

¿Es la ciencia básica susceptible de evaluación moral?

Tesis de pregrado.

PRESENTADA POR:

Estefanía Díaz Trejos

DIRIGIDA POR:

Daian Tatiana Flórez

Facultad de Artes y Humanidades

Manizales, Caldas, Colombia.

Septiembre del 2021

¿Es la ciencia básica susceptible de evaluación moral?

Estefanía Díaz Trejos

Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de:

Profesional en Filosofía y Letras

Dirigida por:

Daian Tatiana Flores

Doctora en Filosofía.

Universidad de Caldas

Facultad de Artes y Humanidades

Departamento de Filosofía y Letras

Manizales, Caldas, Colombia

Año 2021

A mi madre, por ser fuente de fortaleza. Y, a mi familia por ser fuente de amor.

*A mi profesor Orlando por producir en mí sed de conocimiento y a mi profesora
Daian por ser guía y fuente de claridad en todo este proceso.*

Resumen:

Esta tesis tiene como objetivo presentar diferentes argumentos mediante los cuales se sostiene que la ciencia básica es susceptible de evolución moral. Para llevar a cabo este objetivo, en el primer capítulo se realiza una diferenciación de conceptos, tales como ciencia básica y ciencia aplicada. Lo cual nos abre un panorama para comprender cómo nace la evaluación moral en la ciencia básica, y es presentado en el segundo capítulo.

Palabras Clave:

Ciencia básica, ciencia aplicada, evolución moral, progreso moral.

Abstract:

Summary:

This thesis aims to present different arguments by means of which it is argued that basic science is capable of moral evolution. For this, in the first chapter, a differentiation of concepts is carried out, such as basic science and applied science. Which opens a panorama to understanding them to look at how moral evolution is born in applied science, which are presented in the second chapter.

Keywords:

Basic science, applied science, moral evolution, moral progress.

Tabla de contenido

| | |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN..... | 7 |
| CAPÍTULO I: | |
| CONCEPTOS | |
| BÁSICOS..... | 11 |
| CAPITULO II: | |
| LA CIENCIA BÁSICA ES SUCEPTIBLE DE EVALUACIÓN | |
| MORAL..... | 27 |
| CONCLUSIONES..... | 44 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 46 |

Introducción

Uno de los problemas que más me ha inquietado durante mi proceso de formación como filósofa consiste en averiguar si el desarrollo moral de los seres humanos es proporcional al progreso de las ciencias y de la tecnología. En otras palabras, si el progreso material y el progreso moral son dos caras de una misma moneda; ya que no parece evidente que el *triunfo del hombre sobre la naturaleza* implique necesariamente un *triunfo sobre su propia naturaleza*. Hay quienes incluso dudan acerca de la posibilidad de que los valores morales *evolucionen*; o de que exista algo así como *el progreso moral* en las ciencias. Este trabajo está motivado en dicha actitud de sospecha, y es por ello que planeo defender aquí que la ciencia básica sí que es susceptible de evaluación moral.

Es por ello que en este trabajo mi análisis estará dirigido hacia la responsabilidad moral y social de los científicos (básicos) sobre los resultados de sus investigaciones y sobre sus constructos (en especial de las teorías y las leyes científicas). La tesis de que la ciencia básica sí es susceptible de evaluación moral, no es compatible con la creencia de que una evaluación moral de la ciencia es una tarea fútil, en razón de que *la ciencia básica es en sí misma buena*. La ciencia es buena porque su propósito es la satisfacción de nuestro natural apetito por conocer, y porque su propósito es el aumento de nuestra comprensión del universo y de nuestro lugar en él. Así que, ¿qué habría de malo o de perverso en ello? Sin embargo, recordemos que la curiosidad como acicate de la ciencia -y de todo nuestro conocimiento- no suele ser muy bien vista. De hecho, el adagio popular según el cual “la curiosidad mató al gato” captura los recelos sobre la búsqueda irrestricta por el conocimiento, ya ampliamente explorados en la literatura clásica en *El Mito de Prometeo*, *La Caja de Pandora* y *El nacimiento de Atenea*¹, como si

¹ El titán Prometeo robó de los dioses una chispa de fuego, para dársela a los hombres, y como consecuencia los dioses ponen una caja con todos los males en el mundo. En el mito de la caja de Pandora se cuenta cómo una joven tentada por la curiosidad de saber que contenía dicho objeto que se le había dado a cuidar, lo abre, y al hacer esto desata todos los males del mundo, los cuales estaban contenidos en esta caja. Pandora representa

el conocimiento mismo entrañara peligros insospechados. Con base en lo anterior, cabe preguntarse ¿el avance de la ciencia sí ha contribuido al progreso moral? Rousseau se preguntaba justamente esto en el breve, pero controversial *Discurso Sobre las Ciencias y las Artes*: “¿Ha contribuido el restablecimiento de las ciencias y las artes a depurar o a corromper las costumbres?” (Rousseau, 2001, Pag 23)

La respuesta del filósofo ginebrino no sólo es negativa, sino que además se pregunta: “¿cómo atreverse a censurar las ciencias ante una de las más sabias asociaciones de Europa, alabar la ignorancia en el seno de una Academia célebre y conciliar el desprecio al estudio con el respeto a los verdaderos sabios?” (Rousseau, 2001, Pag 23). Rousseau plantea en este discurso, una tesis tremendamente provocadora: el origen de la ciencia no es contemplativo, como se ha creído de ordinario, sino que su naturaleza es, en esencia, agresiva:

“La astronomía nació de la superstición; la elocuencia, de la ambición, del odio, de la adulación, de la mentira; la geometría, de la avaricia, la física, de una vana curiosidad; todas, incluso la moral, del orgullo humano. Por lo tanto, las ciencias y las artes deben su nacimiento a nuestros vicios: dudaríamos menos de sus ventajas si lo debieran a nuestras virtudes” (Rousseau, 2001, Pg 35).

Mientras Rousseau señalaba que el origen de las ciencias era perverso, Galileo defendía, por contraste, la búsqueda irrestricta del conocimiento. Para Galileo, la búsqueda de la ciencia no está sujeta a ninguna limitación de prudencia. Según Galileo:

“Los peores contratiempos se originan cuando las mentes creadas libres, son obligadas a someterse servilmente a una voluntad exterior” (Diálogos sobre los dos sistemas máximos del mundo, 1632).

la dualidad entre saciar nuestras curiosidades y al mismo tiempo desencadenar las consecuencias que trae consigo el conocimiento.

Por otro lado, el nacimiento de Atenea muestra la importancia del surgimiento de la sabiduría. A pesar de que su padre no quería que esta naciera y se come a su esposa en el embarazo, aun así Atenea nace de la cabeza de su padre. Es una diosa de gran apoyo para diferentes aventuras en la literatura griega, ya que con su gran sabiduría llevaba a cabo grandes hazañas.

De acuerdo con este imperativo, los científicos tienen derecho a buscar la verdad sin la preocupación por posibles repercusiones o limitaciones sociales.

Esta actitud de Galileo se suele oponer, en la literatura filosófica, a la denominada *Cautela Arquimedea*. Plutarco en su bien conocido relato de Arquímedes (287-212 a.C), cuenta que Arquímedes se negó a escribir un tratado sobre algunos de sus descubrimientos matemáticos debido a los peligros de su aplicación ingenieril, recurriendo él mismo a tal aplicación sólo bajo la compulsión del asedio militar. En el Renacimiento, Leonardo da Vinci (1452-1519) expresó una *Cautela Arquimediana* cuando escribió en su cuaderno de notas que *no publicaría o divulgarla* su diseño de un submarino debido “a la naturaleza perversa de los hombres que podrían usarlo como medio de destrucción en el fondo del mar” (Mitcham, 1989, Pag 141)

Sobre la base de estas reflexiones, nace mi interés por sostener la tesis de que *la ciencia básica es susceptible de evaluación moral*. Este planteamiento riñe con la opinión ampliamente defendida entre los filósofos, de acuerdo con la cual, aunque la evaluación moral es indispensable en el dominio de la ciencia aplicada, en el dominio de la ciencia básica no. A este respecto Bunge afirma:

“Los investigadores en ciencia básica son inocentes de los males sociales de nuestro tiempo, porque solo procuran conocimiento; y, mientras el conocimiento no se aplique a fines buenos o malos, es moralmente neutral. Es verdad que la mayor parte del conocimiento es valioso, y por esto socialmente útil, en sí mismo; también es cierto que los investigadores científicos tienen dos responsabilidades morales y sociales primarias: las de investigar y enseñar. Pero hasta aquí llega su responsabilidad moral y social en cuanto científico. Como ya se ha dicho muchas veces, la ciencia básica es como un cuchillo, que puede usarse sea para cortar una zanahoria o una cabeza humana: ambos son moralmente neutrales.” (Bunge, pag 191, 1985)

De acuerdo con el filósofo argentino, la ciencia básica no posee color axiológico, por lo que en esta tesis me propongo rebatir, justamente este planteamiento. Para

una adecuada defensa de la tesis central de este trabajo, en el primer capítulo voy adelantar, un ejercicio de clarificación conceptual, con base en el cual examinaré los rasgos distintivos, tanto de la ciencia básica, como de la ciencia aplicada. Como es bien sabido, la definición adecuada de un término, debe establecer las condiciones necesarias y suficientes para caracterizarlo e individualizarlo. Este análisis de clarificación conceptual es indispensable para capturar la fuerza de las tesis que afirma que no sólo la ciencia aplicada es susceptible de evaluación moral, sino también la ciencia básica.

