



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Filosofía

**Consideraciones epistemológicas de la tecnología
electromagnética**

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de:
Maestro en Filosofía Contemporánea Aplicada

Presenta:
Ernesto Morales Pérez

Dirigido por:
Doctor José Luis González Carbajal

Santiago de Querétaro, Qro. Septiembre 2021



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Filosofía
Maestría en Filosofía Contemporánea Aplicada

Consideraciones epistemológicas de la tecnología
electromagnética

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el título de:
Maestro en Filosofía Contemporánea Aplicada

Presenta:

Ernesto Morales Pérez

Dirigido por:

Dr. José Luis González Carbajal

Dr. José Luis González Carbajal
Presidente

Dr. Gabriel Alfonso Corral Velázquez
Secretario

Dr. Mauricio Ávila Barba
Vocal

Mtra. Yazmín Elena Hernández Tisnado
Suplente

Mtro. José Mario Melchor González
Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro.
Septiembre 2021
México.

DEDICATORIA

A mi padre que al compartir conmigo su profesión dio pie a muchas de las preguntas que aquí se desarrollan. Y a mi pareja por su apoyo incondicional.

Dirección General de Bibliotecas UNO

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Consejo de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y a la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ) por su apoyo y patrocinio sin los cuales este trabajo no hubiere sido posible.

Un gran agradecimiento a mi director y lectores por sus consejos y enorme paciencia, sobre todo en estos tiempos tan complicados en que nos ha tocado realizar esta investigación.

Agradezco además a mis compañeros que hicieron de este proceso algo más amigable y divertido. Agradezco igualmente a mis lectores y profesores sin cuya labor este trabajo no podría completarse. Y a Juan José Nava por el apoyo.

Y un agradecimiento final a todo los involucrados en los procesos burocráticos y sobre todo a la jefatura de Investigación y Posgrado de la Facultad de Filosofía por su atenta y cordial dirección y apoyo en todo lo que he necesitado.

ÍNDICE:

Resumen	7
Summary	8
I. Introducción / planteamiento del problema y justificación	9
II. Antecedentes/estado del arte	11
III. Fundamentación teórica	13
IV. Hipótesis o supuestos	15
V. Objetivos	16
VI. Metodología	17
VII. Hacia Una Noción De Conocimiento Como Acto	19
Introducción	19
1.- Realismo	21
2.- La Desvalorización De La Práctica	25
3.- La Teoría Como Abstracción Y Representación	30
4.- Habitar El Mundo Transformándolo Y El Conocimiento Como Acto	32
5.- El Lugar De La Tecnología (Resultados y Discusión)	35
VIII. Electromagnetismo E Historia	41
Introducción: Electromagnetismo	41
1.- Una Historia De Accidentes No Gratuitos	45
2.- Una Historia De Intereses	50
3.- Una Historia De Ciencia Y Tecnología	58
4.- Teoría Contra Práctica	63
IX. Conclusiones	68

X. Interviniendo Para Representar	69
1.-Guiones	70
Bibliografía:	74

ÍNDICE DE IMÁGENES:

Imagen 1	43
Imagen 2	44

Resumen

Existe una tendencia constante en la filosofía de ver a la teoría como sinónimo de conocimiento científico, tendencia que excluye otras actividades y prácticas que componen al conocimiento científico, y por lo cual el presente trabajo pretende de la mano de los conceptos de representar e intervenir de Ian Hacking proponer una visión diferente de conocimiento científico, donde éste no sea limitado a teoría científica, sino como una acción que integra diferentes aspectos que no pueden ser reducidos a lo teórico. A su vez se retoma el mismo trabajo realizado para reconsiderar la perspectiva que se tiene de la tecnología, para verla no como un conjunto de artefactos sino como un sistema activo o, lo que es lo mismo, como una acción compleja. Para realizar esta tarea además del uso de conceptos, se emplean ejercicios historiográficos para solidificar la idea y a su vez profundizar en la complejidad que hace de la ciencia y la tecnología un acto, a la par de desmentir dogmas en torno a la forma en que deben ser vistas. Finalmente, a manera de ejercicio que vuelve de este trabajo un acto más práctico, se generan un conjunto de herramientas audiovisuales que permitan llevar las reflexiones del presente trabajo a un público más amplio que el académico.

Palabras clave: Ciencia, Tecnología, Filosofía, Epistemología, Teoría.

Summary

There is a constant tendency in philosophy to see theory as synonymous with scientific knowledge, a trend that excludes other activities and practices that make up scientific knowledge, and for this reason the present work intends hand in hand with the concepts of representing and intervening in Ian Hacking propose a different vision of scientific knowledge, where it is not limited to scientific theory, but as an action that integrates different aspects that cannot be reduced to the theoretical. At the same time, the same work carried out is taken up to reconsider the perspective that one has of technology, to see it not as a set of artifacts but as an active system or, what is the same, as a complex action. To carry out this task, in addition to the use of concepts, historiological exercises are used to solidify the idea and, in turn, delve into the complexity that makes science and technology an act, while disproving dogmas about the way in which they should be seen. Finally, as an exercise that makes this work a more practical act, a set of audiovisual tools are generated that allow the reflections of this work to be brought to a wider audience than the academic.

Keywords: Science, Technology, Philosophy, Epistemology, Theory

I. Introducción / planteamiento del problema y justificación

El presente trabajo pretende contrastar diversas formas en que se concibe el conocimiento científico dentro de la filosofía, contrastes que permitirán vislumbrar el valor e importancia de la intervención y modificación de la realidad dentro del concepto de conocimiento. Se mostrará cómo dentro de la concepción filosófica dichas labores y prácticas de la ciencia suelen ser infravaloradas pese a que poseen una importancia sobresaliente. Se pondrá así mismo de manifiesto que para el estudio del conocimiento científico no se puede o no se debe limitar el filósofo solo al estudio de las teorías y abstracciones, sino que debe incorporar la relevancia de la experimentación, la tecnología, y el contexto que le construye para entender el papel que juega en el mundo dicho conocimiento.

Comprender el conocimiento científico como actos trae consigo la necesidad de realizar análisis no en teorías únicamente, sino en casos concretos, los cuales serán tomados de la historia del desarrollo del conocimiento electromagnético. Para realizar el análisis se emplearán casos de estudio del electromagnetismo por dos motivos: el primero es porque poseen de sobra casos concretos en los que se puede ver que la simple teorización y abstracción de la realidad no reúnen las condiciones para que esta sea considerada un conocimiento, y por otro lado, el electromagnetismo al poseer casi por completo “objetos” no perceptibles a la vista humana suele entenderse como un estudio abstracto.

Debido al carácter teórico que suele poseer el estudio filosófico de la ciencia y la tecnología resulta de vital importancia reflexionar sobre el impacto y valor de comprender el conocimiento científico como actos y no solo como teorías. Comprender cómo acto, es comprender la multiplicidad del conocimiento y su manera de actuar sobre nuestras vidas.

Entender a la ciencia como actos incluye la integración de lo práctico y lo tecnológico dentro de lo que entendemos como conocimiento científico, esto facilita tener una visión más amplia e interdisciplinaria de dicha labor, así como la importancia de los factores históricos, sociales y humanos dentro de la ciencia para no entenderle solo como la solidificación de ideas en teorías.

Este trabajo está dividido en tres capítulos: En el primero, se pretende analizar algunas de las formas en que se suele convivir con la idea de conocimiento científico y tecnológico dentro de la filosofía, ahondando en las formas que se edifican dichos conocimientos, las cuales tienden a dar primacía a la teoría por encima de la práctica. Por lo cual se pretende mostrar alternativas a esta ideología (o ideologías) dominantes, partiendo de la propuesta pragmatista o semipragmatista que presenta Ian Hacking en su libro: Representar e intervenir.

En el segundo, y como fundamento histórico del primer capítulo, se llevará a cabo el ejercicio de hacer una breve descripción historiográfica de las condiciones y formas en que el conocimiento científico y tecnológico confluyen en el conocimiento electromagnético. Dichas descripciones proporcionarán unos cuantos casos de estudio que se espera permitan visualizar errores de la clásica forma de concebir el conocimiento para poder generar una propuesta desde las conclusiones del capítulo que le antecede.

Finalmente, en el tercer capítulo, se recogerán las reflexiones y se sintetizarán en algunas propuestas educativas en formato audio-visual, que se pensarán para un público general que, si bien estará centrado en este caso para su posible empleo en las áreas filosóficas, se procurará mantener un lenguaje y unos ejemplos que permitan que sean de utilidad para cualquiera que tenga interés en lo referente a la tecnología y la ciencia.

II. Antecedentes/estado del arte

Con regularidad el estudio filosófico de la ciencia está centrado en las teorías y su cercanía con la verdad. La noción racionalista que suele fundamentar los realismos busca una verdad que comúnmente toma la forma de la correspondencia Aristotélica de confirmar palabras con la realidad. Sin embargo, irónicamente en estos estudios la confirmación parece poseer poco o nulo valor y no es más que a lo sumo una herramienta más de la teoría.

Esto en sí mismo es ya un antecedente amplio que viene desde la Grecia antigua y que persiste hasta nuestros días, una tradición dentro de la cual se suele colocar a las prácticas y acciones muy por debajo en importancia en relación con el trabajo de abstracción, mismas que suelen fungir como un marco al que debe ceñirse la realidad. Este prejuicio que desprecia a lo práctico persiste a pesar de que la revolución científica del siglo XVII criticó esta postura centrada en la abstracción y los libros. Y es esta crítica de la que nace junto a pensadores como John Locke y Francis Bacon en la historia de la filosofía, la idea de la búsqueda del conocimiento científico a través de la experimentación, o bien de los sentidos (empirismo), como puente entre el mundo y la mente.

Esta clásica disputa entre racionalismo y empirismo desembocará en múltiples soluciones, sin embargo, la de mayor relevancia para este estudio será la postura pragmatista, principalmente en la visión de Dewey. John Dewey critica a los filósofos que al realizar sus estudios de la ciencia se centran en lo teórico e ignoran lo práctico, ya que lo práctico es la forma en que opera la ciencia en la actualidad. Afirma que este prejuicio es muchas veces un vicio que busca de manera indirecta legitimar a la filosofía por encima de todo otro conocimiento. (Dewey, 1952)

Este será un punto decisivo, porque si bien no se seguirá al pie de la letra en esta investigación, sí dará pie al estudio de algunos autores, que siguiendo estas ideas desarrollaran un pragmatismo e instrumentalismo que mantendrá latente esta postura. De entre ellos destaco a Ian Hacking, quien partiendo de dichas ideas podrá realizar una crítica que concluye con la comprensión del trabajo científico como experimentación, encontrando lo real en la forma en que podemos manipular los objetos y el mundo que nos rodea, generando otra manera de entender el conocimiento científico, el cual será siempre cambiante tanto en método como en suceso. (Hacking, 1983)

Destaco dicho trabajo pues será la base del desarrollo de la presente de tesis, sin embargo, será apoyado en trabajos semejantes como la obra de Nancy Cartwright, los estudios de filosofía de la ciencia tales como los de Miguel Ángel Quintanilla y Javier Echeverría entre otros.

Por su parte el apartado de los estudios de caso será tomado de historias de la ciencia, y reposaran sobre la tradición del historicismo de la ciencia fundada en Thomas Kuhn, la cual es revisada y empleada de igual manera por Ian Hacking.

III. Fundamentación teórica

La base conceptual primordial de este trabajo se encuentra en los conceptos de Ian Hacking: “representar” e “intervenir” que expresan las principales formas de interacción del conocimiento científico. Estos conceptos justifican su postura, dentro de la cual las teorías y sus objetos postulados se diferencian, pues su realismo encuentra fundamento en los objetos postulados por las teorías, los cuales pueden demostrar su realidad en tanto los podemos manipular y modificar el mundo con ellos. Por el contrario, las teorías siguiendo los principios enunciados por Cartwright, en *How the Laws of Physics Lie* (1983) pueden mentir ya que los fenómenos reales distan mucho de los contextos imposibles de la idealización de una teoría como lo son el vacío o la ausencia de otras fuerzas ajenas a la estudiada.

Los conceptos “representar” e “intervenir” son conceptos primordiales pues estos se ocupan de los elementos en los que se centra esta investigación, y al igual que su autor se podrán emplear para analizar las premisas realistas de otros autores.

Por su parte la concepción pragmática de ciencia de John Dewey permite eliminar la separación que suele darse en los conceptos de lo teórico y lo práctico, punto de partida que permite repensar cómo se gesta el conocimiento y cómo nos relacionamos con él. Dewey al evidenciar la falsa dualidad entre el pensar y el actuar vuelve perceptible de igual manera que el estudio filosófico suele ser propenso a elevar lo abstracto por encima de lo práctico pues esto fundamenta la importancia de la filosofía por encima de otras formas de entender el mundo. Esta acción suele afectar la manera en que se aborda el estudio de la ciencia, problema que debe ser prevenido en los estudios filosóficos de la ciencia y la tecnología.

Será importante analizar los conceptos de realidad y el de verdad, (como correspondencia con la realidad), pues analizarlos desprovistos de la visión que sobrevalora la teoría permitirá evidenciar el valor fundamental de la tecnología y

de la experimentación, factor que para comprender a la ciencia contemporánea nos resultará imprescindible, ya que permite ver que la experimentación y la tecnología son el nexo de mayor importancia con el mundo que nos rodea. Al menos desde Galileo y la creación del telescopio.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

IV. Hipótesis o supuestos

La hipótesis que sustenta el presente trabajo es que el conocimiento científico no se limita a teorías y abstracciones sino que comprende actos, lo cual quiere decir que el conocimiento científico es un fenómeno múltiple que incluye lo tecnológico, lo histórico, lo experimental, etc., y que dicha complejidad no es solo un capricho de estudio sino lo que da sentido a dicho conocimiento y permite traerlo a un horizonte más cercano a nuestras vidas.

V. Objetivos

Objetivo general: Explicar cómo se compone y se desarrolla un conocimiento como acto, para compararlo con un conocimiento teórico, permitiendo evidenciar las ventajas de entender al conocimiento científico como acto para su estudio y comprensión desde la filosofía.

Objetivos específicos:

I. Comparar diversas formas de abordar el concepto de conocimiento científico dentro de la filosofía para evidenciar tanto el desprecio a lo práctico como su valor y utilidad.

