, Pseudociencia e ideología, 2014)..

Bibliografía General:

- Asimov, I. (1959). *Momentos estelares de la Ciencia*. Nueva York: Alianza Editorial.
- Asimov, I. (1977). *Cien preguntas básicas sobre ciencia*. Madrid: Alianza Editorial.
- Bunge, M. (1973). *La ciencia, su metodo y su filosofía*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Siglo Veinte.
- Bunge, M. (1980). *Epistemología*. Barcelona: Siglo XXI editores.
- Bunge, M. (2010). *Las pseudociencias ¡vaya timo!* LAETOLI.
- Bunge, M. (2014). *Ciencia, técnica y desarrollo*. México: Siglo XXI Editores.
- Bunge, M. (2014). *Ciencia, técnica y desarrollo*. México: Siglo XXI Editores.
- Bunge, M. (2014). *Pseudociencia e ideología*. México: Siglo XXI Editores.
- Bunge, M. (2016). *Economía y filosofía*. Ciudad de México: Siglo XXI Editores.
- Coloquio nacional de filosofía. (1975). *La filosofía y la ciencia en nuestros días*. Morelia, Michoacán: Editorial Grijalvo.
- Curtis R. Carlson, A. G.-Å.-V. (2011). *BBVAOpenmind "Innovación: es un hecho generalmente aceptado que la ciencia conforma a la tecnología, pero ¿esto es así?"*. Obtenido de <https://www.bbvaopenmind.com/articulos/innovacion-es-un-hecho-generalmente-aceptado-que-la-ciencia-conforma-la-tecnologia-pero-eso-es-todo/?fbclid=IwAR3bDxEpigIJT25eHiFfTgcZtgZn9hG0HAJVFevLnT1R4dW1NtMyyIpus>
- Durkheim, É. (2004). *Las reglas del método sociológico*. México, D.F: Editorial Colofón S.A.
- Fromm, E. (1947). *Ética y psicoanálisis*. New York: Fondo de Cultura Económica.
- Harari, Yuval Noah. (2014). *De animales a dioses*. México: Debate.
- Hernández Prado José. (2010). *Breve Introducción al pensamiento de Reid*. Ciudad de México, México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Hernández Prado, José. (2006). *Epistemología y sentido común*. Ciudad de México: Sección de producción y distribución editoriales.
- Hernández Prado, José. (2015). El antropocentrismo sociológico. La sociología como una ciencia no sólo humana. *Sociológica*, 207-227.
- Mediavilla, D. (24 de Septiembre de 2018). *Un virus prehistórico te puede hacer caer en la droga*. Obtenido de El País: www.elpais.com/elpais/2018/09/24/ciencia/1537810832_477585.html.
- Merton, R. K. (1949). *Teoría y estructuras sociales*. FCE.

- Merton, R. K. (1973). *La sociología de la ciencia 2: Investigaciones empíricas y teoricas*. Chicago, Illinois, USA: Alianza Editorial.
- Rosenblueth, A. (1971). *El método científico*. México, D.F: Fournier, S.A.
- Royston, R. (1989). *Serendipia*. Madrid: Alianza Editorial.
- Sagan, C. (1995). *El mundo y sus demonios. La ciencia como luz en la oscuridad*. California: CRÍTICA.
- Sagan, C. (1995). *El mundo y sus demonios: La ciencia como luz en la oscuridad*. Barcelona: Editorial Planeta.
- Savater, F. (1997). *El valor de educar*. México: Instituto de estudios educativos y sindicales de América.
- Tamayo, R. P. (2000). *Cómo acercarse a la ciencia*. México: Noriega Editores.
- Tamayo, R. P. (2010). *Reflexiones sobre la ciencia*. Ciudad de México: El colegio nacional.
- Weber, M. (1967). *El político y el científico*. Alianza Editorial.
- Wright Mills, C. (1959). *La imaginación sociológica*. Distrito Federal: Fondo de Cultura Económica.