Lo anterior nos proporcionará no sólo las herramientas necesarias para comprender las características principales de cada una de las ciencias según sus propósitos, sino también las similitudes y diferencias substanciales entre ellas; lo cual es crucial para responder al siguiente interrogante *¿Existe algo como el progreso moral en estas ciencias?*

En el acápite siguiente, me ocuparé del término *valor* con el propósito de averiguar cuáles son los valores morales que resultan operativos en la ciencia. Tras hacer lo anterior también, mostraré cómo nace la discusión filosófica de los valores morales en el campo de las ciencias. Los *valores morales* son cuestiones que los filósofos de la moral deberían plantear a las ciencias naturales. Así mismo, voy a ofrecer algunos casos históricos que sirven de apoyo a la tesis de que las acciones y decisiones que toma un científico de la ciencia básica son susceptibles de evaluación moral.

Capítulo I: Conceptos básicos

“La ciencia es admirable porque nos otorga poder sobre la naturaleza, y dicho poder proviene completamente de la técnica” Bertrand Russell (1931)

En este capítulo adelantaré un ejercicio de clarificación conceptual de dos nociones que son clave para la defensa de la tesis que aquí suscribo, de que la ciencia básica (o pura) sí es susceptible de evaluación moral, a saber, los términos de *ciencia básica o pura* y el de *ciencia aplicada*.

Es importante distinguir entre *ciencia básica* y *ciencia aplicada* ya que esto nos sirve para mostrar que, mientras se ha concedido, sin controversia, que la ciencia aplicada sí admite evaluaciones morales, la ciencia básica no. Para tales fines voy a contrastar las definiciones que ofrecen Bunge (1985), Feibleman (1966) y Quintanilla (2017) de los términos bajo examen. A la luz de este contraste, indicaré las condiciones necesarias y suficientes con base en las cuales se puede afirmar que X o bien es una instancia de ciencia básica, o bien es una instancia de ciencia aplicada.

Ciencia básica y ciencia aplicada

“Mientras la investigación básica se propone conocer el mundo, la aplicada se propone conocerlo para controlarlo” (Bunge, 1985, p218)

Al escuchar la palabra *ciencia* es común que a nuestra mente acudan imágenes de laboratorios, cohetes, la maqueta de la célula en plastilina que preparamos para la clase de biología en la secundaria, las fórmulas aprendidas en clase de química, el uso del microscopio o el telescopio y hasta los experimentos que desarrollamos en

las clases de física para probar la fuerza de la ley de gravedad. Ello es un reflejo de que, a causa de la omnipresencia de la ciencia, podemos confundir fácilmente la ciencia básica con la tecnología. Por esta razón, en este capítulo indicaré algunas de las diferencias sustantivas entre ciencia básica y ciencia aplicada.

La caracterización o discusión que acá nos concierne es de tipo filosófico, es decir, conceptual. Para tal fin es importante caracterizar los rasgos de cada una y, lo haré a la luz de las definiciones que ofrecen Bunge, Feibleman, y Quintanilla.

De acuerdo con Feibleman (1961) el *método* de las ciencias sirve a dos propósitos humanos: *Saber y Hacer*. El primer propósito en la aplicación del método de la ciencia es de clara índole cognitivo: el objetivo de la ciencia es aumentar nuestra comprensión, ya sea de los fenómenos naturales (ciencias naturales) o de los fenómenos sociales y humanos (ciencias sociales y ciencias humanas, respectivamente). Lo anterior se logra a partir de la investigación y la aplicación rigurosa de los métodos de la ciencia. El segundo propósito, por contraste, es de naturaleza práctica por su claro vínculo con la acción, es decir, la ciencia aplicada está dirigida a la aplicación de la ciencia básica con fines prácticos, a saber: controlar la naturaleza. Según Feibleman:

“La ciencia pura tiene como resultado el suministro de leyes para su aplicación en ciencias aplicadas. Y,... la ciencia aplicada tiene como resultado la estimulación del descubrimiento en ciencia pura” (Feibleman, 1961, Pag 306)

Con base en lo anterior, tenemos que, mientras la ciencia básica descubre leyes; la ciencia aplicada las usa para potencializar y apoyar las investigaciones de la ciencia básica. Es decir, los desarrollos de la ciencia aplicada son de gran utilidad para la ciencia básica, ya que se encuentran al servicio y disposición de esta. Esto puede ser más claro si tenemos en cuenta que el interés de Feibleman radica en distinguir la ciencia aplicada de la tecnología. Lo cual quiere decir que, cada una tiene un dominio de conocimiento diferente, por lo que no son términos intercambiables o términos semánticamente equivalentes. Por un lado, la ciencia aplicada utiliza la ciencia básica para su desarrollo. Pero, por otro lado la tecnología -aunque

interactúa con la ciencia básica- no es ciencia aplicada. La diferencia substancial entre estas radica en que la ciencia aplicada tiene como objetivo estimular las investigaciones de la ciencia básica. Mientras, que el objetivo de la tecnología es puramente comercial.

Tenemos entonces que la ciencia básica y la ciencia aplicada tienen una especie de trabajo colaborativo. Por ejemplo, los viajes espaciales no serían posibles sin los productos de la ciencia básica, ya que gracias a las leyes que se han descubierto acerca de la mecánica celeste el hombre ha podido crear artefactos tecnológicos, siendo esta una de las actividades típicas de la ciencia aplicada. Pero, a su vez, estos viajes también son una herramienta para nuevos descubrimientos en la ciencia básica.

Tomemos lo anterior como base para analizar estos conceptos en este acápite y así comprender por qué, aunque estas dos ciencias tienen vecindad epistemológica, trabajan en senderos diferentes, en virtud de sus características y objetivos.

Para ello recurramos a las definiciones que ofrece el físico y filósofo argentino Mario Bunge. En opinión de Bunge (1985), la ciencia básica comprende las ciencias naturales: la física, la química y la biología. Los avances de la física cuántica, la física clásica y la física relativista; la cosmología y la química teórica; la teoría de la evolución y la biología molecular; la genética y la neurofisiología; la fisiología de las funciones mentales y la teoría del aprendizaje, son ejemplos arquetípicos de avances en la ciencia básica.

Por contraste, para Feibleman la ciencia básica es un método:

“Por "ciencia pura" o "investigación básica" se entiende un método de investigación de la naturaleza por el método experimental en un intento de satisfacer la necesidad de saber.” (Feibleman, 1961, Pag 305)

Es necesario comprender que realmente lo quiere decir, es que la ciencia básica se caracteriza por ser metódica. Pues, hay una diferencia substancial entre decir que *la ciencia es un método* y afirmar que *la ciencia es metódica* o que *utiliza métodos de investigación*. La primera nos compromete con una identificación errónea entre ciencia y método. Mientras que la segunda significa que la aplicación rigurosa de los métodos es un rasgo característico de la ciencia. Cabe agregar que tampoco pretendo suscribir la tesis de que hay algo así como EL MÉTODO, ya que en las ciencias existen varios tipos de método: *inductivo, deductivo, analítico, sintético, analítico-sintético*, entre otros.

Según Feibleman el método científico puede conducirnos a la explicación y a la aplicación, ya que gracias al descubrimiento de leyes es posible, no sólo la explicación, sino también la aplicación de las mismas. Con base en ello, sostiene que tanto la ciencia pura como la ciencia aplicada difieren en sus objetivos y resultados.

A partir de lo anterior, tenemos que, la ciencia básica se caracteriza por buscar los principios explicativos y las leyes que indican las conexiones causales en el estudio de los fenómenos naturales, sin fines prácticos inmediatos, pues esta tiene como objetivo principal incrementar el conocimiento sobre la naturaleza. Es una investigación que se ha basado en la experimentación -y en algunos casos, la observación y la formulación de hipótesis para obtener resultados, demostrando su validez y comprobación empírica.

Precisamente, entre los constructos que posee la ciencia pura está el suministro de leyes para la aplicación en ciencias aplicadas. A este respecto Feibleman afirma:

“la ciencia aplicada tiene como resultado la estimulación del descubrimiento en ciencia pura. La ciencia aplicada pone en práctica los usos humanos y los descubrimientos realizados en ciencia pura.” (Feibleman, 1961, Pag 306)

Cabe agregar que esta relación se da de manera unidireccional, ya que no existe ciencia aplicada sin ciencia pura. Y, aunque la ciencia aplicada estimula el desarrollo

de la ciencia pura, ha habido ciencia básica sin el auxilio de ciencia pura, como lo ejemplifica la ciencia antigua. Si ello es así, la ciencia pura no depende de la ciencia aplicada. Ahora bien, si consideramos como progresan desde la revolución científica la ciencia básica y la ciencia aplicada, podemos decir que existe una relación de interdependencia, ya que es a partir de este momento que se incorporan artefactos tecnológicos en la investigación.