II. Interpretar y desarrollar los conceptos de Ian Hacking “representar e intervenir”, para poder emplearlos como herramienta que nos permita ver la relación entre la modificación de la realidad y la creación de teorías e ideas en lo científico.

III. Desarrollar el concepto de “conocimiento como acto”, como un medio de contraste con la idea común del conocimiento como un elemento abstraído de la realidad.

IV. Emplear ejemplos de la historia de la ciencia electromagnética para mostrar cómo todo conocimiento procede de actos históricos específicos que son siempre diferentes y reinterpretables.

V. Generar un grupo de videos que expongan las principales ideas concretadas en este trabajo escritos con la finalidad de su difusión.

VI. Metodología

El método que se empleará para realizar esta investigación tendrá su punto de partida en el análisis del concepto de “conocimiento científico” empleado en la filosofía. Este suele ser entendido como teoría, de manera directa o indirecta, y puesto de manera dicotómica con la práctica: la dicotomía entre teoría y práctica lamentablemente no siempre es solo sinónimo de distinción entre ambas, sino que posee un uso como juicio de valor que a la vez que eleva el valor de lo teórico genera un desprecio hacia lo práctico. Por ello me resulta primeramente menester evidenciar tales juicios de valor y mostrar que no son más que presupuestos que además de ser falsos generan un distanciamiento entre lo entendido como conocimiento científico y el mundo.

Una vez descartado el problema de la infravaloración de lo práctico y deshecha la dicotomía con lo teórico, se optará por el empleo del concepto de “representar” de Ian Hacking para desarrollar el diálogo y suplir el concepto de lo abstracto o lo teórico, ya que estos conceptos poseen una carga negativa que se desea evitar. Por otro lado la representación como concepto juega un papel más significativo en la relación de un sujeto con el mundo y con los demás permitiéndonos comprender lo objetivo no solo como abstracción, sino como un conocimiento que se separa de lo personal para llegar a lo social (público).

De igual manera se rescatará el concepto de intervención del mismo autor, pues de manera semejante nos evita la confrontación con la dicotomía de la praxis con la teoría. Así mismo el empleo del concepto “intervenir” da valor y sentido al quehacer del experimento y al de la tecnología, como modificación de la realidad.

Una vez acatada esta relación entre “representación” e “intervención” se vuelve más simple comprender el conocimiento como un acto. Pues una vez que se comprenda que el conocimiento posee contexto histórico, intenciones,

representaciones e intervenciones se vuelven algo más comprensible y accesible, sobre todo en lo referente a su relación con el mundo, en contraste con la separación del mundo que trae consigo lo teórico.

Siguiendo esta línea argumental, es vital no reducirse a lo conceptual y emplear actos concretos como casos de estudio para observar el desenvolvimiento del conocimiento científico. No se emplearán partes de la teoría física del electromagnetismo, sino casos históricos concretos del desarrollo del conocimiento físico del electromagnetismo, que a diferencia del empleo único de lo teórico nos permitirá ver como el conocimiento se construye y se relaciona con el mundo.

VII. Hacia Una Noción De Conocimiento Como Acto

Introducción

Considerar la epistemología contemporánea difícilmente puede ignorar al conocimiento científico, el cual, como todo otro conocimiento se encuentra en el seno del problema de si lo que conocemos es real o no. Dicho de otra manera, considerar la epistemología contemporánea requiere preguntarse si el conocimiento y los productos de la ciencia son reales, y esto es en principio lo que el realismo científico aborda.

A estos cuestionamientos añado el problema de saber si las formas en que modificamos e interactuamos con el mundo son parte de esta forma de conocerlo, pregunta que construyo desde la aportación del realismo de entidades, que parte de las interacciones y experimentos, del cual Ian Hacking afirma que: "No es pensar acerca del mundo, sino cambiarlo lo que al final tiene que hacer unos realistas científicos" (1983, p. 16)

Pensar de esta manera el problema nos lleva a considerar la epistemología de lo tecnológico y a su vez y tal vez sin desearlo, a enfrentarnos con el problema constante del olvido de la práctica o su pobre valoración por parte de las filosofías del realismo científico. Pues estas suelen estar enunciadas en torno "a una actitud epistémica positiva alrededor del contenido de nuestras mejores teorías y modelos" (Chakravartty, 2017). Es decir, una consideración de lo científico sólo como teorías y modelos donde lo práctico de la ciencia y la tecnología que le acompaña son en todo caso un producto (output) de la ciencia.

De igual manera lo describe Van Fraassen: "el término "realismo científico" designa una posición precisa sobre la cuestión de cómo debe ser entendida una teoría científica" (1980, p. 21). De nuevo se evidencia que el realismo tiende a

entenderse como un dialogo entorno a lo teórico y que en el mejor de los casos olvida antes que ignora el valor de lo práctico.

Este problema lo considero principalmente una mirada incompleta del conocer dado que el conocimiento de la realidad tiene una profunda relación con la forma en que interactuamos con y en ella, pues siguiendo las ideas de Hacking: "Pienso que la realidad tiene que ver más con lo que hacemos en el mundo que con lo que pensamos acerca de él" (1983, p. 36)

Esto me lleva a analizar los conceptos de representar e intervenir de Hacking como una herramienta que permite desarticular esta forma de entender a la teoría como elemento abstracto y reinterpretarla como una descripción o una forma de entender el mundo (representar) que es indispensable para poder habitarlo, y que a su vez necesita de la interacción (intervenir) con el mundo para construirse, transformarse y entenderse. Con lo cual espero no sólo visualizar la forma en que entendemos a la ciencia sino también a la tecnología, esto a partir del ejercicio que la complejidad de los actos permite obtener.

Debo resaltar que no pretendo desvalorizar el trabajo científico, ni su utilidad. Tampoco deseo demostrar que las ciencias, sus teorías y conocimientos se equivocan. Por el contrario, mi intención es desmentir algunas falsas ideas que se forman en torno al conocimiento científico, por lo que será necesario esbozar como estas falsas ideas se han construido como conocimiento, es decir, que es lo que les ha dado su presunta validez. También trataremos de evitar la fe ciega, digna de las religiones, pero no de un pensamiento o conocimiento científico, ni de cualquier pensamiento crítico en general.

Aclarado lo anterior, me remito a mencionar que el presente capítulo abordará las facetas principales del realismo y el antirrealismo, y como estas alimentan las tradiciones filosóficas, que aparentan reivindicar su propio valor a través de un intento por justificar la ciencia, sin considerar en general la forma en que se practica la ciencia en la actualidad y cómo ésta genera su conocimiento.

Finalmente, a través de la comprensión del concepto de “experimento” de Ian Hacking y de algunos trabajos de John Dewey, trataré de presentar lo que yo entiendo como conocimiento, comprensión que en su mayoría está basada en los autores mencionados.

1.- Realismo

Se les llama realistas a aquellos que consideran que las teorías se aproximan a la verdad o son verdaderas. Por ejemplo, un realista ingenuo diría van Fraassen es aquel que cree que “La imagen que la ciencia nos da del mundo es verdadera, fiel en sus detalles, y las entidades postuladas en la ciencia existen realmente: los avances de la ciencia son descubrimientos, no invenciones.” (1980, p. 22). Pero siguiendo con sus propios argumentos difícilmente algún filósofo se “comprometería a tanto”.

De igual forma un antirrealista será quien niegue una o más de las afirmaciones del realismo, así el antirrealista, considera que las teorías o bien no son verdaderas o no hay manera de saber que son verdaderas, y que sus entidades son o bien meras construcciones lógicas o modelos funcionales, y no existen en realidad o, al menos, que no hay razón o evidencia suficiente para creer que son o existen como lo postula una teoría.

Debemos además destacar la diferencia que realiza Ian Hacking (1983) entre un realismo de entidades y un realismo de teorías. El realismo de las teorías, abordará el tema de la verdad o falsedad de las teorías, o en su defecto su “cercanía a la verdad”. El realismo de entidades se tratará de la existencia de las entidades postuladas por las teorías, como lo sería un campo electromagnético o una línea de recorrido del campo magnético.

El realista de teorías aceptará que la teoría es verdadera o se aproxima a la realidad. Por su parte un antirealista por ejemplo un instrumentalista científico

puede comprender a la teoría solo como "herramientas o instrumentos diseñados para manejanos predictivamente con, o intervenir en, la Naturaleza" y que "la existencia de una determinada entidad no aporta ninguna ganancia teórica." (Rivadulla, 2015, pp 146-147)

Sin embargo, un realista de las entidades difícilmente es un antirrealista de las teorías, pero ello no es imposible. Por ejemplo, Ian Hacking encuentra en la interacción de las entidades el sustento para su idea realista, pues comprende a la teoría como un modelo que puede o no ser verdad, sin embargo, sabe que no puede dudarse de que hay entidades interactuando y modificando el mundo dentro de los experimentos. Aunque esto es criticado severamente por Hilary Putman pues parafraseándole la compenetración entre hecho y teoría no es separable ni siquiera en la imaginación (1999, p. 91)

Si bien ningún filósofo se compromete a tal punto de considerar como descubrimientos las teorías científicas o las entidades propuestas por las teorías científicas, se vuelve evidente que es alrededor de las teorías donde se desarrollan la mayor parte de los análisis filosóficos de la ciencia.

Las teorías y sus entidades postuladas son en general las ideas que dan paso a las edificaciones intelectuales de los filósofos de la ciencia. Y si bien aparenta ser una discusión en torno a ¿qué es lo real? o ¿cómo percibimos la realidad?, se mantiene siempre como estructura base la búsqueda de la "verdad" en los términos aristotélicos de correspondencia, es decir: correspondencia entre lo que se predica que "es" y lo que "es"¹, o dicho en palabras de Popper: "Una proposición es verdadera si, y solo si, corresponde a los hechos" (1985, p. 53)

¹ Aristóteles. Metafísica. Libro IX, capítulo 10, 1051b-5. Donde se enuncia: "Dice la verdad el que juzga que lo separado está separado y que lo unido está unido, y dice falsedad aquel cuyo juicio está articulado al contrario que las cosas, ¿cuándo se da o no se da lo que llamamos verdad o falsedad? En efecto, ha de analizarse en qué decimos que consiste esto. Desde luego, tú no eres blanco porque sea verdadero nuestro juicio de que tú eres blanco, sino, al contrario, porque tú eres blanco, nosotros decimos algo verdadero al afirmarlo".

que en este punto es la correspondencia entre lo que predica una teoría y lo que ocurre en la realidad. (Aristóteles, trad. en 1994)

Esta búsqueda de la correspondencia mantiene siempre la estructura de fondo de dar más valor, o en su defecto, sólo valor al conocimiento teórico y mantiene al conocimiento práctico como un mecanismo para alcanzar la teoría, o una forma de comprobarla. Se sobrevalora al conocimiento teórico y se desprecia a la acción individual.

Lo práctico es poco mencionado y las desproporciones en torno a la correspondencia entre teoría y realidad se transforman en no más que en dudas que terminan adquiriendo sentido a manera de modelos y funciones lógicas. Al parecer se puede dudar de la perfección de una teoría, pero no puede dudarse de su existencia. Pareciera que en el fondo se cree, como en la formulación del realismo ingenuo de van Fraassen, que la universalidad está guardada en algún lugar, y que tal vez sólo falte la medida correcta, o la operación indicada para descubrirla. "La ciencia descubre, no inventa." (1980, p. 22)

La ciencia, o al menos la ciencia como la predica la filosofía, mantiene la estructura Aristotélica:

El hombre de experiencia es considerado más sabio que los que poseen sensación del tipo que sea, y el hombre de arte más que los hombres de experiencia, y el director de la obra más que el obrero manual, y las ciencias teóricas más que las productivas. (Aristóteles, trad. 1994, 981b 30)

Aristóteles realza el valor de lo teórico, pues el hombre de experiencia, es decir, el hombre que posee la memoria de lo que ha sucedido antes, es más sabio que el que sólo ha percibido por vez primera o que sólo se guía por sus sentidos sin tomar en consideración lo sucedido con anterioridad, y del mismo modo, el hombre de arte, es decir, aquel que busca las causas, es más sabio que el que se guía por la experiencia.

Por lo tanto, siguiendo estas ideas de Aristóteles podemos afirmar que lo importante en torno al conocimiento reside en el conocimiento de las causas. Y si de todas las ciencias la filosofía es la ciencia las causas más generales, es entonces ésta, la filosofía, la ciencia más elevada de todas. No es de extrañar por tanto que los filósofos sean como afirma John Dewey no sólo los que más han desarrollado esta idea de valor superior en la teoría, sino que “el menosprecio de la acción, del obrar y del hacer, ha sido cultivado por los filósofos.” (1952, p. 4).

Dirección General de Bibliotecas UFG

2.- La Desvalorización De La Práctica

Parece la presentación de una dualidad cuando se habla del diálogo entre la teoría y la praxis, se suele pensar a lo teórico como aquello que debe ser alcanzado o creado en nuestra mente, y a la praxis como aquello que se crea o se accede a través de la experiencia que tenemos con el mundo. Sin embargo, hay que percatarse que en la mayoría de los casos la praxis no es entendida así. La praxis suele reducirse o encontrar sentido sólo dentro de los límites de lo teórico, pues las experiencias prácticas sólo suelen ser comprendidas como una forma en que la razón se acerca a la realidad, como si la razón fuese el molde al que debe ceñirse la realidad.

La praxis es por tanto una forma o bien de moldear el mundo que presentan las teorías o bien una forma de confirmar lo que la teoría afirma. Y es por ello que da la impresión de que en la filosofía tanto la teoría como la praxis parecen retraerse a la abstracción, a lo teórico. Y que la praxis y la experiencia adquiere su valor sólo como complementos y sólo son importantes como un mecanismo de inducción o un soporte de lo ya abstracto. Por lo cual podemos decir que, en estas formas de entender la realidad, la razón ya ha logrado matematizar el mundo y, por tanto, el mundo ya se encuentra en la razón.

Este desprecio por lo práctico hace creer que la única discusión posible es la de la correspondencia de la teoría con la realidad como único recurso para conocer y entender el mundo. Por ello encontramos tan importante la relevancia del diálogo en torno al realismo, pues el realismo plantea un conjunto de ideas que buscan entablar esta relación entre las ideas y la realidad, o en su defecto de lo sensible con una realidad que se encuentra en la mente.