En contraste con la posición de Quintanilla, cuyo modelo filosófico entraña un compromiso con el realismo epistémico, la investigación básica está encaminada a obtener conocimiento verdadero acerca de la realidad estudiada, pero se diferencia de la investigación aplicada por poseer objetivos diferentes.

“El objetivo de la investigación básica es el incremento del conocimiento científico en general. Sus resultados característicos son el descubrimiento de nuevas teorías, hechos y regularidades legales y la explicación o predicción de fenómenos de cierta clase. La investigación estratégica es investigación básica orientada a determinado ámbito de la realidad en el que se espera obtener conocimientos científicos nuevos que potencialmente sean interesantes para posibles aplicaciones tecnológicas (por ejemplo, las investigaciones en biología molecular seguramente nos ayudarán a encontrar soluciones para la curación del cáncer.” (Quintanilla, 2017 Pag 130)

Con base en el pasaje anterior, podríamos indicar algunos de los atributos especiales de la ciencia, quizás advirtiendo que, cualquier definición que se ofrezca del término *ciencia* no es *inocente* ya que entraña compromisos filosóficos substanciales. Para evitar comprometerme con una visión positivista o popperiana² de la ciencia no voy a señalar rasgos característicos de la ciencia que procedan de la verificación o falsación. Aunque sí consideraré los atributos especiales de la

² En la filosofía de la ciencia es bien sabido que ha existido una línea divisoria entre estas dos vertientes filosóficas, ya que son disimiles entre sí. Mientras la línea positivista se basa en la adquisición de conocimientos a través de la experiencia, la línea Popperiana dice que el conocimiento avanza descartando leyes o teorías que contradigan ciertas conjeturas.

ciencia, ya que gracias a estos podemos señalar las diferencias entre la *ciencia básica* y la *ciencia aplicada*:

La ciencia es una actividad compleja que se caracteriza por ser:

- Sistemática: Este es un rasgo que se aprecia en la capacidad de las y los científicos para *teorizar* y explicar a partir de unos pocos principios una amplia variedad de fenómenos -algunos, incluso, muy disímiles entre sí-. Pensemos, por ejemplo, en la teoría gravitacional de Newton, la cual contiene sólo tres leyes. Con base en ellas, Newton explica una abigarrada variedad de fenómenos, *inter alia*, el movimiento de un péndulo simple, el fenómeno de las mareas, la caída de una manzana. Otro ejemplo similar lo podemos ofrecer a partir de la teoría electromagnética de Maxwell, la cual explica desde el movimiento de una brújula marina, hasta el hermoso fenómeno del arco iris.
- Metódica: la ciencia tiene modos ordenados y sistemáticos con un fin determinado. Dicho en otras palabras: El científico guía sus pasos por distintos procedimientos con la intención de conocer la naturaleza. En esta investigación se tiene claro su objetivo e instrumentos metodológicos a su disposición. En la literatura filosófica se han propuesto *prima facie* tres estructuras lógicas prototípicas de la ciencia: El modelo *deductivista*³, cuyo defensor más conspicuo es Popper en su célebre *La lógica de la investigación científica* (1934), y quien a *grosso modo* dice que una explicación es una deducción que nace de por lo menos una premisa⁴. También tenemos el modelo *inductivista*⁵, el cual es defendido por los positivistas lógicos, de acuerdo con el cual este es el método *par excellence* de la ciencia. Ésta procede de observaciones particulares y se eleva de allí, a enunciados generales. Por otro lado, también se ha propuesto una suerte de combinación entre estos dos métodos: el método *abductivo*, propuesto

³ En la deducción inferimos verdades particulares a partir de verdades generales.

⁴ Hempel y Quintanilla también exponen este modelo, Hempel lo llama modelo nomológico-deductivo) (La explicación científica 1979).

⁵ El método inductivo opera realizando generalizaciones amplias apoyándose en observaciones específicas.

por Peirce en *Deducción, inducción e hipótesis* (1878) es un tipo de razonamiento que nace a partir de la descripción de un hecho o fenómeno sorprendente y ofrece o llega a una hipótesis, la cual explica las posibles razones o motivos del hecho mediante las premisas obtenidas.

El modelo *deductivista* es adoptado por el investigador, hace parte de su actividad intelectual. Ya que la tarea de este es describir hechos y formular teorías, las cuales se construyen con ciertos instrumentos que facilitan su trabajo, como lo son las reglas de la lógica deductiva. Estas a su vez hacen que la información sea clara y concisa comprobándolo a través de la misma lógica.

Este también es un modelo defendido por Quintanilla cuando describe qué es una explicación científica:

“Los instrumentos básicos de que dispone para ello son las reglas de la lógica deductiva: ellas son las que marcan los caminos posibles o la estructura básica de toda red conceptual. Los descubrimientos científicos son en el fondo siempre descubrimientos de una prueba deductiva, tanto si se trata de inferir hechos nuevos a partir de premisas (teorías e hipótesis) conocidas, como si se trata de inventar nuevas premisas (nuevas teorías o hipótesis) que nos permitan inferir, de una forma nueva, más simple o más fructífera, hechos viejos y nuevos.” (Quintanilla, 2005, Pag 106)

- Falible: Esto quiere decir que los científicos se pueden equivocar y que cualquier teoría es intrínsecamente falible. La ciencia trabaja en muchos casos a partir de la experimentación y una característica de este ejercicio es el error. El principio de la falibilidad sostiene que las teorías no se mantienen de manera definitiva y se encuentran en flujo constante. Tal y como lo que propone Popper a partir de su teoría de la falsación⁶. Según este filósofo la

⁶ Este es un método que iba en contra de lo propuesto por el círculo de Viena, el cual defendía que el método de la ciencia debía estar basado en la *inducción*, es decir, llegar a conclusiones generales partiendo de hechos particulares. Pero, Popper plantea que no podemos partir de casos particulares para llegar a deducciones o afirmaciones generales. Pues, esto nos comprometería con todos los casos existentes en una teoría. Por ejemplo:

falibilidad indica, en última instancia, que una teoría siempre será susceptible de ser falible y que no existen razones para comprometernos con la aceptación definitiva de una teoría.

Pues bien, esta característica también nos indica que dado el caso que no sea posible refutar una teoría, dicha teoría queda *temporalmente* corroborada hasta que aparezca una que explique determinado fenómeno de una mejor manera. Un ejemplo que ayuda a ilustrar lo anterior, nos lo ofrece el sistema Copernicano: cuando este suplantó -o sustituyó- el sistema heliocéntrico. Ambos fueron muy útiles en su momento. Sin embargo, siempre existe la posibilidad de que se formule una teoría que explique de mejor manera un fenómeno determinado. En este caso sería la dinámica planetaria.

Tengamos en cuenta que esta característica que reconoce la falibilidad de la ciencia no nos compromete a abrazar el modelo Popperiano, por ejemplo, el modelo Kuhniano reconoce la falibilidad de la ciencia y aun así no es un modelo falsacionista.

Creo que podemos comprometernos, *prima facie*, con la falibilidad de la ciencia sin ser popperianos. Después de todo, que las teorías fallen es lo que da lugar justamente a las revoluciones científicas:

A continuación voy a ofrecer una definición en términos de condiciones necesarias y suficientes para estimar a X como una instanciación de ciencia básica:

(X) es una ciencia básica si y solo si está motivada por el deseo de conocer e investigar fenómenos naturales (o sociales; o humanos):

Decir que todos los cisnes son blancos, resulta absurdo, ya que nos comprometeríamos con todos los cisnes, los que conocemos y los que hay por conocer.

La investigación básica está motivada únicamente por el deseo de comprender los fenómenos del mundo.

- (i) La mecánica cuántica está motivada por el deseo de comprender determinados fenómenos naturales (e.g., sistemas subatómicos).
- (ii) Por lo tanto, la mecánica cuántica es una instancia de ciencia básica.

Esta es la característica principal que distingue a la ciencia pura de la ciencia aplicada. También podemos ampliar la definición de la ciencia básica a partir del modelo que de una *explicación científica* ofrece Quintanilla. A partir de ello, podemos afirmar que si X busca ofrecer explicaciones de determinados fenómenos, entonces X es una instancia de ciencia básica. Según Quintanilla:

“La explicación científica de un hecho consiste en deducir el enunciado que describe ese hecho a partir de una teoría o hipótesis más general. Esquemáticamente, podemos representarla como una inferencia deductiva del siguiente tipo:

| | |
|--------------------|-----------------------------|
| <i>Explanans</i> | T Teoría |
| | $C \rightarrow F$ Hipótesis |
| | C Hechos circunstanciales |
| <i>Explanandum</i> | F Fenómeno por explicar |

Las condiciones para que las circunstancias C puedan explicar el fenómeno F son dos:

- 1) que en efecto F se produzca en las circunstancias C, y
- 2) que la hipótesis que conecta a C con F ($C \rightarrow F$) sea deducible a partir de alguna teoría bien establecida T.5” (Quintanilla, 2017, Pag 105).

Con base en lo anterior, lo propio de la investigación básica es ser una empresa explicativa, cuya estructura lógica se caracteriza porque contiene en su *explanans* una teoría, una hipótesis, la conjunción de la descripción de hechos circunstanciales. De lo que se deduce el fenómeno a explicar, o *Explanandum*.

Con todo, en este punto podemos señalar tres cosas: hay explicaciones en ciencia que no necesariamente poseen una estructura nomológica tal y como lo propone Quintanilla. Como lo ilustran las explicaciones del por qué sucedió determinado fenómeno y no el cómo sucedió, que es lo que contempla este filósofo con su forma explicativa de los hechos. Además, existen teorías en tecnología. Si ello es así, entonces teorizar no es una actividad exclusiva de la ciencia. Finalmente, -como lo ha mostrado Flórez (2022 a y b; *forthcoming*)- si la tecnología equivale a ciencia aplicada y en tecnología también hay teorías no hay forma de distinguir estos dos dominios.

Tras examinar las características distintivas de la ciencia básica, examinemos enseguida las de la ciencia aplicada.

Ciencia aplicada

La ciencia aplicada tiene como objetivo satisfacer necesidades prácticas. De acuerdo con la definición que ofrecen Feibleman (1966) y Jarvie (2004), la ciencia aplicada es la interpretación de las proposiciones de la ciencia básica, con uno o varios objetivos.

Es importante recordar que para Feibleman no es lo mismo ciencia aplicada que tecnología, y Jarvie suscribe una tesis que va también en esa dirección. A pesar de que estas comparten rasgos difieren en sus objetivos.

La ciencia aplicada es un conjunto de conocimientos que se caracterizan porque la investigación y los descubrimientos están dirigidos a la práctica. Otro de sus

principales rasgos es proporcionar algoritmos de acción para obtener un producto deseado.

Este conjunto de ciencias es amplio y diverso. Abarca desde la ingeniería aeronáutica, la cual logra sorprendentemente mantener a través de su estructura un avión en el aire, a pesar de la fuerza de la ley de gravedad. Pero, también comprende la farmacología, ya que gracias al descubrimiento y fusión de ciertas partículas químicas se puede desarrollar un medicamento para curar una enfermedad.

La ciencia aplicada se caracteriza según Feibleman (1961) por utilizar o aplicar la ciencia pura, es decir, utiliza las leyes que otorga la ciencia básica, con el fin de controlar la naturaleza. Por ello, su insistencia en que la ciencia aplicada, consiste en el uso de la ciencia pura para algunos propósitos humanos potencialmente prácticos.

Por otro lado, aunque Quintanilla no se ocupa propiamente del análisis de la *Ciencia Aplicada* sino de la *Investigación aplicada*, sus reflexiones pueden contribuir a la tarea de clarificación conceptual que anima este primer acápite. La concepción de Quintanilla sobre la investigación aplicada puede resultar polémica para algunos, ya que para este filósofo la investigación aplicada comparte algunas de las características arquetípicas de la ciencia básica. En su opinión:

“El objetivo de la investigación aplicada es utilizar el método científico para incrementar el conocimiento de las propiedades y el comportamiento de sistemas concretos de posible interés práctico.” (Quintanilla, 2017, Pag 129)

La investigación aplicada está orientada a objetivos específicos, pero éstos pueden ser objetivos de carácter científico o tecnológico. Es decir, en el primer caso, el objetivo es obtener conocimiento *verdadero* acerca de la realidad estudiada, y en el segundo se busca el conocimiento *útil* que conduzca a la solución de problemas prácticos.

No debemos perder de vista que Quintanilla expone algo particular en cuanto a estas dos ciencias. En ese punto nos advierte que la ciencia básica podría servir de base para la ciencia aplicada o viceversa.

Consideremos el siguiente ejemplo, el cual nos sirve para ampliar la conexión que existe entre estas dos ciencias. En este caso el punto de partida es la necesidad por encontrar electrónicos más fiables; y en esta búsqueda se conduce a un nuevo diseño:

“En este ejercicio se partía de la necesidad de encontrar componentes electrónicos más fiables y de menor consumo energético que las habituales válvulas de vacío... Esta investigación condujo al primer diseño de transistor, que se concibió como un sustituto individual de las válvulas de vacío; después se descubrió una variante de diseño que permitía la producción en gran escala y la integración de varios componentes electrónicos en un mismo circuito. Y por último, un encargo comercial llevó al diseño del primer procesador integrado en un solo circuito. Y esto llevó a la investigación sobre sistemas de alta integración que a su vez ha dado pie a nuevas investigaciones aplicadas sobre semiconductores alternativos” (Quintanilla, 2017, Pag 131)

Aunque, a veces para algunos pensadores el caso anterior es tremendamente controversial. Para Marc de Vries (2017), por ejemplo, el transistor es el resultado de la aplicación de la ciencia, sin embargo, muchos otros filósofos opinan lo contrario, entre ellos, Skolimowski (1966) y Vermaas (2013). Lo que sí es claro con este ejercicio es que existe una relación entre estas dos ciencias. Otro ejemplo de ciencia aplicada, lo podemos encontrar a partir del diseño de la Máquina de Atwood, con base en la cual se logra la primera demostración inequívoca de la segunda ley de Newton.

Diferencias entre investigación básica e investigación aplicada según Quintanilla:

La explicación que Quintanilla ofrece sobre la naturaleza de la ciencia básica es una descripción que nace a partir de la comparación que hace de esta con el diseño tecnológico. Pues este filósofo encuentra entre estas dos, relaciones y diferencias que podrían mostrarnos una perspectiva más amplia de lo que es la ciencia. Algo así como si la ciencia se pudiera ver desde distintos puntos de vista y en este caso la veremos en contraste con el diseño tecnológico. Justamente por ello, conviene examinar qué debemos entender por “diseño” ya que es una de las actividades propias de la investigación aplicada.

De acuerdo con Krick, diseñar consiste en:

“resolver problemas prácticos que surgen del reconocimiento de una necesidad o deseo que, en apariencia, se puede satisfacer mediante un dispositivo, una estructura o un proceso. (Krick, 1991,85)

Un ejemplo de lo que quería decir Krick con diseñar lo podemos encontrar de forma concreta y realizada con los artefactos que facilitan algunas tareas domésticas, tales como una lavadora⁷, una aspiradora, una secadora, entre otros.

Una de las características más relevantes, es que ambas se consideran operaciones conceptuales que conducen al descubrimiento de cosas nuevas. Además, ambas se evalúan de forma racional. Pero, en ellas también hay diferencias notorias. Por ejemplo, mientras la ciencia básica busca *teorías y hechos*, el descubrimiento técnico busca *artefactos y sistemas técnicos*. Y así las teorías a

⁷ Según la profesora Flórez (en su trabajo de promoción) el diseño de este tipo de artefactos contiene: discernir desde las variables de entrada (o inputs) hasta las restricciones planteadas al ingeniero (por ejemplo, la seguridad para el usuario):

*Variables de entrada: peso de la carga (no mayor de 8kg), tipo de telas (naturales y sintéticas).

*Salida: limpieza, suciedad, grado de encogimiento.

*Variables de solución: materiales de construcción, forma de la pieza, métodos para desprender la suciedad.

*Criterios en el diseño: costo, facilidad de manejo, seguridad, efectividad de limpieza, peso, ruido

su vez, las contrastamos de acuerdo con criterios que esperamos nos permitan avanzar en el *conocimiento* de la realidad. Mientras que los diseños tecnológicos los valoramos de acuerdo con criterios que esperamos nos permitan avanzar en el *control* de la realidad.

Una característica que también nace de esta comparación y es digna de resaltar es que estas dos también se podrían llegar a encontrar de manera interdependiente - en algunos casos-, ya que los conocimientos científicos pueden utilizarse para el diseño de tecnologías y las tecnologías, a su vez, se pueden utilizar para la evaluación y el control experimental de las teorías científicas.

La posición de Quintanilla y Feibleman diverge en que estos dos tipos de investigación estén interconectadas. Pues Feibleman es defensor de que en efecto, la ciencia básica es necesaria para que se desarrolle la investigación aplicada. No existe la investigación aplicada, sin la ciencia pura. Pero, la investigación aplicada no es necesaria para la existencia de la ciencia básica. Aunque en mi opinión a esta apreciación le agregaría lo mencionado anteriormente: La ciencia aplicada -al igual que la investigación aplicada- es necesaria para el desarrollo de la ciencia básica. Ahora bien, que la ciencia básica exista por sí sola, es algo que podríamos revisar, ya que su historia es muy extensa.