Por ello pareciera que el mundo está guardado al menos desde el Eidos platónico en lo abstracto, en un mundo que no es el nuestro y pensar en la ciencia hoy, también desde los contextos de la filosofía parece remitir a una

discusión en torno solo a teorías, motivo por el cual no es de extrañarse que la discusión central en la filosofía de la ciencia sea el realismo y por tanto a su vez el antirrealismo.

Se deben por tanto construir otras formas de entender a la ciencia y el conocimiento, como ya lo ha realizado Ian Hacking siguiendo a John Dewey. Para esta tarea Hacking señalará los abusos de una tradición que ve mayor valor en las teorías que en el experimento, y por ello se da a la tarea histórica de reunir diferentes formas de cómo se han desarrollado los conocimientos científicos en la historia.

Por ejemplo, Hacking (1983) expone lo que él llama "La historia de la teoría", dentro de lo cual siempre se considera el valor preponderante de la teoría por encima del valor de la práctica, generando, por ejemplo, fenómenos como el encubrimiento que realizó Ampère de sus propios experimentos, en específico de los que precedieron a sus teorías, encubrimiento que realizó en base a sus creencias entorno a que el estudio de las ciencias teóricas era el estudio de los nómenos (la cosa en sí) , razón por la cual ocultaba los rastros de los pasos previos a la teoría, pasos que le permitieron llegar a ella, generando una exagerada "perfección" con la que presentaba sus teorías, lo cual como describe Maxwell: "Nos hace sospechar que, como él mismo nos dice, descubrió la ley por un proceso que no nos ha mostrado, y que, después de haber construido una demostración perfecta, removi6 todos los rastros de los andamios por medio de los cuales la construy6". Ampère al parecer siempre partía de experimentos de los cuales más tarde inducía proposiciones que los describían de manera general, con lo cual podía crear nuevos fenómenos que de otra manera no podía haber sido pensados. A los cuales luego les buscaba una justificación teórica.

Por esta clase de sucesos Hacking realiza una queja a dicha centralidad en la teoría, denotando que la filosofía de la ciencia abusa del análisis de las teorías, sus entidades y el discurso de la verdad. Inclusive la filosofía de la ciencia tiende a reducir todo otro conocimiento o habilidad relacionada a la creación del

conocimiento científico a simplemente una extensión de la teoría o bien como coherente o útil solo en cuanto exista una teoría de respaldo, por ello enuncia:

Los filósofos de la ciencia constantemente discuten sobre teorías y sobre la representación de la realidad, pero no dicen casi nada acerca de los experimentos, la tecnología o el uso del conocimiento para la modificación del mundo. Esto es extraño, porque era costumbre usar "método experimental" simplemente como sinónimo de método científico. La imagen popular, ignara, del científico era la de alguien en una bata blanca de laboratorio. Por supuesto, la ciencia precedió a los laboratorios. Los aristotélicos subestimaban los experimentos y favorecían la deducción a partir de primeros principios. Pero la revolución científica el siglo XVII cambió todo eso para siempre. El experimento fue declarado oficialmente el camino real hacia el conocimiento, y los académicos fueron desdeñados porque argumentaban a partir de libros en lugar de observar el mundo que los rodeaba. El filósofo de esta época revolucionaria fue Francis Bacon. Él enseñaba que no sólo deberías observar la naturaleza en vivo, sino que también deberíamos "torcerle la cola al león", esto es, manipular nuestro mundo para aprender sus secretos. (Hacking, 1983, p. 177)

El desdén de la práctica además se encuentra, como señala John Dewey en *La busca de la certeza*, en su profunda relación con el cambio y por tanto con la falta de certeza. Menciona:

El reino de lo práctico es la región del cambio y el cambio es siempre contingente; abriga un ingrediente de cambio que no puede ser eliminado. Si una cosa cambia, su alteración prueba de modo evidente su carencia de ser verdadero o completo. (1952, p. 17)

El cambio, y por tanto lo práctico, guarda una relación con el peligro que es ineludible. Lo que cambia no da seguridad y nuestra sociedad parece buscar como método para evadir el temor que siente al cambio un refugio en lo abstracto. La

abstracción es un refugio que debido a que se encuentra alejado del cambio y sus peligros da una sensación de seguridad que en general resultará falsa. Es ineludible porque sólo puede alcanzarse la teoría de mano de la práctica. Pues como menciona Aristóteles (trad. 1994): “A efectos prácticos, la experiencia no parece diferir en absoluto del arte², sino que los hombres de experiencia tienen más éxito, incluso, que los que poseen la teoría, pero no la experiencia.” (981a 10-15) Es decir que, aun poseyendo la teoría, si no se posee algo de experiencia no se puede tener éxito, y tener experiencia, al estar sujeta al cambio siempre llevara una dosis ineludible de fracasos. Así como en el viejo refrán, parece que no puede alcanzarse el éxito sin fracasar al menos de vez en cuando, ya que la experiencia, y sus peligros, son la única forma de alcanzar un justo medio que nos permita actuar de manera correcta y, por tanto, queda en claro que no debe abandonarse la práctica en favor de la teoría.

A su vez, no se trata de abandonar la teoría, sino de comprender que la relación entre la práctica y la teoría, o dicho en términos aristotélicos, la relación entre el arte y la experiencia, es una relación que es mucho más compleja que la superposición de una sobre otra y por el contrario dependerá en gran medida de las circunstancias.

Por lo tanto, la crítica que Hacking realiza a la sobrevaloración de la teoría no debe entenderse de manera unilateral; esta crítica no incita a generar un desprecio a la teoría como consecuencia a los abusos de los filósofos en su sobrevaloración, se trata por el contrario de darle su justo lugar y valor a cada parte de lo que compone al acto de conocer.

El empleo de Hacking de la historia de la ciencia permite ver que tan absurdo es desvalorizar y considerar inútil lo práctico, como lo es desvalorizar y considerar inútil la teoría. Lo único que queda claro es que considerar a la observación, al accidente, a la experimentación o a la teoría como el punto de

² Recordando que arte es comprendido aquí por Aristóteles como la búsqueda de las causas, y por tanto que la ciencia es arte en su expresión máxima.

partida de la generación de un conocimiento no es posible. El recorrido histórico que realiza Hacking revela que considerar que el conocimiento es producido de una sola manera, o lo que es lo mismo, considerar un único modelo de método científico es negarse a ver la complejidad del conocimiento científico y del mundo en sí mismo, lo único que podemos obtener en palabras de Ian Hacking es que: “Después de esta andanada baconiana de ejemplos de las diferentes relaciones entre la teoría y el experimento, parece que no pueden hacerse enunciados generales al respecto. Esto es ya un logro, [...] cualquier visión unilateral del experimento está seguramente equivocada.” (1983, p. 149)

Por lo tanto, para continuar nuestro análisis es menester desechar la idea de un antagonismo o de alguna superioridad entre lo práctico y lo teórico. Hay que asumir que nuestra forma de comprender el mundo y construir el conocimiento son cambiantes y se adaptan a nuestra realidad y contexto. Y hay que hacer a un lado las ideas de que “La filosofía respiraba un aire más puro que aquel que envuelven los afanes de la vida diaria.” (Dewey, 1952, p. 13) Y se vuelven necesario entender, que las leyes de la ciencia nos pueden mentir.

3.- La Teoría Como Abstracción Y Representación

Para analizar la forma en que una abstracción de la realidad como una ley o una teoría son incompatibles con el mundo la mejor exponente es Nancy Cartwright, quien en su libro: *How the Laws of Physics Lie* (1983) nos menciona como las leyes de la física no describen la realidad, describen simulacros de la realidad que existen solo en modelos altamente idealizados.

Las teorías no son ni intentan expresar un momento en específico de la realidad tienden, por el contrario, y principalmente en estudios generales como las leyes de la física a buscar explicaciones universales, o lo que es lo mismo, pretenden ser una abstracción generalizada de la realidad y no de un caso en concreto. Sin embargo, como explica Cartwright a lo largo de su texto, jamás existen las condiciones en las que se aplican dichas leyes y teorías, pues sus escenarios son idealizaciones de la realidad que nunca existen físicamente, como, por ejemplo: el caso de objetos en el vacío absoluto, y demás afirmaciones que son imposibles o improbables escenarios en la práctica efectiva.

Así en lo referente a la filosofía y más específicamente en el realismo y el antirrealismo, las leyes y teorías suelen ser elementos que no tienen relación con la realidad, sino que son interpretaciones de la realidad ajenas al mundo. Podríamos decir que son diálogos que se disputan diferentes formas de entender la realidad y jamás hablan de los sucesos que acontecen en un espacio y tiempo determinados, es un diálogo sobre abstracciones y formas de comprender estas abstracciones. Por ello es de vital importancia recordar que "el árbitro final en filosofía no es lo que pensamos, sino lo que hacemos." (Hacking, 1983, p. 50)

Y para retomar esta relevancia del actuar nos resultará de suma importancia aclarar los términos: "representar" e "intervenir" de Ian Hacking empleados en el libro del mismo nombre (1983). Para él, representar no nos habla de una idea o abstracción, sino como una forma de comprender la realidad.

Emplea el concepto de representación ya que contrario al concepto de teoría tiende a verse como algo que posee normalmente una referencia de manera física, por ejemplo, vemos como representaban la realidad los que nos presidieron por sus imágenes, grabados, estatuillas o escritos que han dejado. Imaginamos la importancia y valor de los animales en culturas como la Maya por los imponentes basamentos piramidales que toman forma de serpientes, que en la fecha adecuada dan la impresión de verle descender desde el cielo, o la importancia de los sonidos de otros animales cuando con un aplauso dado frente a una edificación reproduce un sonido semejante al canto de un quetzal, podemos ver que representaban al mundo y como algunos de sus elementos poseen cierto valor, que siempre tienden a lo público y a la similitud de lo que llamamos "realidad".

De esta misma manera, podemos decir que las teorías pretenden ser una representación de la realidad, una similitud a lo que ocurre en el mundo. Una teoría pretende desde luego ser de carácter público, busca ser comprensible para todos. La teoría es un símil con la realidad, es un intento de representar lo que ocurre para que esto trascienda más allá de lo que un individuo de manera personal entiende, tratando de edificar lo que hoy llamamos objetivo al llevarla al espacio de lo público, no como un ideal platónico alcanzable por la razón sino una forma social de entender o tratar de entender el mundo que nos rodea.

Expresando en palabras de Hacking: "Las representaciones son públicas y externas, ya sean el más simple bosquejo en una pared, o, cuando estiro la palabra "representación", la más elaborada teoría acerca de las fuerzas electromagnéticas o gravitacionales." (1983, p. 160) Representar es entonces volver pública una forma de comprender la realidad a través de la similitud con la realidad misma, lo que a su vez no debe olvidarse requiere de contextos, estilos, técnicas etc.

La representación debe encontrar el valor esencial no en la abstracción sino en la acción en el mundo, como cité con anterioridad, lo relevante es lo que

hacemos más que lo que pensamos, y aquí es donde dos elementos toman vital relevancia, el experimento y la tecnología.

4.- Habitar El Mundo Transformándolo Y El Conocimiento Como Acto

Por tanto, hablar de la forma en que modificamos al mundo y como el mundo nos modifica a nosotros pone de manifiesto que al hablar de realidad no se puede solo limitarse a una forma de entender lo real y lo verdadero. Lo real puede entenderse de múltiples maneras y esto genera un discurso complejo que anula la unilateral manera de entender lo real y lo verdadero. Hablar de la modificación del mundo abre la posibilidad a otra forma de verdad, la de comprender aquello que modificamos o que nos modifica, que es lo que Hacking llama intervenir.

Intervenir es entendido por él como todo aquello en el mundo que nos afecta, pero más importante aún, aquello que podemos controlar para crear nuevos fenómenos. Crear nuevos fenómenos es la cualidad del hombre para modificar su realidad, que en caso de la ciencia es una modificación en sumo controlada y consciente, repleta de representaciones y conocimientos de intervenciones anteriores.

Crear fenómenos es en resumen experimentar y es aquí donde reside el centro del realismo de entidades de Hacking, que en contraste con el realismo de teorías u otras formas de realismo, no se centra en la verdad o cercanía a la verdad de la imagen del mundo que crea la ciencia, por ejemplo, que tan cercana se encuentra a la realidad una teoría científica, sino en que tan capaces somos de dominar la realidad para poder crear fenómenos. El realismo de Hacking no se basa en que el experimento compruebe una teoría, lo real se da entorno a como pueden ser manejadas las entidades en el experimento; las entidades son reales porque son capaces de modificar el mundo de la manera esperada.

La tecnología es, por su parte, no más que un experimento que se puede repetir con completo control y con la regularidad deseada. Esto no quiere decir que sea siempre de origen científico, pues como hablamos con anterioridad el conocimiento no se edifica de una única manera ni proviene de un sólo lugar.

Hablar de la teoría verdadera, por ejemplo, adquiere sentido solo en tanto existan más que solo una teoría, y ésta busque imponerse sobre otra. Es este juego, el que nos aleja del mundo, donde las teorías desdeñan el valor o la importancia de las acciones. Y es esta la prisión del realismo como postula Hacking: “El realismo y el antirrealismo se deslizan por allí, tratando de encontrar algo en la naturaleza de la representación que les permitirá dominar al otro. Pero allí no hay nada más.” (1983, p. 173)

Sin embargo, siguiendo las ideas del autor es necesario encontrar otra forma de hablar de la realidad. Se puede entender como real no sólo aquello que más se asemeje al mundo, sino también aquello del mundo que nos afecta y, a su vez, aquello con lo que nosotros podemos modificar al mundo:

Consideremos real lo que podemos usar para intervenir en el mundo para afectar algo más, o lo que el mundo puede usar para afectarnos. La realidad como intervención no empieza a mezclarse con la realidad como representación hasta la ciencia moderna. (Hacking, 1983, p. 174)

La intervención es aquello del mundo que puede afectarlo y a su vez es aquello que podemos usar para cambiar al mundo y ésta es otra forma de hablar de la realidad.

La acción en el mundo, la creación de fenómenos no se debe limitar a verse desde las representaciones, y es aquí donde toma relevancia la “intervención”, la intervención como concepto en Hacking parece contraponerse a la simpleza de la praxis. La simpleza de la praxis es, como mostraba con anterioridad, la posibilidad de entender a la práctica sólo como una herramienta de comprobación o búsqueda de las teorías, es decir, entender la práctica sólo como complemento de

la teoría, y ello está por completo alejado de cómo podemos o debemos entender la forma en que actuamos en el mundo.