Revisemos el siguiente caso planteado por Feibleman:

“Se ha afirmado, por ejemplo, que la geometría griega, que es ciertamente pura, surgió del interés en los problemas de topografía en Egipto, donde el desbordamiento anual del Nilo destruyó todo lo convencional. El mismo concepto del infinito es necesario para comprender la geometría de Euclidea y para la división de granjas. Sea como fuere, sigue siendo cierto que las relaciones entre la ciencia pura y ciencia aplicada son a menudo variadas y sutiles, y requieren exploración.” (Feibleman, 1961, Pag 306)

Podemos ver que aunque el interés estaba en la topografía, para resolver los problemas que tenía Egipto en el momento, la dirección de este se encaminó primero que todo en la ciencia pura. Pero, este caso no sirve para respaldar la idea de que la ciencia aplicada conduce a la ciencia pura: este caso lo que muestra es que el origen de la ciencia no es sólo la curiosidad, sino también problemas prácticos.

También existen algunos casos de evidencia histórica que apoyan la afirmación según la cual la ciencia aplicada ha contenido de alguna manera a la ciencia pura.

“La segunda parte de la evidencia para la aplicabilidad de todas las leyes de la ciencia pura están contenidas en el registro de aquellas leyes que se han aplicado. Las modernas culturas occidentales han sido alteradas por la ciencia aplicada, y ahora Rusia y China soviéticas están siguiendo su ventaja, de hecho, son tan frecuentes los efectos de la ciencia aplicada, y tan oculto el liderazgo de la ciencia pura, que aquellos cuya comprensión de la ciencia es limitada son aptos para identificar toda la ciencia con ciencia aplicada e incluso asumir que la ciencia en sí misma significa tecnología o industria pesada.” (Feibleman, 1961, Pag 307)

Estas dos también se encuentran de manera interdependiente, ya que los conocimientos científicos pueden utilizarse para el diseño de tecnologías y las tecnologías pueden utilizarse para la evaluación y el control experimental de las teorías científicas.

En este capítulo adelanté un análisis conceptual de los términos *ciencia básica* y *ciencia aplicada*, para defender, tal y como lo haré en el siguiente acápite, que los juicios o evaluaciones morales no sólo son operativos en la ciencia aplicada, sino también en la ciencia básica. Después de haber abierto el panorama de los rasgos característicos de estas dos disciplinas y de mostrar que aunque comparten rasgos, epistemológicamente sus estructuras son distintas: la ciencia básica y la ciencia aplicada se diferencian por sus objetivos. En el siguiente capítulo indicaré cuáles

son los valores morales que operan en la ciencia básica y como nace esta discusión en ella.

Capítulo II: La ciencia básica es susceptible de evaluación moral

“La ciencia es como un mapa: puede decirnos cómo llegar a un lugar determinado, pero no puede decirnos a dónde ir” (Gunnar Myrdal, An American Dilemma, 1944 p. 1052)”

En este capítulo me propongo examinar la naturaleza misma de los *valores morales* para argumentar a favor de la tesis según la cual, los valores morales no sólo operan en la ciencia aplicada, sino también en la ciencia básica. Además, mostraré por qué esta discusión es esencial en el dominio de las ciencias para comprender el progreso de las mismas.

Los valores morales en la ciencia básica.

La palabra *valor* proviene del latín *valōris*. Se refiere a una cualidad, una virtud, un talento personal, el precio o la utilidad de algo, así como a un bien o a la validez de una cosa.

Cuando escuchamos la palabra *valor* o *valores* intuitivamente comprendemos que son los atributos que se le adscriben a alguien. Por ejemplo, decir que una acción es buena o mala es una medida o valor, en este caso un *valor moral* que se le adscribe a un agente.

La palabra moral proviene del latín *mōris*, que significa *costumbre*. De allí nace la palabra *mōrālis*, que significa lo relativo a los usos y a las costumbres. Estas palabras hacen alusión al conjunto de costumbres que sirven para mantener la estabilidad social en una comunidad.

El análisis del término “valor” es importante para comprender con base en qué criterios vamos a medir el progreso en la ciencia, en contraste con el progreso moral. Dicho en otras palabras, es indispensable para comprender cómo el progreso científico debería tener límites de acuerdo con lo que se estima puede resultar beneficioso o perjudicial para la humanidad.

Para tales propósitos creo que pueden resultar útiles las agudas reflexiones que Carl Hempel (1998) adelanta en su *Science And Human Values*, quien nos ayudará a vislumbrar cómo nace la discusión moral en el dominio de la ciencia básica.

Hay quienes sostienen que la ciencia y la filosofía moral son dos dominios independientes los cuales nunca se compenetran. Decir que existe un encuentro o conflicto entre estos dos parecería una tarea absurda, en palabras de Hugh Lacey:

“La ética y la ciencia tienen sus propios dominios, que se tocan pero no se compenetran. El uno nos muestra a qué meta debemos aspirar, el otro, dado el objetivo, nos enseña cómo alcanzarlo. Entonces ellos nunca entran en conflicto ya que nunca se encuentran. No puede haber más ciencia inmoral de lo que puede haber moral científica. (Poincaré 1920/1958: 12) La ciencia y los valores solo se tocan; no se compenetran. Negar esto es a menudo se percibe como un desafío a que la ciencia es el preeminente o ejemplar esfuerzo racional, degradar las credenciales cognitivas de la ciencia y socavar su pretensión de producir conocimiento.” (Hugh Lacey, 1999, Pag 5)

Pero ya he dicho que en este trabajo voy a ir en contra de este planteamiento. Aunque no desconozco que estos dos dominios tienen objetivos diferentes; estoy segura de que tanto la ciencia (básica) como la filosofía moral sí tienen muchos conocimientos los cuales pueden y *deben* intercambiar entre sí. Como lo indiqué en el capítulo anterior, la ciencia está medida, guiada y ordenada por ciertas características, sin embargo:

“¿Pueden esos métodos servir para establecer criterios objetivos de lo correcto y lo incorrecto y, por lo tanto, proporcionar una norma para la correcta conducción de

nuestros asuntos individuales y sociales?” (Hempel, 1998, *Science And Human Values*).

Creo que la respuesta a tal pregunta es que no, dado que las medidas o valores que rigen el campo de la filosofía moral no son los mismos que utiliza o sirven de guía para la ciencia. Recordemos que la ciencia se caracteriza por ser sistemática, metódica y falible. Pero, las características de la filosofía moral no son de esta índole. Pues, mientras la ciencia busca incrementar el conocimiento de la naturaleza, la filosofía de la moral, por contraste establece estándares, parámetros, valores o principios, para orientar la vida en comunidad. Entonces, es posible que los métodos de la ciencia no sean válidos para las actividades de la filosofía moral. Sin embargo, esto no significa necesariamente que las actividades de la ciencia estén libres de regulaciones morales.

Un ejemplo que ayuda a ilustrar la idea anterior, proviene de las tareas que ocupan a los científicos que se empeñan en averiguar si hay vida en otros planetas. Desde el punto de vista de la moral podríamos preguntarnos qué tan beneficioso o perjudicial resultaría tal hallazgo, si esto nos ayudaría o no a convertirnos en una mejor especie; o si por el contrario, resultaría perverso tener tal información a nuestro alcance. Pareciera que estos dos campos difieren en sus objetivos e intereses.

Mientras la ciencia formula leyes (o descubre leyes desde la perspectiva realista), la filosofía moral formula los principios o evaluaciones de las acciones humanas de forma *normativa*. Mientras la ciencia se caracteriza por ser metódica, en la filosofía moral el método consiste en la argumentación (con el estricto respeto por las leyes de la lógica) y si hay experimentos estos son mentales. Aunque tanto a ciencia como la filosofía de la moral son actividades teorizadoras (en la filosofía por ejemplo hay una amplia gama de teorías morales, e.g. la teoría aristotélica, la teoría kantiana, etc).

Pareciera que estos dos dominios fuesen las dos caras de una misma moneda. Poseen una estructura similar o beben de la misma fuente y aunque no dependen entre sí y tienen objetivos diferentes.