Si bien comprendemos el mundo desde representaciones, estas representaciones dependen de cómo interactuamos con el mundo y a su vez de manera complementaria de cómo interactuamos con el mundo desde la forma en que lo comprendemos. Sin embargo, vale la pena percatarse que la noción de ciencia contemporánea que se suele emplear en la filosofía reposa sobre interpretaciones vaciadas de significaciones simples que pueden tener un referente físico como, por ejemplo: "la computadora que está sobre el escritorio". Esta estructura tan alejada de un referente recuerda más a un concepto o a una abstracción, creando la impresión de que las interpretaciones de la física no poseen una verdad o referencia física real.

Para Hacking siguiendo la línea argumental de Dewey es importante primero mostrar la falsa idea de dicotomía entre el actuar y el pensar (recordando que para Dewey el pensar es la forma más controlada de actuar, y no más que eso³) y para ello es necesario mostrar su relación en el mundo y en la forma de habitarlo, y el lugar donde el pensar y el actuar se concentran de manera más fluida dentro de la ciencia es el experimento.

El experimento es entendido por Hacking como la transformación de la realidad, la creación de fenómenos, que busca como fin último no su repetición sino su exactitud, razón por la cual a medida que se "perfeccionan" tanto las teorías como los artefactos y se dominan y controlan mejor las actividades realizadas, más preciso puede ser un experimento y por tanto más valioso.

Sin embargo, hablar experimento y creación de fenómenos requiere reconocer la forma en que son creados los fenómenos y esto es lo que Hacking llamará intervención. La intervención es un concepto que se desarrolla en tono a la idea de "realidad", intervenir es una forma de relacionarse con la "realidad",

³ CF. Dewey, John. La busca de la certeza. FCE, Mexico Buenos Aires. 1952. (Capítulo 4: "Ideas a la obra").

intervenir es además ambivalente, habla de cómo afectamos a la realidad, pero a su vez como la realidad nos afecta (Cfr. Hacking, 1983).

Así mismo la intervención posee su propia historia separada de la representación, como una forma de interactuar con el mundo que no se pausa en la mente, y muchas veces no parece tener relación con la abstracción, sin embargo, según Hacking es en la ciencia moderna donde ambas, la representación y la intervención se unen en una sola disciplina.

Se dice que la ciencia tiene dos objetivos: la teoría y el experimento. Las teorías tratan de decir cómo es el mundo. La experimentación y las tecnologías subsecuentes lo cambian. Representamos e intervenimos. Representamos para intervenir, e intervenimos a la luz de representaciones. (1983, p. 49)

El conocimiento es un acto, y se construye en la interacción de un marco de comprensión del mundo y su transformación, es decir, que el experimento requiere de la teoría y la teoría del experimento, transformar el mundo y comprenderlo son dos partes de un todo.

El conocimiento es un acto no solo por esta fusión de elementos, sino que también tiene un tiempo y un lugar adecuado que posibilitan el desarrollo o la ralentización de determinados sucesos, un acto tiene su lugar, su tiempo, su representación y su intervención, y eso es lo mínimo que se requiere para poder examinar un conocimiento como tal.

5.- El Lugar De La Tecnología (Resultados y Discusión)

Ya hemos definido al conocimiento científico como un acto. Y a su vez que un acto es algo que entrelaza una complejidad que incluye la intervención, la representación y su existencia no en la imaginación de un plano cartesiano, sino

en un tiempo y lugar determinados. Todo esto es la base para poder entender cualquier conocimiento. Sin embargo, al hablar de tecnología no lo hacemos de esta manera, la tecnología en contraposición a la ciencia suele ser reducida a lo práctico, incluso se le reduce sólo a nivel de herramienta. Por ello, en este punto de análisis de la estructura de un conocimiento me permito retomar esta misma estructura epistémica para la tecnología.

Como hacía mención en el apartado anterior: "La tecnología es por su parte no más que un experimento que se puede repetir con completo control y con la regularidad deseada." Y, sin embargo, en sí misma inaugura toda una forma nueva de habitar la realidad, y es por ello el más claro ejemplo de que el conocimiento, aún el científico no puede edificarse de una sola manera; no me refiero con ello a que la ciencia y la tecnología sean lo mismo, sino que su relación es tan cercana que siempre se retroalimentan en su desarrollo.

La tecnología nos rodea por completo, y no se trata de artefactos y herramientas aisladas; no, la tecnología siempre debe ser vista desde la perspectiva de un sistema, la tecnología es el entrelazamiento de múltiples capas de sistemas que manifiestan su utilidad a su vez en diferentes niveles. Por ejemplo, pensemos en la electricidad, ésta como tecnología no se limita a ser sólo un artefacto como un foco o una batería. La electricidad es la unión en sistema de muchos elementos, trabajos, ideas, investigaciones, esfuerzos y artefactos. Desde el diseño de una turbina eólica, por ejemplo, hasta el tendido, mantenimiento y desarrollo de un cable para aumentar su alcance, hasta el foco, o el ruteador de internet o de más elementos entorno al usuario final.

¿De qué podría servir un desarmador si no existen los tornillos o la madera o el material que se desea sujetar? Asumo que con creatividad se le puede asignar una nueva tarea, esto es la discusión permanente entre las ideas del usuario final y el diseñador, un diálogo que puede terminar en diseños nuevos o en el uso repentino de un objeto en específico para desarrollar una tarea para la que no se pensó. Sin embargo, no abarcaré en el presente trabajo este enorme tema,

así como tampoco el tan unido tema de las implicaciones éticas de la tecnología y sus usos. Me limitaré a lo concerniente a la epistemología, y como tal, estas variaciones son posibilidades y a la vez límites para la tecnología, pero en un sentido más amplio nos muestran la complejidad de la relación con el mundo que se emprende al hablar de tecnología.

Hablo además de una revisión en contra posición, porque, a diferencia de la ciencia, siempre se ve a la tecnología como un quehacer completamente práctico, y desde la perspectiva al menos del usuario aparenta ser sólo una herramienta, como un pico y una pala, y la tecnología es un algo mucho más complejo, en muchos casos llega incluso a ser la herramienta de la realización de un experimento, siendo en sí mismo un acto más que un artefacto. La complejidad de la tecnología es tal que trae consigo toda una nueva línea de la filosofía, reafirmo que tratare de limitarme en general a solo hablar en torno a lo epistemológico, pero en el terreno de la tecnología es difícil entenderla únicamente desde dicha perspectiva. Para revisar de manera breve la filosofía de la tecnología resulta útil traer a análisis las ideas que traen consigo autores como Fernando Broncano, Miguel Ángel Quintanilla, o Javier Echeverría.

Miguel Ángel Quintanilla (2005), y Javier Echeverría (2003) nos recuerdan que primero que nada debe comprenderse tanto a la ciencia como a la tecnología (y con ellos a los artefactos y teorías) no como un conjunto de conocimientos, sino de acciones, pues una teoría no es el conocimiento, sino una herramienta que nos permite actuar o bien que nos dota de una perspectiva, y de igual manera, los sistemas tecnológicos son acciones de construcción y empleo de artefactos, mismos que poseen en sí mismos un conflicto de intencionalidades y una amplia gama de formas de entender la realidad (representarla) y de transformarla (intervenirla).

Para pensar correctamente en ciencia, tecnología o cualquier forma de conocimiento estos deben siempre ser vistos como acentúa Ian Hacking (1983) con el eco de Nietzsche en su voz, con la consigna de que debemos impedir hacer

del conocimiento una momia, no debemos arrebatársela o arrebatárselo de la historicidad a la cual pertenece, todo ocurre en un entorno vivo, caótico y lleno de devenir, así como de conflictos políticos, económicos, sociales entre otros factores.

En este punto cabe destacar que el debate entre los filósofos de la tecnología y los analíticos comienza, en un verdadero desacuerdo que nace desde Kuhn, un rompimiento absoluto que Ian Hacking (1983) señala puntualmente en las primeras secciones de su libro: Representar e intervenir, pues aun cuando Popper y Carnap tenían visiones diferentes y “contrarias” tenían más en común que de diferente; para ambos la ciencia es una unidad, prácticamente “una teoría de teorías” que se puede unificar, y es la epistemología el único valor importante, más allá del actuar de los científicos. Kuhn “borrará esa imagen”, es bien sabido que para él la ciencia no es ni acumulativa, ni unitaria, son agrupaciones de individuos en un momento histórico, con deseos e intereses dentro de los cuales se mueven y actúan, son estos deseos e intereses los que dan forma tanto al quehacer de la ciencia y la tecnología, como a las teorías y artefactos.

Esto será tierra fértil para la noción de los filósofos de la tecnología, que encontrarán tras la segunda guerra mundial (o bien en la época de las guerras) la imposibilidad de la neutralidad del conocimiento, pues ya no podemos verle como una cosa aislada en la teoría, ya no se puede concebir como una edificación pura y perfecta erigida en el mundo platónico de las ideas; no, ahora el centro del conocimiento está en el actuar, se conoce cuando se actúa, se observa, se experimenta, se piden apoyos económicos para investigar, se presentan becas, no sólo se sienta uno a pensar, e incluso eso es un acto y no abstracción absoluta.

Recalco aquí el debate, pues estoy seguro que esta noción que va de la mano con el termino de tecnociencia⁴ encenderá de inmediato la disputa, entre lo epistémico y los actos; un analítico refutará de inmediato en este punto, pues como dice Mario Bunge:

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. [...] El resultado es inconfundible, uno es un artefacto o sistema, el otro conocimiento. (1988, p. 36)

El analítico no encontrará en lo epistémico relación alguna con la realidad, pues suele ver en lo epistémico, como presentamos en apartados anteriores, sólo plena abstracción, el conocimiento es para ellos un mundo aparte “la ciencia básica”⁵ está separada de todo otro quehacer, es “conocer por conocer”, es una confusión, uno no puede llevar a un juzgado a un artefacto o a una idea, no se les puede condenar, ello es asunto de humanos y sus intenciones, el conocimiento y los artefactos son neutrales y no portan un valor más allá que aquel que le da el usuario.

Si bien es cierto que no podemos llevar ante un jurado a las ideas, la respuesta de autores como Echeverria (2003) y León Olivé (2000), sobre la no neutralidad de la ciencia, encontraran de nuevo al conocimiento, no como una

⁴ Tecnociencia es un concepto que parte de la idea de cambio en el actuar de los científicos y tecnólogos, pues su labor ya no está aislada de la sociedad, muy por el contrario, estas disciplinas hoy en día solo pueden darse en grupos o empresas mucho más complejas, que incluyen el trabajo conjunto de múltiples disciplinas, como marketing, abogacía, ventas, economía, política. Por lo cual es absurdo hablar solo de ciencia o de tecnología, si no se habla del conjunto de ambas y su entorno, a ello se refiere de manera muy general el concepto de tecnociencia, el cual tiene múltiples vertientes y ellas pueden cambiar un poco el significado en cada caso.

⁵ La “ciencia básica” es un término de Mario Bunge para distinguir las actividades de los científicos, esta forma de ciencia se caracteriza por buscar a la ciencia y el conocimiento “como un fin en sí mismo”, es decir, el acto de investigar sin visiones o deseos a la aplicación, el cual suele corresponder solo a la labor de los científicos teóricos y a los prácticos que solo busquen comprobar las teorías y no desprender de ellas principios de aplicación.

entidad en el mundo de las ideas, sino como un acto; las teorías son artefactos, son herramientas que permiten acceder o desarrollar conocimientos, los cuales se manifiestan en actos, y como actos, deben pensarse en un tiempo, en una época, y con sucesos históricos en concreto.

Así no puede comprenderse a la tecnología ni a la ciencia como entidades apartadas de la realidad, y de hecho no hay mejor manera de verlo que mirarlos cuando son actos en sí mismos, cuando el conocimiento se desarrolla, no deja espacio para creer en ideas que flotan tranquilas y alejadas como un candelabro sobre la mesa. Por ello, para continuar con la forma de entender al conocimiento como acto no puedo hacer nada mejor que lo que ya ha hecho Ian Hacking, y tantos otros; revisar la historia de la ciencia misma y reencontrar al acto vivo, es decir al acto dentro de su entorno y contexto, y así comprender lo que es un conocimiento, en específico el científico y el tecnológico.

VIII. Electromagnetismo E Historia

Introducción: Electromagnetismo

Hablar de electromagnetismo da la sensación de ser un diálogo de teorías, en un primer vistazo, electromagnetismo parece ser un fenómeno distante a lo práctico. La misma unificación de las teorías que le dieron origen no se reconoce en los experimentos de Hertz sino en la unión matemática de múltiples ecuaciones y teorías, hazaña que se atribuye a Maxwell.

Las mismas entidades del electromagnetismo (los campos electromagnéticos, los electrones, cargas eléctricas, polarizaciones, etc.) parecen ser entidades propuestas por una teoría y es fácil creer que es algo completamente intangible, sin embargo, su construcción como conocimiento requirió mucho de la intervención, es decir: de la experimentación, observación y manipulación de dichas entidades, tanto o más que la representación de las mismas. Y el dominio de su intervención, hoy común y perpetuada, se ve con claridad en las aplicaciones de los campos y ondas que hoy nos inundan de manera amplia en nuestra realidad.

Esta falsa paradoja entre cómo se entiende a primera vista el electromagnetismo y como se desarrolló históricamente son el principal motivo por el cual he elegido al electromagnetismo como caso de estudio. Pues su singular apariencia de ser algo abstracto y ser hoy una de las intervenciones más extendidas en el mundo contemporáneo, que va desde las baterías y los generadores de energía, hasta el actual sistema de telecomunicaciones, permiten acentuar el hecho de que la teoría y la practica están profundamente relacionadas y que son ambas, solo partes de un acto mismo que se encuentra en profunda relación con múltiples elementos, tantos históricos, como políticos o de simples

accidentes que dieron forma a este conocimiento y que será la médula del presente capítulo.

Sin embargo, lo más prudente antes de hablar del electromagnetismo y su historia es explicar que es el electromagnetismo y donde lo encontramos en la vida actual. Es hoy muy común relacionarnos e inclusive vernos envueltos en sistemas de comunicación alámbricos e inalámbricos, estamos rodeados de sistemas de telefonía celular, redes Wifi, comunicación Bluetooth, redes eléctricas, telefónicas y radiales por mencionar las más comunes, sin embargo, éste nuevo tipo de comunicación entre máquinas es ante todo un control de las ondas, un sistema que es principalmente control de frecuencias y selección de amplitudes, visto hoy como solo un lenguaje. De hecho, usualmente se deja de lado el hecho de que se trata del desarrollo de teorías y que en algún momento esto definió la forma de comprender dichas teorías y se remite solo a entenderlo como trabajo de técnicos e ingenieros.