Para mostrar por qué ello es así, recurramos al siguiente ejemplo de Hempel, de acuerdo con el cual hay una teoría que indica que criar niños permisivamente tiene ciertas ventajas, tales como mejor desarrollo en sus capacidades y relaciones con sus padres, ya que estos no se cohiben de desarrollar libremente su personalidad, lo cual los libera de desarrollar sentimientos de frustración o culpabilidad. Supongamos que M es criar a los niños permisivamente y G son las consecuencias de esto:

“Generalmente, un pariente juicio de valor establece que cierto tipo de acción, M, es buena (o que es mejor que un IM alternativo dado) si se va a alcanzar un objetivo específico G; o más exactamente, que M es bueno, o apropiado, para el logro de objetivo G. Pero, decir eso equivale a afirmar que, en las circunstancias actuales, el curso de acción M definitivamente (o probablemente) conduce al logro de G, o que no emprender el curso de acción M Definitivamente (o probablemente) conducirá al incumplimiento de G. En otras palabras, el juicio de valor instrumental afirma que M es un (definitivamente o probablemente) medios suficientes para alcanzar el fin o la meta G, o que es un medio (definitivamente o probablemente) necesario para lograrlo. Por lo tanto, un juicio de valor relativo o instrumental puede reformularse como un enunciado que expresa un tipo de significado universal o relación probabilística, y que no contiene términos de discurso moral, tales como "bueno", "mejor", "debería" -en absoluto. Y, una declaración de este tipo seguramente es una afirmación empírica susceptible de prueba científica.” (Hempel, *Science And Human Values*)

Según esto pareciera, que las pruebas científicas funcionan de una forma diferente en el campo de la moral. Ya que en la filosofía moral los términos a tratar son “bueno” “mejor” “debería” y tales conceptos no son muy bien vistos dentro de una afirmación científica, pues estos son términos *normativos*. La ciencia brilla por su puntualidad, veracidad o exactitud. Mientras que la filosofía moral va más allá de la

información o la búsqueda de la información, se cuestiona cosas como que tan *bueno* sería alcanzar el objetivo G, si debería perseguir o no a G, o si deberíamos plantear algo mejor que G, y todavía nos quedan cuestiones como si alcanzar G sea moralmente aceptable o no.

Otro ejemplo, ofrecido por el mismo Hempel es el de un paciente con una enfermedad incurable. La ciencia puede dotar al médico de las herramientas necesarias para que actúe, bien sea aplicando una dosis de morfina para terminar con su dolor, o también puede ofrecerle una búsqueda para prolongar su vida; pero, también el sufrimiento del mismo. En este caso la reflexión es de la filosofía moral. Pues ya han dejado de servir los métodos de la ciencia para intervenir en esta decisión. En palabras de Hempel:

“Los juicios de valor categóricos, entonces, no son susceptibles de prueba y confirmación o des confirmación; porque no expresan afirmaciones, sino más bien estándares o normas de conducta. Fue Max Weber, yo creo, quien expresó esencialmente la misma idea al señalar que la ciencia es como un mapa: puede decirnos cómo llegar a un lugar determinado, pero no puede decirnos a dónde ir. Gunnar Myrdal, en su libro *An American Dilemma* (p. 1052), enfatiza en un tono similar que "factual o teórico los estudios por sí solos no pueden conducir lógicamente a una recomendación práctica. A una conclusión práctica o de valoración sólo se puede derivar cuando hay un al menos una valoración entre los locales".” (Hempel, *Science And Human Values*)

Claramente la moral y la ciencia parecen estar en las antípodas. Sin embargo, también es evidente que la ciencia necesita de una reflexión moral cuando es necesario tomar decisiones. Y, esto no significa necesariamente que la moral deba “degradar las credenciales cognitivas de la ciencia y socavar su pretensión de producir conocimiento.” (Hugh Lacey, 1999, Pag 5) Se trata de cuestionar el desarrollo de la ciencia como se cuestionan todos los actos que realiza el ser humano para una mejor vida en comunidad.

Ahora las preguntas son de índole filosófico: ¿Qué es lo bueno? ¿Qué es lo malo? Es lo que el hombre se ha preguntado por mucho tiempo. A partir de estos cuestionamientos los filósofos (y filósofas) de la moral han planteado distintas respuestas, como aquellas que podemos encontrar a la luz del utilitarismo, el hedonismo, el estoicismo y una abigarrada lista de posiciones o vertientes morales. Cada una con el mismo objetivo: proporcionar los principios para la evaluación de las acciones.

La filosofía moral se encarga de establecer reglas o comportamientos sociales para hacer posible la vida en comunidad. Establece límites y reflexiones para nuestros actos. Es decir, plantea: x (acción o decisión) es moralmente buena, y (acción o decisión) está moralmente rechazada; según la teoría desde la cual se cuestionen los actos. Ahora bien, se ha establecido moralmente, socialmente, biológicamente que la maldad causa daño, dolor, tristeza, pobreza y guerra. Se esperaría que la humanidad busque un avance en la moral tal y como busca avanzar en la ciencia, las artes, las matemáticas. Siendo así, buscaría potencializar los actos bondadosos y minimizar los actos dañinos, representando esto un avance como humanidad o sociedad.

Con base en lo anterior, la pregunta que podemos plantearnos es la siguiente: ¿cómo saber si algo es bueno o malo? o específicamente a lo que nos atañe en este texto: ¿cómo podríamos medir el progreso moral? Necesitamos algo así como una *máxima*, o un punto de referencia, para no divagar de teoría en teoría. Los profesores García y Arango (2010) plantean en el artículo *Neutralidad Valorativa de la Ciencia y el conflicto entre la Razón y las Pasiones*, y tenido en cuenta el legado de David Hume en *El Tratado De Las Pasiones* (1757) que la única manera de solucionar este embrollo es con *la simpatía*. Según ellos existen actos guiados por la razón y las pasiones. Pero, los mismos actos provenientes de la razón tuvieron como origen las pasiones. Así que será difícil poner en una balanza estos dos impulsos, ya que nunca sabremos realmente de dónde provienen y cuál sea el más acertado. Lo mejor será cultivar la *simpatía*. Esta característica parte de ver al otro

como alguien a la par de uno mismo, preocupándose por la mala fortuna de los otros y evitando así cualquier cosa que se considere como un posible daño.

“¿Cuál puede ser entonces la estrategia para enfrentar los problemas que plantea la enorme capacidad de destrucción que ofrece la ciencia cuando está al servicio de las pasiones equivocadas? Creemos que Hume puede, otra vez, decir cosas interesantes a este respecto. Para él, la moralidad se fundamenta en una clase especial de sentimientos que puede ser nombrados con el vago término “simpatía”. En ausencia de esta clase de emociones, la razón es impotente para introducir cualquier convicción moral o de consideración por los demás. O para decirlo de otra manera, la impasibilidad de la razón, si la consideramos totalmente aislada de las emociones, puede modificarse de modo favorable, para los intereses de la especie humana, recurriendo a lo que muchos han identificado como la fuente del problema; a saber, la esfera de las emociones. Si los seres humanos albergamos emociones como la compasión sincera (la sensibilidad frente al sufrimiento de los demás) podremos abstenernos de actuar “irracionalmente” y privilegiar los usos pacíficos de los descubrimientos científicos por encima de los destructivos. ” (Garcías y Arango, 2010, pag 7)

Un término parecido es la *empatía*. Esta es la capacidad que se supone tenemos todos los seres humanos de percibir los sentimientos, pensamientos y emociones de las demás personas. Esto está basado en el reconocimiento del otro como un individuo similar, con mente propia, y es una característica que se considera vital para la vida en sociedad -aunque esto es controversial porque la historia del hombre pareciera mostrar que muchas personas no han desarrollado esta capacidad-. Y, la *simpatía* es un término muy similar. Pero, este parte de la preocupación que se siente por las desgracia de otros. Creo que una conjunción entre *simpatía* y *empatía* podrían funcionar muy bien si las adaptamos para guiar las conductas de la vida en sociedad.

Habiendo hecho un contraste de las principales características entre ciencia básica y filosofía moral, y tras haber mostrado un poco la intervención de la filosofía moral

en la ciencia, y dejando la sutil idea de medir el progreso científico a la luz de la *simpatía*, pasaré a desarrollar la siguiente idea, la cual consiste en definir que es la palabra “axiología” y como la ciencia básica no se está excepta de tener color axiológico.

La axiología

La palabra “axiología” proviene del griego *ἀξιός*, que significa “valioso”. Es una rama de la filosofía que estudia la naturaleza de los valores y juicios. Es utilizada en campos como la ética, para aceptar o rechazar conductas; la estética, para catalogar algo como bello o feo; la religión, para establecer conductas en la comunidad ¿Y por qué no? En la ciencia para medir el avance científico, es decir, advertir y prevenir actos potencialmente perversos a través de los descubrimientos científicos.

Cada profesión comprende un código de ética profesional porque exige actividades prácticas e involucra decisiones. Toda actividad humana es susceptible de juicios morales y éticos. La ciencia básica hace parte de las acciones humanas, por esta razón no debería exceptuarse de tales evaluaciones por parte de la axiología. Por ejemplo: se espera de un médico que use todos sus conocimientos para actos bondadosos y no perversos. De hecho, todos los médicos antes de recibir su tarjeta profesional se comprometen con el juramento hipocrático, con el cual se comprometen a ejercer sus conocimientos con *conciencia* y *dignidad*. Este acto lo que en el fondo manifiesta es un reconocimiento del poder que tienen los médicos sobre las demás personas y se comprometen con el *buen* uso de su conocimiento.

Si los médicos lo hacen no veo por qué otras disciplinas deban exceptuarse de esto. Se esperaría que los maestros usen su conocimiento para incentivar la creatividad en sus alumnos y no para corromperlos. Se esperaría que los profesionales de la contaduría usen sus conocimientos para guiar las finanzas de una empresa, no para

robar la empresa en la que trabajan. Se esperaría que los ingenieros mecánicos usen su conocimiento para diseñar autos, no para contaminar la naturaleza. No encuentro razones para pensar que la ciencia básica deba exceptuarse de tales valoraciones. Creo que la humanidad espera que los científicos utilicen sus valiosos conocimientos de forma racional y bondadosa.