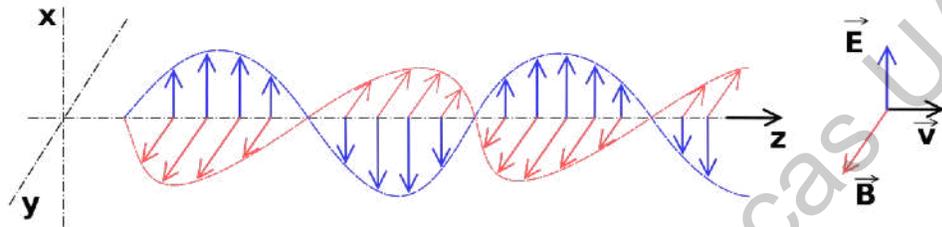
A simple vista, al menos para el usuario hay poca relación de la ciencia con los dispositivos, pero esto no es así, hay teorías en cantidad que dan sustento a la operación de estos equipos y redes, y por ellos es fácil perder de vista que es solo en la plena combinación de múltiples factores que se pudo dar origen a la creación de este mundo lleno de cables y antenas, posible solo a través de errores, experimentos y teorías en la complejidad de sus propios contextos. Solo así es que se pudo llenar este mundo de telecomunicaciones.

Es menester entonces, analizar que es el electromagnetismo. El electromagnetismo es el estudio del comportamiento de un conjunto de ondas conocidas como ondas electromagnéticas, también conocidas como radiación electromagnética, la cual es la combinación de ondas eléctricas y magnéticas que se disipan de manera transversal (90° entre la onda magnética y la eléctrica [como se muestra en la "imagen 1"]), son un campo que se auto propaga por el espacio, y que a diferencia de las onda sonoras, no requiere un medio material para su

propagación, de hecho al vacío estas pueden llegar a viajar a la velocidad de la luz.

Imagen 1.

Onda plana polarizada.

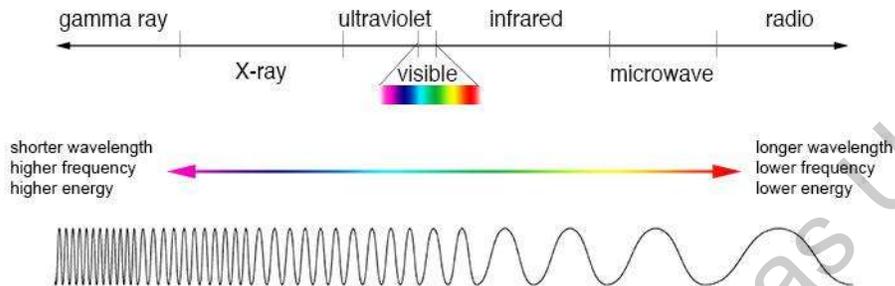


Nota: El diagrama muestra una onda plana linealmente polarizada que se propaga de izquierda a derecha. El campo eléctrico (azul) está sobre el plano vertical y el campo magnético (rojo) sobre el plano horizontal. Tomado de: *Física conceptos y aplicaciones*, por Tippens, Paul E., 2001, McGraw Hill, México, p. 732-.

En las ondas electromagnéticas encontramos siete variedades: ondas de radio, microondas, radiación infrarroja, luz visible, radiación ultravioleta, rayos X y rayos gamma, que varían dependiendo de su longitud de onda, lo cual trae consigo ciertas cualidades específicas en cada caso. Por ejemplo, las ondas de radio poseen una longitud de onda entre 10 terahercios (THz) (aproximadamente 100 micrómetros) hasta 10 kilohercios (kHz) (aproximadamente 100 kilómetros), es decir, las ondas de radio corresponden a longitud de onda más larga (como se muestra en la imagen 2).

Imagen 2.

Longitudes de onda



Nota: Comparación de longitud de onda, frecuencia y energía del espectro electromagnético. Tomado de: NASA's *Imagine the Universe*. (<https://www.wral.com/weather/image/19283348/>)

Los atributos principales de las ondas de radio, corresponden como ya se dijo anteriormente, a la mayor longitud de onda, así mismo tienen la menor frecuencia, la menor carga de energía (son no ionizantes) y una mayor capacidad para traspasar los objetos, o bien, dependiendo de la frecuencia, el grosor y densidad del material, la calientan o transmiten a cierta profundidad (a diferencia por ejemplo de las ondas infrarrojas que calientan la superficie de objeto con el que interactúan).

Cada tipo de longitud y amplitud de onda tiene sus propias características, un leve cambio en el espectro visible por ejemplo termina por aparecernos como un color diferente. Debe considerarse además que el espectro visible es apenas una minúscula porción de la enorme gama de las ondas electromagnéticas, abriendo todo un abanico de posibilidades, muchas de las cuales ya hemos comprendido y empleado a través de la tecnología y la ciencia.

Su estudio, sin embargo, muy pocas veces suele verse enfocado en la variedad de las frecuencias y amplitudes de las ondas, gran parte del interés actual en el mundo del electromagnetismo es acerca de cómo se relacionan las

partículas y sus cargas eléctricas y magnéticas. Toda materia conocida hasta ahora está unida por el electromagnetismo, son sus lazos los que mantienen unidas e irónicamente distantes a las partículas de cualquier objeto, por eso se dice que es una interacción irreductible a otras fuerzas, lo que la convierte en una de las cuatro fuerzas fundamentales de la física, junto a la gravedad, y las interacciones nucleares débil y fuerte.

Al final, el electromagnetismo es solo un complejo juego de partículas, sus cargas eléctricas y los caminos que recorren, es decir, partículas, electricidad y campos magnéticos que se entrelazan para dar lugar a por ejemplo la inducción eléctrica, la propagación de ondas, campos electromagnéticos y de más situaciones que ocupan por lo menos tres de las más relevantes áreas de estudios de la física.

1.- Una Historia De Accidentes No Gratuitos

La historia del conocimiento siempre suele estar envuelta en situaciones que llamamos accidentales, es decir, situaciones no planeadas que ocurren y que en muchos de los casos resultan de utilidad, sea bien para un nuevo descubrimiento o para reforzar una idea que ya se tenía. Se hablará en el presente apartado de dichos sucesos impredecibles, y se analizará que, si bien son accidentes, estos son útiles o permiten el desarrollo de un conocimiento solo en tanto las condiciones y/o los individuos envueltos en ellos cumplen con ciertos requisitos.

Los requisitos necesarios para que estos sucesos no planeados obtengan su valor epistémico pueden variar en torno al fenómeno en cuestión, pero lo que es constante es que debe existir como condición necesaria para sacarles provecho un marco de conocimientos, herramientas e intereses por parte de aquellos que los experimentan, y más aún, en algunos casos, incluso sin estas

condiciones, dichos accidentes no podrían siquiera existir. Y es por ello que les llamaremos accidentes no gratuitos.

Es además de suma importancia recalcar que los requisitos necesarios pueden no ser suficientes para el aprovechamiento de los fenómenos, y se debe recalcar la importancia del trabajo constante de los científicos y ver como la discusión y curiosidad de los mismos juega un papel sumamente importante. Pues como enuncia W. Meyer: "En numerosas ocasiones, se han hecho importantes descubrimientos eléctricos sin reconocer su valor, y solo después de uno o más redescubrimientos de dicho fenómeno conducen a nuevos avances. Tal fue el caso de los descubrimientos hechos por Galvani y Volta" (1971, p.34)⁶

Observaremos la importancia del conocimiento previo, el uso de herramientas que no se reúnen por simple casualidad y el papel de los intereses y curiosidades de los científicos, así como la importancia del diálogo para la creación de un conocimiento que hoy en día se recuerda que está construido en torno a un accidente. Emplearemos para esta tarea el ejemplo ya enunciado en la cita a Meyer, es decir, la creación de la batería galvánica. Ejemplo que nos servirá de guía en este capítulo.

Para la última parte del siglo XVIII (se dice que en el año de 1780), Galvani un reconocido anatomista con intereses en la química y la física, noto que mientras realizaba un experimento con un generador, cada vez que un bisturí estaba tocando el anca de la rana que tenía en la mesa, la anca se contraía cuando saltaba una chispa del generador al aire. Esto fue fruto de un accidente, pues su esposa que compartía intereses, experimentaba con él anca mientras Galvani trabajaba con el generador.

El hecho fascinó al anatomista, quien repitió el fenómeno con múltiples instrumentos y máquinas eléctricas, así como con diferentes metales. Coloco un

⁶ Se lee en inglés: "On numerous occasions, important electrical discoveries had been made without recognition of their value, and only after one or more rediscoveries of such phenomena did they lead to new advances. Such was the case in the discoveries made by Galvani and Volta."

cable a tierra en un extremo de la pata de rana y la otra la dejó al aire cual pararrayos previo a una tormenta eléctrica y noto que lo mismo se repetía, pero percibiendo además que aun con un cielo despejado esto ocurría. Mas tarde repetía lo experimentado con una botella de Leyden⁷ con similares resultados, el anca de la rana se contraía al contacto con la fuente eléctrica.

Galvani creyó que el anca de la rana reaccionaba con la electricidad hasta que por accidente juntó los alambres de cobre y hierro antes de conectarlos, y se sorprendió al notar que de igual manera la anca se contraía. Concluyendo que si podían contraerse aun sin una fuente externa de energía entonces los nervios eran la fuente misma de la energía y todo lo que ocurría no era más que el cierre de un circuito, en lo que Galvani llamó "electricidad animal".

Hay múltiples puntos a considerar en torno a esta parte del relato de la creación de la batería, y el primero de ellos es que hubiese ancas de rana en su área de trabajo. Hay que considerar que ello no nació de la nada, no fue una simple coincidencia que las ancas de rana se encontraran en el laboratorio del anatomista, ya existían en su tiempo publicaciones que hablaban sobre la influencia de los músculos de las ranas que respondían a descargas eléctricas, como lo fueron las publicaciones de Joseph y Caldani alrededor del 1700. O las contracciones de la pierna de rana al ser estas tocadas en un nervio por un cable de plata que a su vez estuviera en contacto con cobre o bien un cable de cobre en contacto con plata. Siendo estas obras solo algunas de las publicaciones más relevantes de la época de Galvani, de las cuales obtenía los experimentos que él deseaba replicar.

Podemos notar que el fenómeno que dio pie a lo que muchos llaman el primer gran paso de la tecnología y los experimentos eléctricos no fue solo un simple accidente, sino que requirió de múltiples conocimientos previos, la

⁷ Una botella de vidrio con una ligera capa de estaño o aluminio que permite almacenar energía eléctrica, energía que solía obtenerse a través de máquinas de fricción, era la única alternativa de almacenar energía eléctrica o producirla antes de la inducción magnética y la batería.

conjunción de herramientas precisas, así como un interés y curiosidad ya enfocados a la búsqueda de las relaciones eléctricas, que para la época resultaban en sumo enigmáticas y que personas como Galvani y su esposa pretendían descubrir. Reuniendo así condiciones que no podemos decir que fueran cotidianas y que además requerían de un buen nivel de preparación.

Al poco tiempo Alessandro Volta un profesor de historia natural en la Universidad de Pavia, se enteró del trabajo de Galvani, y lleno de dudas replicó sus trabajos, ya que, en contra de lo mencionado por Galvani, sospechaba que la corriente eléctrica no provenía de los nervios del anfibio, sino que el toque de los metales de algún modo generaba la electricidad, pues ante todo se resistía a la hipótesis de la "electricidad animal". Debido a ello replicó el experimento con diversos metales y se percató que la necesidad de dos metales diferentes siempre era requerida y que no todas las combinaciones resultaban útiles. Entre los hallazgos más destacados se percató que replicar el experimento con estaño y cobre generaban una reacción con mayor fuerza, y que, por ejemplo, la reacción entre el hierro y la plata era más bien débil.

Es importante destacar que Volta trabajó muy de cerca con Galvani, con quien mantuvo correspondencia en torno al tema, pues ambos experimentaban en lo que Volta llamaba "ranas galvánicas". Ambos discutían sobre los errores del otro y al parecer ambos parecían ver en el trabajo del otro como cierta ignorancia en la física sin percatarse que todo esto pertenecía a una rama muy diferente de la ciencia, una incipiente química, que resultaría la más beneficiada de los experimentos con ancas y que incluso sería este uno de los principales factores que le permitirían deslindarse de la física como una disciplina por sí misma. Dichos diálogos por correspondencia continuarían hasta la muerte de Galvani en 1792, quien no pudo ver los resultados más relevantes de la investigación, resultados que resultaría por parte de los estudios de Volta, es decir, la pila, pero que sin sus diálogos hubiera sido imposible.

Esta constante rivalidad en la correspondencia entre Volta y Galvani, evidencia también la importancia del trabajo arduo y del diálogo en torno a un conocimiento que va más allá del simple accidente con las ancas de rana, y refuerza nuevamente, que no basta con descubrir y redescubrir o replicar un fenómeno con el que se pudieran encontrar por accidente para hacer de este un fenómeno que cambie a la ciencia, sino que esto es posible solo de la mano de un constante trabajo.

Debido a la muerte de Galvani el paso final de esta historia está por tanto en manos de Volta, quien convencido de la inexistencia de la "electricidad animal" que tanto defendió Galvani, sustituyó el uso de las ancas de la rana por su lengua, con lo cual se percataría al igual que el suizo Johan Georg Sulzer en 1762 que se sentía la corriente eléctrica a través de la lengua. Con lo cual empezó a sospechar que este fenómeno eléctrico debía ser una interacción entre el líquido de los nervios y los metales, y no como sospechaba Galvani la "electricidad animal" o lo que él creía, es decir, del contacto de los metales por sí mismos. Debido a esto probó con variedad de líquidos y se percató que las soluciones saladas y las soluciones ácidas tienen los mejores resultados, y junto a ellos los metales zinc y cobre.