Es por ello que, en opinión de Bunge:

“Toda acción humana está orientada hacia valores: si es espontánea, porque busca alcanzar fines valiosos para el actor; si es deliberada, porque toda decisión es precedida de una evaluación” (Bunge, 1980:203)

Sobre esta base, podemos decir: si toda acción humana está orientada hacia valores (*i.e.*, no es libre de valores), y la ciencia básica involucra un conjunto de acciones. Luego, la ciencia básica no está libre de valores.

Esta conclusión ha sido ampliamente aceptada en la literatura filosófica. El asunto es que el tipo de valores que se considera que son operativos -o funcionales- en la ciencia, son fundamental y exclusivamente epistémicos, *e.g.*, la verdad o la búsqueda de la verdad.

Sin embargo, de acuerdo con la tesis central que he venido defendiendo, los valores morales sí que son operativos -y funcionales- en la ciencia básica. Justamente por ello, es indispensable identificar cuáles son esos valores operativos en “el espacio normativo” de la ciencia básica, lo cual puede se puede ilustrar a partir de la siguiente gráfica:

Espacio de los valores de la ciencia básica



Para mostrar por qué los valores morales también son operativos en la *ciencia básica*, un buen aliado, sin lugar a dudas es el filósofo Carl Hempel (1988) quien sostiene que estamos atravesando la era de la ciencia y de la tecnología. Es el momento en el que el hombre ha logrado los más grandes avances en estas disciplinas. Se sabe más hoy en día de todo aquello que lo rodea, como el lugar que habita y por supuesto de sí mismo. De igual manera, gracias a los progresos de la ciencia nuestra especie ha logrado conseguir cada vez más dominio de su espacio, de las cosas que usamos en él y el uso que le damos a las mismas. Nunca antes habíamos tenido tanto conocimiento a nuestro alcance.

Pese a todo este aumento del conocimiento científico y sus aplicaciones, ello trajo consigo la amenaza de algunos de los flagelos más antiguos y formidables del hombre, entre ellos el hambre y la pestilencia. O problemas más modernos como: La sobrepoblación y el calentamiento global. Si bien es cierto que, gracias a los avances de la ciencia mueren menos niños que décadas atrás y la esperanza de vida ha aumentado, también es cierto que esto ha conducido a una "explosión demográfica". De igual manera, nunca antes habíamos tenido tantas cosas, como artefactos tecnológicos, los cuales simplifican las tareas domésticas, laborales y

recreacionales. Incluso, no habíamos tenidos tantos adornos artificiales como la cantidad que existe hoy en día. O no poseíamos tantos conocimientos sobre la naturaleza y dominio sobre ella, como lo es ahora. Y, al mismo tiempo nunca antes habíamos generado tantos desechos o residuos en el planeta tierra y de esa misma manera algunos estados nunca antes habían tenido tanto poder y peligros a su alcance, como lo son las bombas nucleares que posee en este momento. Beneficios y destrucción ¿en la misma medida? Otra pregunta digna de indagación filosófica para esta tesis.

Es fácil señalar que la ciencia aplicada o la tecnología han tenido consecuencias perversas para la humanidad, recordemos que es un campo cuyo propósito cognitivo primordial está dirigido al *hacer*, y recordemos que las acciones las podemos evaluar como acciones *justas* o *injustas*, *sensatas* o *insensatas*, *racionales* o *irracionales*, *buenas* o *malas*, según la moral. Tales ejemplos como la creación de tantas cosas y desechos han dado malos frutos para la estabilidad de la vida humana, entre ellos la contaminación para el planeta tierra o la autodestrucción. Entonces, es fácil hacer hincapié en que son actos *destructivos*, *malos* o *perversos*. No obstante, considero que la ciencia básica no se salva de tal asunto, ya que esta también está mediada por el *hacer* además del deseo de *conocer*, miremos cómo sucede esto:

La ciencia básica aunque muy diversa y rica en explicaciones, está mediada o manipulada por el hombre. Es decir, esta solo se convierte en ciencia hasta que es objeto de estudio y es dominada por las intenciones del hombre. Por decirlo de alguna manera: las leyes están contenidas en la naturaleza, pero solo se convierten en ciencia hasta que son descubiertas por el hombre y comienzan a ser parte de su campo de estudio. Sin embargo, en lo que atañe a los juicios morales en la ciencia, no tiene sentido afirmar que las reacciones químicas son *buenas* o *malas*. La naturaleza simplemente existe, no es ni buena, ni mala en sí misma. No obstante, lo que hace el hombre con su conocimiento de la naturaleza, es decir, actuar con

base en ese conocimiento de determinada manera; y sus decisiones acerca de si sirve para x y y propósitos; es justo ahí donde la ciencia básica se convierte en un objeto de estudio para el dominio de la moral. En el preciso momento en el que el hombre substraer estos conocimientos de la naturaleza, justo allí la ciencia básica comienza a estar mediada por el hombre y recordemos que los actos del hombre sí que son susceptibles de valoraciones éticas.

Miremos algunos ejemplos que muestran la intervención de la moral en el dominio de la tecnología, donde no hay mucha controversia con que en efecto, es necesario hacer evaluaciones morales. Y, después miraremos como estas mismas cuestiones no son fútiles en el campo de la ciencia básica.

La evaluación moral en la tecnología:

Uno de los ejemplos que propone Hempel para mostrar cómo tienen lugar los juicios morales en la tecnología, nos permite ver cómo dentro del dominio de la medicina es necesario hablar de moral, concretamente en lo que atañe al uso de métodos anticonceptivos. Este método ha ido en aumento. Nunca fue tan fácil, seguro y efectivo evitar un embarazo como lo es en nuestros días. Pero, así mismo las religiones se han opuesto al uso de estos tratamientos, objetan que vamos en contra de la naturaleza o el plan divino, según sus creencias.

Acá vemos cómo un descubrimiento en la medicina, podría ser potencialmente perverso para algunos. Pues, ya no será suficiente pensar en la efectividad de estos sistemas o si cumplen o no con el deseo de conocer o controlar la naturaleza. Ahora resultará necesario pensar también en qué tan *buenos* o *malos* son estas técnicas para nuestra especie.

De lo anterior, surgen las siguientes preguntas acerca de ¿Cómo medir el avance científico? ¿si existe un avance, o un retroceso? Ya que por un lado utilizamos la

ciencia -la medicina- para prolongar la vida, al mismo tiempo que también la utilizamos para evitar la procreación y algunos no están de acuerdo con el control de este proceso “natural”.

Al igual que Hempel en *Science And Human Values*, creo que este tipo de acciones o decisiones requieren de una evaluación o intervención moral. Es una discusión de índole filosófica y no científica. Y, este es apenas uno de los muchos ejemplos para mostrar que las discusiones de la filosofía moral también deberían darse en el dominio de la ciencia.

Para apoyar este planeamiento podemos pensar en el ejemplo de las bombas atómicas, un ejemplo de tecnología militar: una bomba atómica o bomba nuclear es un dispositivo que obtiene una gran cantidad de energía explosiva por medio de reacciones nucleares. Su funcionamiento se basa en provocar una reacción nuclear en cadena sostenida. Estas se encuentran entre las denominadas armas de destrucción masiva. Los creadores de estas como Leó Szilárd (1898-1964), Yuli Jaritón (1904-1996), Yuri Trutnev (1927), Yuri Babayev (1928-1986), en un principio y según su filosofía dicen que se deben a su país, es decir, a los intereses de su nación. *Es como si dejasen a un lado sus principios éticos y morales personales y siguieran “otros imperativos éticos”* como profesionales de la física, las matemáticas, la ingeniería, entre otras. Este, es el ejemplo más claro de que estos científicos han abandonado los cuestionamientos morales por el afán de cumplir con intereses políticos que muchas veces resultan ajenos a ellos mismos. La discusión es de índole filosófica, ya que es un cuestionamiento de la ética y de la moral dentro de una disciplina en particular, en este caso la tecnología.

Creo que no existe mayor responsabilidad que la que recae sobre el mismo científico, pues es este quien conoce de mejor manera la creación y repercusiones que tienen sus prodigiosos artilugios. Es claro que su nación tiene una responsabilidad ética, moral, social, económica y demás sobre esta clase de situaciones. Pero, es solo el científico quien decide si se involucra en estas investigaciones o avances, es decir, (involucra el conocimiento científico con los intereses políticos), es el único que tiene la capacidad de advertir sobre las

repercusiones positivas o negativas a gran escala de sus investigaciones, ya que este es quien tiene mejor dominio sobre su campo.