Más tarde, esto serviría de base para desarrollar las baterías, es decir, un conjunto de pilas que fueran capaces de generar mayores corrientes eléctricas, para lo cual él desarrolló el uso de celdas, es decir un conjunto de pilas organizadas en un mismo sistema, logrando una fuente de energía muy superior a las obtenidas con anterioridad y que serán la antesala de múltiples descubrimientos como los motores, y los campos eléctricos, todo ello por lo que hoy se resume en la simple unión de un electrolito y dos metales. Esto le valió un reconocimiento a Volta en noviembre de 1800 por parte de Napoleón quien vio en ello un aporte increíble al mundo, entregándole una medalla de oro y seis mil francos, y como reconocimiento a Galvani y su trabajo el nombre de batería galvánica a este tipo de baterías.

2.- Una Historia De Intereses

El desarrollo del conocimiento científico es como ya hemos mencionado un conjunto de situaciones que afectan y se ven afectadas a su vez por otros fenómenos igualmente complejos, no obstante, de entre estos uno de los más relevantes históricamente siempre ha sido el interés económico y político detrás de las investigaciones.

Debo dejar en claro que con esto no hago una referencia a que los investigadores solo trabajen por el dinero, sino que dependiendo de las circunstancias económicas y los intereses que se den entorno a una investigación esta puede ser más o menos veloz, eficiente y obtener mayor alcance, y todo ello por llegar a poseer mejores condiciones para su desarrollo. Lo económico por tanto impacta en los medios con los que cuente el investigador para realizar su labor, el tiempo que pueda dedicarle a la investigación e incluso las condiciones mentales del investigador. Factores que pueden resultar determinantes en los resultados de la investigación científica.

Cabe destacar que no siempre estos intereses son del todo positivos, los factores externos que afectan la manera en que se desarrolla una investigación, pueden afectarle tanto desde la delimitación de acción, del tipo de personal a elegir, e incluso los tópicos a investigar o, es más, a delimitar solo una meta como el fin de llevar a cabo la investigación a pesar de otros posibles alcances del mismo conocimiento. Igualmente, la simple y repentina desaparición del apoyo podría en sí mismo detener por completo la investigación o afectarle de manera determinante.

Por todo ello no podemos excluir la importancia que los intereses comerciales y políticos pueden llegar a tener en el desarrollo de un conocimiento, y menos aún frente al sistema actual, sistema que parece tener una clara

inclinación a estos factores, sobre todo al económico. Como ejemplo esta vez veremos las circunstancias de Samuel Finley Breese Morse y su modelo de telégrafo, así como de la colocación de los cables trasatlánticos. Claro ejemplo de que los intereses comerciales y políticos pueden ser determinantes en los alcances de una investigación y por qué no mencionarlo, también de la vida del investigador.

En este apartado nos centraremos en el desarrollo del modelo de Morse del telégrafo, el gran impulso que obtuvo de los inversionistas y como estos intereses comerciales permitieron que no solo se tendieran grandes líneas de telégrafo, sino que estas líneas fueran capaces de atravesar un océano. Sin olvidar que todo esto no es solo historia de un hombre sino de otros grandes inventores. Todos relacionados con la posibilidad de crear un sistema que enviara la información de las bolsas de valores (inglesa y estadounidense) de manera rápida, eficiente y económica. Que de manera clara resume Eliezer Braun:

Muchos inventores como Morse, Charles Wheatstone y otros, mejoraron y ampliaron los sistemas telegráficos, debido al valor monetario que representaba transmitir las noticias acerca de los precios de las mercancías y para difundir diferentes sucesos. Las noticias significaban dinero y el telégrafo eléctrico permitió obtenerlas con rapidez. (1992, p. 37)

Para comenzar debo aclarar que existieron una multitud de sistemas telegráficos que se realizaron desde 1828, muchos de los cuales se compartieron y se desarrollaron a la par del sistema de Morse y afectaron igualmente el desarrollo del mismo, desde los primeros propuestos por Ampère y Laplace que en general solidificaban sus teorías, pasando por los primeros patentados y comercializados como fue el caso del sistema telegráfico de Wheatstone (un caso paralelo al de Morse pero desarrollado en Inglaterra), hasta la creación del sistema de Morse. Fue un largo proceso de "reproducciones" el que fue dando una ampliación y mejoramiento al sistema telegráfico, sin embargo, la popularidad del telégrafo (en Estados Unidos) no llegaría hasta la unificación de un lenguaje

simple para la máquina, y este fue el código Morse, el cual además de dar esta unificación creó un sistema de fácil empleo para el usuario.

En 1829 después de sus estudios de Pintura en Yale, estudios que no solo le proporcionaron conocimiento en arte sino información y curiosidad en torno a la ciencia eléctrica al ser este el estudio más importante de dicha universidad, Morse se marchó a Estados Unidos donde vivió como retratista, y a pesar de estudiar electromagnetismo en 1825 en la Universidad de Columbia sus intereses permanecieron enfocados casi en su totalidad en las artes. Pues incluso se ganaba la vida como retratista. Su interés en el arte continuó siendo primordial hasta que en un viaje que emprendió para ver el arte europeo en 1829 le surgió el interés por el telégrafo y su teoría eléctrica, todo ello a causa de una conversación llevada a cabo en el barco que lo llevara de vuelta a Estados Unidos.

En este barco Samuel Morse conversó con Dr. Charles S. Jackson quien le menciona sus trabajos en el electromagnetismo, con lo cual Morse aumentó su interés en la física y con ello comenzó un largo proceso que da inicio a concebir, en los días siguientes a su charla con el Dr. Charles, la primera idea de su sistema telegráfico, y que culminaría cuando dicha idea dio frutos, lo cual fue hasta 1843, todo ello tras recibir el apoyo de científicos como Charles Grafton Page e inversionistas como su compañero inventor Alfred Vail y el gobierno estadounidense.

Dicho viaje, desde concebir la idea hasta conseguir la inversión del gobierno estadounidense, apoyo que le serviría para materializar la idea en su totalidad, no fue tarea fácil. Todo ello fue complejo desde el desembarco de su viaje, pues en ese momento Morse fue recibido en casa de sus hermanos al encontrarse en ese momento sin fondos. Aun así, continuó con sus investigaciones, pasando los días haciendo modelos rudimentarios en madera y dibujando los esquemas de lo que deseaba desarrollar.

Morse pasó un largo tiempo de mala alimentación, pues, aunque continuaba haciendo retratos, estos apenas le daban los recursos para enviar a su esposa e hijos, y el resto de su tiempo lo colocaba en el desarrollo del sistema telegráfico y su lenguaje de puntos y líneas. Esto le hacía generar mucho desorden, motivo por el cual su hermano lo reubicó en un área en desusos dentro del edificio donde este trabajaba (la imprenta del "The New York Observer"). Continuó así hasta recibir una oferta como académico en la New York City University como profesor de literatura en arte del diseño. Lo cual no solo le sirvió de apoyo económico, pues a su vez le permitió conocer a otros profesores como Carles Grafton Page, quien le apoyó en el desarrollo de su telégrafo y le agendó una demostración para la universidad con posibles inversionistas.

Al realizar dicha demostración, ésta no solo le trajo el apoyo de sus primeros inversionistas, sino a su colega Alfred Vail quien le acompañó por casi todo el recorrido restante de su invento. Vail era un inventor dueño de una metalúrgica, lo cual les permitió el acceso a recursos y materiales que dieron paso a un gran desarrollo de los diseños, y una importante amortización de los gastos. Además, cabe destacar que, si bien Morse creó la idea básica de su código, fue la reinversión de Alfred Vail la que perduró al tiempo, al ser más práctica.

En 1843 recibieron la aprobación del gobierno de Estados Unidos, así como el pago de una suma por 30 000 dólares para una línea experimental de telégrafo que uniría Washington y Baltimore. La realización de la línea fue en sumo difícil, se perdió casi por completo las posibles ganancias al descomponerse el cable y por el rediseño del sistema que pasó de ser pensado como subterráneo a ser elevado en postes, sin embargo, tras múltiples dificultades lograron finalizar la línea obteniendo tras de ello gran cantidad de contratos del gobierno para la realización de otras líneas nuevas. Tal fue la cantidad de trabajo producido que esto los llevó a crear su propia compañía de telégrafos.

Mucho ocurrió de la mano de esto, tanto en Estados Unidos con Morse como en Inglaterra en manos de Wheatstone, y es que estos inventos trajeron la

creación de múltiples empresas, nuevos tendidos de cable que requerían mantenimiento y constantes mejoramientos, como menciona Eliezer:

Los diferentes problemas técnicos que se presentaron en el tendido de los cables, en el mejoramiento de los equipos telegráficos, y en el desarrollo de la teoría de la transmisión de señales fueron materia de investigación en departamentos científicos de las universidades. (1992, p. 37)

Dando paso también a la creación de escuelas técnicas de electricistas para el mantenimiento de las líneas y nuevos modelos de investigación de la electricidad.

Por su parte, y a la par en tiempo que Morse, Wheatstone fue quien destacara en el desarrollo del telégrafo en Inglaterra, y quien expandiera el uso del telégrafo en dicho país, sus diferencias en diseño y empleo fueron diferentes en cierta medida con las ideas de Vail y Morse, tales como el formato de recepción del mensaje, que para Wheatstone eran letras y números en lugar de barras y puntos. A su vez en Inglaterra las líneas del telégrafo fueron construidas junto a las vías férreas ya que su principal uso, al menos al inicio, era la de ser una forma de comunicación para los trenes. Sin embargo, prevalece la idea, en ambos casos los apoyos económicos dirigieron en gran medida la cantidad de individuos, materiales y más tarde la generación de técnicos especializados, investigadores, inventores y de más individuos que se involucraron en los proyectos del telégrafo, la electricidad y el magnetismo en dicha época.

Durante el levantamiento de las líneas por todo Estados Unidos algunos de los cambios más importantes al telégrafo fueron la incorporación del relé⁸ en el telégrafo en 1853, invento que permitió enviar un mensaje desde cada extremo de una misma línea telegráfica de manera simultánea. Este avance tecnológico fue

⁸ Un relé consiste prácticamente en un interruptor accionado por electroimán, el electroimán se activaba gracias al aumento de corriente que generaba una bobina, el empleado en la telegrafía activaba la bobina al recibir la señal eléctrica del cable, fungiendo como un repetidor de lo que realizaba quien enviaba el mensaje del otro lado del cable, este tipo de relé es conocido como relevador.

reemplazado en el 1874 a través del método utilizado por Edison el cual permitía múltiples envíos de mensajes desde ambos lados de la línea; este sistema, sin embargo, ya estaba disponible en la misma época de los relés, pero no fueron empleados por las enormes modificaciones que requería el modelo en uso y por la complejidad de su tiempo del uso de conmutadores⁹.

Hasta aquí ya se puede ver la importancia que puede tener el encuentro de intereses con la investigación científica y tecnológica. Mostrándonos que el impacto que tuvo la economía para el desarrollo del electromagnetismo es indiscutible, ya que fue un factor que permitió un significativo impacto en lo alcanzado y la reducción del tiempo en que todo esto se logró. Pero si existe un ejemplo que muestra de manera más clara lo que el impulso económico pudo impactar en el conocimiento entorno al telégrafo fue la inversión millonaria de las líneas telegráficas submarinas que fueron capaces de atravesar el océano cuando el desarrollo de cables, teorías y maquinaria para tales tareas apenas existía.

Colocar este cable a través del océano de alguna manera no era algo nuevo, ya se habían dado y con éxito tanto en Inglaterra como en Estados Unidos ejercicios exitosos de comunicar islas con sus respectivos continentes, tarea que se esparció por toda Europa. No obstante, atravesar un océano era una tarea de mayor envergadura, tanto así que los países involucrados unieron fuerzas, y se requirió de la inversión de múltiples empresas en ambos países, así como el enorme apoyo de ambos gobiernos que pusieron a disposición de esta enorme tarea buques de guerra, primero para la investigación del suelo marino, y después para la tarea de tender los cables.

Tal fue la diferencia en peso, tamaño y costo entre conectar solo una isla con atravesar un océano, que se afirma que entre los diferentes tipos de cable que

⁹ Un conmutador es en esencia un sistema que permite controlar la dirección que deben tomar los electrones, un conmutador simple es parecido a un interruptor, pero en lugar de desconectar un circuito lo une a otro; sin embargo, puede haber conmutadores que unan más de dos líneas. En general el uso de conmutadores en la telegrafía permitió multiplexar los mensajes en una misma línea, almacenando y enviando en los diferentes "nodos" los mensajes, manteniendo siempre en uso la línea.

se rompieron y perdieron durante los tendidos, así como los gastos en maquinaria combustible y mano de obra fueron de fortunas completas. Y se requirió de múltiples rediseños del cable con asesores como Faraday, del mismo Morse, así como gran cantidad de científicos y técnicos de la electricidad.

El tendido fue complicado, en su primer intento tomó desde septiembre de 1856 hasta agosto de 1858, y lamentablemente, este tendido solo funcionó hasta septiembre de 1858. Se presume que el error se debió a que el agua salada y el ambiente marino destruyó la insolación permitiendo la pérdida de energía e inutilizando la línea. Esto detuvo el proyecto, no solo por la decepción de los inversionistas, sino porque estaba en puerta lo que fue la guerra civil de los Estados Unidos y la depresión económica de inicios de 1860 que despojó de su fortuna a muchos inversionistas del proyecto.

Estos problemas permitieron ganar tiempo para el rediseño e investigación por parte de los fabricantes del cableado, quienes ya se encontraban listos una vez que el proyecto volvió a arrancar a inicios de 1865 cuando la guerra civil ya se disipaba y en ambos lados de la línea ya se habían conseguido nuevos inversionistas. Esta vez fue solo un barco el que se empleó para el tendido del cable, el Great Eastern, el barco más grande de su época, de origen británico y prestado por esta nación. Con los nuevos avances tecnológicos y la experiencia ganada, el Great Eastern casi logra el cometido a la primera, sin embargo, un frenado abrupto rompió el cable a unos kilómetros de la costa británica y se necesitó que comenzara de nuevo su tarea. El tendido del cable reinició una vez más tras reabastecerse de cable, el Great Eastern lo intenta de nuevo y lo logra con éxito en 1866, colocando no solo el cable nuevo, sino rescatando tras realizar un empalme el cable de su primer intento consiguiendo tener dos líneas funcionales que esta vez no fueron destruidas por el clima oceánico del Atlántico.

Los intereses que permitieron este desarrollo fueron principalmente la conexión de las bolsas de valores de ambas partes del Atlántico, información que sin duda permitió a los inversionistas recuperar y multiplicar sus ganancias, sin

embargo, los desarrollos tecnológicos y científicos que se vieron impulsados por esta ambiciosa tarea sin duda son también incalculables. Para esta época el desarrollo en las telecomunicaciones no se detendría, pues no solo los cimientos tecnológicos y científicos del electromagnetismo ya se encontraban intensamente desarrollados, sino que ya se sabía que las telecomunicaciones eran una gran forma de ahorrar dinero y ganarlo. Así el impulso que el electromagnetismo mantiene desde entonces no se separa mucho en su línea central de las telecomunicaciones, siendo los ahorros de la industria por el empleo de los motores eléctricos y más tarde del uso eléctrico en las casas un efecto secundario que nació de aprovechar los tendidos de cable que ya se encontraban parcialmente desarrollados para las comunicaciones.

Es por tanto sin duda imposible ignorar la importancia que tienen los intereses no científicos en el desarrollo del conocimiento científico y la tecnología, tanto para detenerles como para hacerles avanzar, afectando incluso la vida misma de los investigadores, por ejemplo, de la vida de Morse, quien incapaz de pagar por un techo y comida se volvió un empresario bastante remunerado a través de sus propios desarrollos.

3.- Una Historia De Ciencia Y Tecnología

Tras enunciar estos múltiples fenómenos que enmarcan lo que entendemos por ciencia y tecnología, es importante resaltar que si bien todo ello y más influye en la construcción del conocimiento científico no podemos dejar de lado lo que al menos para mí representa lo que es la ciencia y la tecnología. Que la ciencia y la tecnología no pueden ser reducidos como menciona Ian Hacking y como respaldan esto ejemplos históricos a un "método" único e infalible, sino en todo caso una actitud y forma de conocer y/o transformar los fenómenos o las maneras en que comprendemos dichos fenómenos, y es por ello que no podemos dejarlo fuera de lo que compone a la ciencia y tecnología.

Debe entenderse que estas cualidades no pueden reducirse a el empeño, entendimiento o esfuerzo de un solo individuo, sino al de un conjunto de ellos, un trabajo en comunidad que se desarrolla a través del tiempo y la distancia, un conocimiento cambiante cuya base es el diálogo entablado en publicaciones, conferencias, universidades, libros y laboratorios. Es como menciona Augusto Beléndez en torno a la respuesta de Isaac Newton a Robert Hooke en 1676¹⁰, "un reconocimiento a como la ciencia consiste en una serie de pequeños progresos, cada uno de los cuales se construye sobre los alcanzados anteriormente." (24 de agosto de 2015)

Esto por supuesto puede llevar incluso a entender a la búsqueda de la objetividad no como el entendimiento de una verdad extraída "del objeto mismo" sino como la búsqueda de un conocimiento o una forma de comprensión de la realidad que no sea solo individual, sino que pueda ser comprendida y desarrollada en colectivo, siendo esta la única vía de superar tanto la subjetividad como la posibilidad de que el conocimiento no se pierda en el olvido.

¹⁰ "Si he logrado ver más lejos, ha sido porque he subido a hombros de gigantes".

Así, la historia del Electromagnetismo, que en algún momento se entendió como dos historias independientes, la electricidad y el magnetismo que se creía eran cualidades cuasi mágicas que se encontraban en los objetos o que surgían por ejemplo al frotar rocas, telas y/o pieles, fue convirtiéndose en un conjunto de teorías e inventos que empiezan a cobrar sentido de la mano de la elaboración continua de experimentos y dudas. Este sentido es tal que incluso si alguien decide estudiar de manera adecuada estos fenómenos bajo la estructura desarrollada puede entender, y tal vez, con esfuerzo incluso desarrollar un paso más en el entendimiento del electromagnetismo.

El electromagnetismo como tal, tuvo un entendimiento un poco lento, pues una buena parte del desarrollo de esta disciplina transcurrió casi por completo en la práctica absoluta, como por ejemplo el ya comentado telégrafo o el proceso de atravesar con un cable el pacífico, el entendimiento se encontraba velado pero el electromagnetismo pasó de ser un misterio casi completamente desarrollado por prueba y error a una de las mayores formas de entender la realidad gracias a dos personajes Michael Faraday y James Clerk Maxwell.

Estos individuos claro que no construyeron todo del vacío, lo lograron gracias a comenzar a conectar dos líneas de conocimiento que no solo estaba relacionadas, sino que eran un mismo fenómeno indivisible, y que debido a su naturaleza invisible en su mayoría al ojo humano resultaba difícil de entender.

El primero de estos científicos fue Faraday, él fue un caso extraño en lo que refiere a la historia de la ciencia en general, abandonó sus estudios a los 13 años y tras esos años trabajo en una encuadernadora donde solía leer los textos que le llamaban la atención mientras realizaba el proceso de encuadernación. Un día se topó con la: *Encyclopædia Britannica* donde encontró los referentes a la electricidad; esto transformó su vida ya que tras ello fue elaborándose un laboratorio improvisado donde con imanes y limaduras de metal se percató entre otras cosas de ciertas "líneas de flujo" que movían las limaduras, y comenzó a teorizar en torno a la idea de campos de energía que movían las limaduras.

En este contexto fue capaz de comenzar a elaborar los primeros esbozos de ideas que revolucionaron al mundo. Siendo un chico brillante llamo la atención de Sir Humphrey Davy, famoso químico de la "Royal Institution" de Londres. Davy lo contrato primero como su ayudante de laboratorio, después Faraday llegó a ser su colega, y tras la muerte de Davy, Faraday fue su sucesor. "Faraday causó tal impresión a Davy que éste, al ser interrogado por cual había sido su mayor descubrimiento científico respondió: "Mi mayor descubrimiento ha sido Michael Faraday." (Beléndez, 24 de agosto de 2015)

Entre sus aportes más destacados se encuentra la inducción electromagnética, este descubrimiento lo logró siguiendo los trabajos de Oersted y Ampère, quienes ya afirmaban una profunda relación entre lo eléctrico y lo magnético, percatándose Faraday que si las corrientes eléctricas fluctuantes podían producir campos magnéticos, podría ser posible que la relación fluctuante de los campos magnéticos también afectaran a la corriente eléctrica, con lo cual en 1831 consiguió producir una corriente eléctrica, dando evidencia contundente de la relación entre lo eléctrico y lo magnético.

Ya en 1845 en su libro *Thoughts on Ray Vibrations* especulaba de la relación entre la luz y el magnetismo, esto debido a un experimento que realizó con vidrio y plomo (imanes). Notó que la luz varia su movimiento frente a las ondas magnéticas por lo cual concluyó que las fuerzas magnéticas y la luz eran elementos pertenecientes a una misma naturaleza, o lo que es lo mismo, que la luz era parte de las fuerzas del magnetismo. Este fenómeno hoy conocido como "efecto Faraday" fue decisivo para que Maxwell unificara los conocimientos del magnetismo, la óptica y la electricidad.

Así el trabajo de Faraday sirvió de base para el de Maxwell, recordando a su vez que el de Ampère y Oersted lo fueron a su vez para Faraday, y esto considerando solo unos pocos nombres de aquellos que permitieron llegar hasta aquí, digamos que en dichos nombres solo estamos mencionando los más famosos de aquellos investigadores.

Sin miedo a afirmarlo Maxwell sintió que su labor hubiese sido imposible sin el trabajo *Thoughts on Ray Vibrations* de Faraday, de hecho, como afirma Beléndez (): "Maxwell cita seis veces y lo menciona tres veces" en su famoso artículo "A Dynamical Theory of the Electromagnetic Field" (24 de agosto de 2015), texto que es considerado un hito en la historia de la ciencia. En donde incluso se puede leer:

La concepción de la propagación de perturbaciones magnéticas transversales y la exclusión de las normales está claramente establecida por el Profesor Faraday en sus 'Consideraciones sobre las vibraciones de los rayos'. La teoría electromagnética de la luz, según lo propuesto por él [Faraday], es la misma en esencia, a la que yo he comenzado a desarrollar en este trabajo, a excepción de que en 1846 no había datos para calcular la velocidad de propagación. (Maxwell James Clerk, 1865, p. 466).¹¹

Existe una gran razón por la cual están hoy las cuatro¹² ecuaciones de Maxwell grabadas en una gran muro de la Universidad de Varsovia¹³, y es porque representan la perfecta síntesis de largos años de trabajos, experimentos, investigaciones y conocimientos que permitieron crear una nueva forma de entender la realidad, porque si bien esta síntesis nos permite hablar de que existen los campos electromagnéticos, a la vez que nos permite entender, predecir y controlar su comportamiento, también nos dio la posibilidad de crear

¹¹ Donde se leé: The conception of the propagation of transverse magnetic disturbances 14 to the exclusion of normal ones is distinctly set forth by Professor Faraday* in his "Thoughts on Pay Vibrations." The electromagnetic theory of light, as proposed by him, is the same in substance as that which I have begun to develop in this paper, except that in 1846 there were no data to calculate the velocity of propagation.

¹² Eran originalmente 20 las ecuaciones que Maxwell escribió en su texto: "A dynamical theory of the electromagnetic field", pero estas fueron simplificadas y "hechas más simétricas" (en palabras de Eliezer Braun (1992)) a través de los años hasta terminar siendo solo cuatro las ecuaciones.

¹³ La Universidad de Varsovia posee un conjunto de muros donde colocan los progresos más importantes de la humanidad contemporánea, tanto para dejar un registro de dichos conocimientos si desapareciéramos, como para servir de instructivo si el conocimiento se pierde (o, mejor dicho, como medio para evitar que se pierda) y reconstruir la sociedad.

herramientas conceptuales y físicas para controlar y ver lo invisible, y dar los primeros pasos para entender la fuerza capaz de mantener a los átomos juntos en lo que hoy llamamos una de las cuatro fuerzas elementales del universo, el electromagnetismo.

Este trabajo de Maxwell conlleva al menos la síntesis del trabajo directo de Coulomb, Gauss, Ampère, y Faraday y es sin duda otro ejemplo y para muchos tal vez el más importante de que las condiciones, intereses y accidentes son causas muchas veces necesarias, pero jamás suficientes para hacer ciencia. Pues elementos primordiales para hacer la ciencia son la entrega, el esfuerzo y la creatividad.

Toda esta información presentada por Maxwell fue desarrollada por cientos de años, sin embargo, se le conoce como electromagnetismo gracias a él, ya que unificó las teorías de la electricidad, el magnetismo y la luz¹⁴, comprendiéndolas como manifestaciones distintas de un mismo fenómeno, esto lo logró analizando varias leyes físicas previamente conocidas, pero jamás conectadas.

Este trabajo pasó por mucho tiempo inadvertido, o no tuvo el impacto que uno podría esperarse, se dice que fue porque poco podían entender sus matemáticas, y así mismo el lento pero constante paso del conocimiento continuó hasta volver a llamar la atención 20 años después con la corroboración de las teorías matemáticas de Maxwell realizadas por Heinrich Hertz quién además de abonar en la simplificación de las matemáticas propuestas por Maxwell, para comprobar las leyes del mismo generó las formas de producir las ondas electromagnéticas y además una forma de detectarlas, encontrando que las

¹⁴ No nos referimos aquí a la Óptica como disciplina que se unifique con el electromagnetismo, sino de la comprensión de que la luz es una onda electromagnética y que los fenómenos de su desplazamiento e interacción obedecen a esta naturaleza, con lo cual la óptica misma paso de ser "la ciencia de la visión (o de lo visible)" a la ciencia de la luz (visible y no visible) y sus interacciones. Esta unificación matemática del fenómeno de la luz permitió entender y resolver muchos de los problemas que se le atribuían a la luz y permitió abrir múltiples formas nuevas de entenderle como el caso de la luz como constante de velocidad en la teoría de la relatividad.

ecuaciones coincidían con sus resultados experimentales y generando el sistema de medición hercio (Hertz en casi todos los idiomas) que lleva este nombre en su honor.

Estas comprobaciones fueron hechas solo a partir de la construcción de un emisor (un oscilador) y un receptor (un resonador) de ondas, que le permitieron manipular las amplitudes, y frecuencias en las ondas, esto es por sí mismo un gran hallazgo, sin embargo, se comenta que para todo aquel familiarizado con sus teorías no resultaba difícil imaginarle como un sistema ya aplicable a la sociedad, sin embargo, Hertz jamás sintió interés en algo más que el valor teórico y se comenta que pronunció que las aplicaciones las dejaría para alguien más. Y este individuo fue Marconi Guglielmo quien desarrollo la radio, el primer método de comunicación inalámbrica.

Podríamos continuar este recorrido histórico para seguir atestiguando como la historia se construye "a hombros de gigantes", recordando por ejemplo que Einstein pronuncia que vio desde los hombros de Maxwell, pues él afirma que encontró los fundamentos de sus teorías en las ecuaciones de Maxwell, pero en general resulta para este punto más que claro que este espíritu científico de suma de esfuerzos, diálogos, experimentos y talentos es lo que constituye la base firme de lo que hoy podemos llamar conociendo científico y tecnológico y que estos son los elementos indispensables para que el conocimiento se desarrolle a través de las más variadas condiciones.

4.- Teoría Contra Práctica

Finalmente me gustaría añadir un relato con el cual me he topado al estudiar el electromagnetismo, relato que reafirman algunos elementos de este trabajo, y que por ello me resulta imposible dejar fuera de esta investigación. Es lo

que Braun Eliezer (1992), el autor en que fuertemente me baso para en este apartado, llama un caso de excentricismo.

Es un extraño caso documentado en torno a una discusión que se recuerda porque generó el retraso del desarrollo científico y tecnológico de Inglaterra, algunos dicen que hasta por 20 años en lo referente al telégrafo, el teléfono y en general del conocimiento del electromagnetismo. Y todo esto porque dos pensadores se vieron incapaces de conciliar la teoría y la práctica, privilegiando cada uno solo una de las partes de lo que es un solo acto, un solo conocimiento.