Por ejemplo, en el accidente de Chernóbil ¿Dónde quedó la responsabilidad moral o ética de los científicos encargados? Las muertes y las consecuencias de este *accidente* nuclear fueron nefastas, trajo consigo muerte, cáncer, desplazamientos, enfermedades mentales y demás. Por un lado, un país puede sentirse muy poderoso y tranquilo al tener armas tan grandes. Pero, por otro extremo, esas mismas armas pueden ser su propio veneno mortal. Este reparo definitivamente le concierne al campo de la filosofía moral y la discusión una vez más resulta tan importante como también lo es la investigación de las reacciones químicas.

Hablar de los valores morales a partir de los dos ejemplos anteriores abre una discusión sobre las implicaciones y conclusiones morales en tecnología frente a lo que se considera bueno, malo o perverso para el ser humano en el trabajo que desarrolla la ciencia. Dicho en otras palabras: es la otra cara de una misma moneda. La discusión del progreso moral en las ciencias no resulta inútil o poco importante para el progreso de las mismas. La ciencia necesita de una evaluación o intervención moral.

Ahora miremos otra razón para no desasirnos de la responsabilidad moral en la ciencia: La evidencia histórica que ofrece Feibleman (1983) acerca de los descubrimientos científicos y como estos ejemplos resultan provechosos como argumento para no deshacernos de la responsabilidad moral que debe o tiene la ciencia básica. Pues, en estos se evidencia que en el momento en que se descubren estas leyes no se toman para proyectos potencialmente *benignos* ni *perversos*. En realidad, solo se trata de descubrimientos, cuyas aplicaciones potenciales pueden desconocerse por completo. Pero, es solo a partir de los años y las necesidades del entorno que se les da un uso, ya sea potencialmente bueno o malo en términos morales, sociales y prácticos.

Pasó mucho tiempo entre el descubrimiento o creación del Dinamo de Farady (1832) y la fabricación para un uso general en la industria (XIX). En un principio, este científico solo estaba probando unas cuantas reacciones con diferentes objetos. Pero, con el tiempo esta exploración condujo al diseño de uno de los artefactos más utilizados en la industria; gracias a su generación de energía esto que hoy llamaríamos una máquina, pero en su momento fue solo una exploración de objetos, puede crear o solventar cientos de actividades y cosas en la actualidad.

Otro de los casos que ofrece Feibleman, corresponde al estudio de las secciones cónicas. Estas fueron descubiertas por Apolonio de Perga en el siglo III a.c, cuando solo eran de interés intelectual. Pero, solo hasta el siglo XVII se aplicaron a la solución de problemas de la ingeniería, como la aerodinámica y la industria.

Con estos ejemplos acepto la idea de que un descubrimiento científico en el momento de ser descubierto puede no tomarse para actos perverso. No deseo comprometerme con la idea que los científicos deban cargar con la total responsabilidad de la práctica de sus descubrimientos a futuro. Acepto que esto es algo que se puede salir del control de los científicos. Mi argumentación va en otro sentido. Defiendo la idea de que los científicos tienen la potestad de involucrar o no sus conocimientos a intereses políticos, sociales, monetarios de manera premeditada.

Para cerrar este capítulo voy a ofrecer un ejemplo, el cual evidencia las intenciones premeditadas por parte de un científico, el cual involucra los conocimientos de la ciencia básica con intereses o fines particulares.

La ciencia básica posee color axiológico.

En apoyo del planteamiento de que la ciencia básica sí es susceptible de evaluación moral recurramos al caso del “ilustre” científico Fritz Haber, nombrado por algunos como un *benefactor de la humanidad* y por otros como un *criminal de guerra*. No pretendo desconocer las sorprendentes investigaciones científicas de Haber al

inventar el proceso químico gracias al cual hoy en día se alimenta la humanidad. Pero, sí pretendo señalar como este científico hizo un uso *inadecuado* de sus *brillantes* conocimientos en ciencia básica para cumplir con intenciones particulares, personales y sociales, completamente ajenas a los objetivos de la ciencia o la ética profesional.

“Casi la mitad del Nitrógeno empleado en los cultivos del mundo se extrae, no de fuentes naturales, sino de fábricas de Amonio que emplean el proceso Haber-Bosch. Según estimaciones cautelosas, dos mil millones de personas, mayormente en Asia, no sobrevivirían sin el invento de Fritz Haber. Según otras estimaciones cautelosas, gran parte de las casi 100.000 muertes por gas venenoso en la Primera Guerra Mundial, se deben a otra de las innovaciones exitosas de Haber: un método novedoso para utilizar cloro en forma de gas como arma química. El mismo Haber dirigió personalmente la aplicación de gas clorine contra los enemigos de Alemania durante la Primera Guerra Mundial.” (Langer Marcos, 2017, pag 180)

Haber utilizó sus conocimientos a gran escala para atacar a sus contrincantes. El mismo Haber acepta que en ese momento como científico se debe a “su nación”. Este es un claro ejemplo de cómo un científico renuncia a la ética profesional para servir a objetivos militares y políticos.

Por supuesto que la ciencia necesita de una intervención moral y compromiso ético para el avance de la misma o sino sería usada por muchos como una herramienta de doble filo. Y, claramente lo que se espera de la ciencia es conocimiento no *maldad*.

El análisis filosófico de las implicaciones morales es indispensable no sólo para el cultivo de *la empatía*, sino también para saber utilizar las herramientas que la ciencia nos proporcionad de forma racional y en beneficio de toda la especie humana y no para su propia destrucción. Es irracional hacernos daño a nosotros mismos con

herramientas que podríamos utilizar para calmar el hambre, curar el cáncer, conservar el lugar que habitamos y mantener en el tiempo todo aquello que nos hace humanos. En todo caso la ciencia tiene diferentes características y objetivos. Pero, nunca se ha dicho que uno de ellas sea satisfacer intereses particulares o causar daño de forma premeditada.

Conclusiones:

La distinción entre ciencia básica y ciencia aplicada es un problema de clara índole filosófico. Mientras los científicos están buscando leyes, formulando hipótesis o planeando viajes espaciales; los filósofos estamos tratando de comprender cómo se comportan su campo de estudio y cómo podemos diferenciar los dominios que existen dentro de este. Por lo tanto, podemos decir que estos dos conceptos encarnan diferencias substanciales y su diferenciación nos abre un panorama a la comprensión del trabajo de la ciencia en general.

Actualmente la ciencia básica y la ciencia aplicada son como hermanas, tienen una relación bidireccional que les permite avanzar en sus investigaciones. Y, aunque existió por mucho tiempo la ciencia básica sin la ciencia aplicada hoy en día es necesaria la ciencia aplicada para algunos de los proyectos que lleva a cabo la ciencia básica.

Es muy importante distinguir entre ciencia aplicada y tecnología. Fácilmente se pueden confundir porque tienen muchas características similares. Pero, el pilar de esta distinción radica en comprender la finalidad de cada una. Recordemos que la ciencia aplicada tiene como objetivo estimular los conocimientos de la ciencia básica, mientras que la tecnología tiene objetivos netamente comerciales.

Definir que son los valores morales y decidir si podemos utilizar estos para medir el progreso científico, de entrada es una cuestión de la filosofía moral. Pues, es al filósofo de la moral al que le atañen tales cuestiones. Mientras el científico está tratando de comprender como se comporta la naturaleza, el filósofo anda preguntándose si el dominio que el hombre tiene sobre la naturaleza podría resultar maligno o benigno para la humanidad.

Existe evidencia histórica que muestra que la ciencia básica ha sido utilizada con fines perversos, tal como y lo ilustra el caso de Fritz Haber, un científico que abandonó su ética por cumplir con otros objetivos utilizando de manera premeditada la ciencia básica.

Mientras los descubrimientos científicos sean dominados por el hombre podremos medir este dominio desde la moral, como de hecho sucede con todas las acciones humanas.

Bibliografía:

- Bunge, Mario (1985), Seudociencia e ideología, Alianza editorial S.A
- Feibleman, Ciencia pura, ciencia aplicada, tecnología, 1961, he Johns Hopkins University Press on behalf of the Society for the History of Technology.
- Galileo, Diálogos sobre los dos sistemas máximos del mundo, 1632, Batista Landini.
- García y Arango, La neutralidad valorativa de la ciencia y el conflicto entre la razón y las pasiones, 2010, Discusiones filosóficas.
- Guillermo Pineda Gaviria, Leonardo da Vinci, un hombre de su tiempo, 2009, Revistas Universidad de Antioquia.
- Gunnar Myrdal, An American Dilemma, 1944, Editorial: Harper y hermanos.
- Hempel, 1998, Science And Human Values, Philosophy of science, Prometheus Books.
- Hugh Lacey, Is Science Value Free?, 1999, London and New York.
- Langer Marcos, Langer Marcos, 2017, Revista americana de medicina respiratoria.
- Mitcham, ¿Qué es la filosofía de la tecnología?, 1989, Editorial del hombre Anthropolos.
- Quintanilla, Tecnología: Un enfoque filosófico y otros ensayos, 2017, Fondo de cultura económica.
- Rousseau, Discurso sobre Las ciencias y las artes, 2001, Edorial El Ateneo y Editorial Libsa.