Este fragmento de la historia, se desarrolla en Inglaterra, y es en esencia en torno a dos hombres, el primero: William H. Preece, un técnico experimentado y de renombre en la oficina postal de Gran Bretaña. "Preece se proclama a sí mismo como "un hombre práctico" sin ningún respeto para los teóricos quienes, según él, enmascaraban su trabajo en las matemáticas". (Braun, 1992, p. 73)

El segundo protagonista de este suceso fue: Oliver Heaviside, un pariente de Wheatstone. Heaviside fue un operador técnico casi toda su juventud, y debido a ello, no requirió y no obtuvo estudios formales y que tras leer detenidamente y por largo tiempo la obra de Maxwell: "A dynamical theory of the electromagnetic field" la comprendió a profundidad y se adentró a teorizar grandes ideas que aun hoy se emplean para la comprensión del electromagnetismo y la física en general. No obstante, estos conocimientos tuvieron muy poco alcance en su vida pues al no poder presentar evidencia práctica, ni poseer los medios para presentarla teóricamente de manera correcta muy pocos de sus colegas le creyeron, generando una fama en torno a sus obras, porque estas siempre presentaban profundas inconsistencias.

Heaviside tuvo grandes ideas, simplificó mucho las teorías electromagnéticas creando el uso de flechas como sustitución conceptual de las fuerzas, con lo cual surgió la idea de la vectorización, idea que, presentada por Hertz, resulto revolucionaria y brillante, en contraste del poco impacto que obtuvo

anteriormente en manos de Heaviside, y que se le atribuye solo debido a que Hertz reconoce la inventiva de Heaviside.

En esta época (1874-1890) la llegada de la telegrafía múltiplex comenzó a generar nuevos problemas que solo se acentuaron con la llegada de la telefonía ya que ambas empleaban ondas de frecuencia alta. El problema surgió por la generación de inducción magnética en los cables de comunicación, problema que dejó abierto por desinterés William Thomson (Lord Kelvin), principal teórico de la telegrafía. Kelvin dejó el problema "abierto" primeramente porque para la época en que lo teorizó (1858) no se requería para comprender la física detrás de los cables trasatlánticos, ya que para estos solo se necesitaba la transmisión de ondas de baja frecuencia, frecuencias que no se veían afectadas por la inducción, y porque en esa época el interés en lo teórico era en sumo inferior, pues como comenté anteriormente, el desarrollo del electromagnetismo se dio casi completamente de manera práctica hasta los trabajos de Faraday y Maxwell.

De manera opuesta, la telegrafía múltiplex y la telefonía trabajaban en frecuencias altas, esto facilitaba distinguir entre frecuencias y permitir que por un mismo cable transitaran inmensidad de "códigos", pero se veía afectada por la inducción magnética producida en los cables al recorrer amplias distancias. Fue este el problema que enfrentó a Preece y Heaviside.

Preece consideraba a la inducción magnética como algo "malo" en sí mismo, un defecto que para él podía solucionarse con la construcción de un cable adecuado o eliminando imperfecciones del sistema. En contraparte Heaviside teorizó que aumentar la inducción magnética del cable detendría el problema, ya que una corriente constante en el cable evitaría la interferencia magnética¹⁵. El

¹⁵ Esto debido a que un campo magnético "inestable" surge de una corriente no uniforme de electricidad, este campo magnético "inestable" afecta las corrientes eléctricas, ya que el choque de campos magnéticos genera electricidad (inducción magnética) lo cual afectaba a las corrientes en el cable que funcionan como señal, volviendo ilegible el mensaje tras cierta distancia de recorrido. Lo que proponía Heaviside mantendría una corriente uniforme en el cable (lo que evitaría un campo magnético "inestable") y evitaría que la inducción magnética afectara la señal.

suficiente aumento de la inducción permitiría la transmisión de ondas de alta frecuencia sin afectarlas.

Preece consideró absurdo el trabajo del teórico Heaviside, y lo ridiculizó, diciendo que no servía de nada poder llamar por teléfono a tan largas distancias, enunciando: "tengo un aparato telefónico en mi oficina, pero más que nada como decoración porque no quiero usarlo. Si deseo enviar un mensaje a otra habitación utilizo un timbre o un mensajero". (Braun, 1992, p. 75) Y con esta misma idea en 1887, mal basado en los trabajos de Kelvin, publicó un escrito que daba una ecuación que según Preece mostraba la distancia máxima que podía enviarse un telégrafo sin distorsionarse. Ese trabajo ignoraba una clara señalización de Kelvin, y era que esos datos solo podían considerarse en circuitos que no sufrieran de inducción magnética, motivo por el cual su trabajo resultaba inválido. Esta publicación es el trabajo que muchos científicos consideran el responsable del retraso sufrido en este ramo de investigación en Inglaterra.

Por su parte Heaviside atacó con fuerza la publicación de Preece en un artículo publicado tres meses después. Esto enfadó enormemente a Preece, no solo por la fuerte crítica sino porque en el artículo Heaviside lo llama "cobarde de la ciencia". Más tarde Heaviside intentó junto con uno de sus hermanos que laboraba en el mismo sistema de correos como técnico demostrar su teoría colocando bobinas a lo largo del cable del tendido telefónico, sin embargo, abandonó la idea al enterarse que Preece tenía derecho de veto en las proposiciones que se realizarán en la oficina en que laboraba su hermano.

Después de más de diez años de este intento fallido, en 1899, basado en un trabajo previo de Heaviside, el estadounidense Michael I. Pupin, catedrático de la Universidad de Columbia se percató de la posibilidad de aumentar la inducción magnética para solucionar el problema de la interferencia en el teléfono, y poco tiempo después, George A. Campbell construyó las bobinas que lo permitían y las patentó. Esto permitió las comunicaciones a larga distancia, primero en Estados Unidos y más tarde pagando las patentes en Inglaterra.

Este pequeño trozo de historia, cual moraleja, nos permite extraer un conjunto de conocimientos, el primero es el ya conocido valor de lo teórico, es decir, de un interpretar en la realidad que se aprecia en que "Heaviside fue una de las primeras personas que entendió la importancia del conocimiento de la teoría electromagnética." (Braun, 1992, p. 76) Este hecho le permitió ver cosas que muy pocos pudieron ver, pero que, sin embargo, por sí mismas no resultaban ser suficientes para mostrar a los demás lo que él percibió, fue incapaz de llevar este conocimiento por sí mismo más allá de su propia cabeza. Por otro lado, que "La disputa que se dio entre Preece y Heaviside, la "práctica contra la teoría", nos ilustra lo erróneo y costoso de este tipo de enfrentamientos." (Braun, 1992, p. 76), pudiendo incluso detener el desarrollo del conocimiento.

IX. Conclusiones

Así a manera de conclusión, y acorde a como menciona Ian Hacking de esta andada Baconiana, resulta evidente que en la complejidad de la realidad, múltiples factores son los que permiten, limitan y en general determinan el desarrollo de los conocimientos, permitiéndonos entender que no existe un "método" específico para entender o transformar la realidad, sino que por el contrario solo puede construirse desde nuestro entorno mismo, y que al menos en lo que refiere al conocimiento científico y tecnológico, la creatividad, la paciencia, el trabajo duro y constante y la acumulación de capacidades a través del tiempo y las distancias son la posibilidad principal para conocer, pero que este conocer no debe entenderse en solo una de sus partes, conocer es siempre un acto, es decir, un entender, transformar y relacionarse con la realidad, y que aunque parezca lejano al interés común el conocimiento científico y tecnológico, siempre encuentra manera de permearse, ya sea a manera de artefactos como juguetes, equipos electrónicos, herramientas y de más objetos o bien como concepciones del mundo, desde un cuento infantil, una noticia que explica una novedad curiosa o una teoría interiorizada en la sociedad.

X. Interviniendo Para Representar

Es necesario dar pie a nuevas formas de representar e intervenir, es necesario ver cómo se hilan las representaciones de las teorías y las formas de modificar al mundo interviniendo en él, aunque sea a manera de simple ejercicio. Por ello en el presente apartado realizaré el ejercicio de mostrar mi representación de los contenidos colocados a lo largo de este texto y los usaré para intervenir.

Para lograrlo en el presente capítulo trataré de crear una herramienta audiovisual que permita exponer y difundir con facilidad los elementos más relevantes de la investigación en formato de tesis recién presentada. Para realizar esta tarea seleccioné los puntos de mayor interés dentro de la investigación para proseguir a la redacción de un guion para los videos. Se mantiene la idea central de ver la ciencia y la tecnología como acciones, no sólo como teorías y artefactos, procurando a su vez dar una línea constante de datos curiosos y referentes al mundo actual a fin de mantener un interés en el usuario final.

No busco un público en específico, sino llevar las conclusiones de este trabajo a una manera de comunicación que permita llevar estos conceptos tan lejos de los límites de la filosofía académica como sea posible, es decir, no pretendo abandonar los conceptos académicos sino enviarlos a un lenguaje que les permita generar un diálogo no sólo dentro sino también fuera de esta.

Cabe además destacar que llevar acabo esta tarea ha requerido el trabajo con diversos equipos electrónicos para la captura o creación de las imágenes, sonidos y de más elementos que han permitido la creación de los videos. Esta búsqueda procura mantener una relación con lo asimilado en el guion sin olvidar que es una herramienta en sumo importante para mantener la atención del usuario final.

Los resultados esperados son la ampliación del concepto de ciencia y tecnología, para verlos como algo más que un grupo de abstracciones que deben

buscar justificación, o artefactos inertes que funcionan sólo como facilitadores de tareas. También se busca evidenciar que tanto la ciencia como la tecnología son un conjunto de sucesos que han permitido un acercamiento a la manera en que se puede manipular (intervenir) y comprender (representar) a la realidad.

1.-Guiones

Video 1: La casa.

Siempre se hace mención que hoy vivimos rodeados de ciencia y tecnología, pero, ¿Dónde están?, he despertado y sólo observo a mi alrededor, quizás mi computadora tenga mucha ciencia y tecnología, quizás si la miro con detenimiento lo entienda, todo en ella es una amalgama de ideas, artefactos, trabajos y sistemas, desde lo que es evidentemente metalurgia hasta el lenguaje guardado en ella que le permite interactuar conmigo.

Pero, si lo pienso así no es lo único con esas características, todo mi hogar ha sido construido con el mismo principio, no es roca lo que carga mi techo, es un intrincado sistema de cargas basado en el acero ahogado en el cemento mismo, el cemento ha devorado todo, se ha comido las mangueras que llevan consigo los cables, ha engullido los tubos que sirven de vía al agua, el cemento mismo no es sólo roca, es una mezcla de químicos y sedimentos escogidos e invisibles, la tecnología y la ciencia se han vuelto invisibles, las ideas que diseñaron el tamaño de las puertas, su ancho, los apagadores dispuestos a metro y veinte centímetros del suelo no llegaron ahí por coincidencia, toda la planeación es un idioma creado para que la casa interactúe conmigo, quizás sea verdad, quizás estamos inmersos en un mundo tecnificado. Donde todo conocimiento se va fundiendo con él hasta volverse invisible.

Link: https://www.youtube.com/watch?v=htoC_qacST8

Video 2: Las ondas invisibles.

La ciencia y la tecnología se van volviendo invisibles, pero algunas de sus partes siempre lo fueron, rebotan por mi casa, escudriñan hasta el baño, algunas han poblado las calles esperando el momento de ser utilizadas, nos rodean las ondas, "nuestras mejores máquinas estan hechas de rayos de sol, son ligeras y limpias, porque no son más que señales, ondas electromagnéticas, una sección de un espectro, son eminentemente portátiles, móviles." (Haraway, 1983, p. 261); susurran por las calles en lenguajes que no entendemos, hacen que mi celular hable con otros, dicen algunos que pueden hacer incluso que mi lavadora hable con mi secadora, que mis tuberías cuenten al gas que debe comenzar a trabajar, y sólo podemos saber que están ahí porque las cosas funcionan, porque traducen nuestro idioma, nuestras imágenes, nuestras ideas a su propio idioma, y así lo hacen atravesar el mundo si es preciso con tal de cumplir con su tarea encargada, son ya parte de nosotros, aunque a veces pienso que quizás somos nosotros parte de ellas.

Link: https://www.youtube.com/watch?v=vig_0Ela-d0

Video 3: La distancia correcta.

Mira la pantalla, es un artefacto interesante, el espejo negro que cuando no nos refleja en su obscuridad lo hace a través de nuestros deseos y necesidades, es maravilloso lo hace a color y muchas de las veces, incluso de maneras que escapan a nuestra percepción.

Le llamamos tecnología, pero simplemente no estamos a la distancia correcta para ver la obra, estamos muy cerca y es difícil darse cuenta que sólo se

mira un fragmento, pues la tecnología es siempre un sistema, un gran conjunto de elementos que trabajan juntos para que por ejemplo puedas ver esta pantalla.

Piénsalo un poco, este equipo requiere para funcionar de elementos mínimos, como internet y electricidad, que a su vez requieren sistemas enormes como el cableado, los generadores, sin contar las variadas formas de entender el mundo y el trabajo de miles de personas. Mirar la pantalla es ver sólo una parte de un todo más grande donde se funde la ciencia y la técnica para formar estos experimentos que tanto nos gusta disfrutar, comprar y ver, es pues el equipo desde donde me miras un parte de algo más grande. Una enorme red de elementos interconectados que hacen posible ver este pequeño video.

Link: <https://www.youtube.com/watch?v=COYWuiClagg>

Video 4: El laboratorio en tus manos.

¿Cómo entender la tecnología como más que un aglomerado de objetos? Decir tecnología es como decir, por ejemplo, carpintería, podemos decir que un mueble es carpintería tanto como podemos decirlo de un hombre construyéndolo, y por tanto es carpintería el clavo, el martillo y el acto de martillar un clavo. Pero sobre todo carpintería es más que un simple mueble el acto mismo de construir esto permite entender de mejor manera la carpintería, ya que es el conjunto de acciones que nos permiten construir cosas con madera, desde su diseño, pasando por cada martilleo y corte, hasta llegar al objeto terminado.

Entonces, ¿Qué actos conforman la tecnología? Al igual que la carpintería son muchos, pero todos ellos tienen algo en común, todos ellos estuvieron en un laboratorio, ya sea que nacieran en esas condiciones controladas o que fueran un elemento por comprender que fuera llevado a nuevos parámetros para entenderle todos llegaron a un laboratorio. Es decir, que todos estos fenómenos tienen en

común que son experimentos, pero no cualquier experimento, son experimentos que no sólo fueron comprendidos, sino que son ahora sumamente controlados.

Tu computadora y tu teléfono son artefactos tecnológicos, pero nota que no hablo de ellos como productos, como lo sería un mueble, los muebles son productos de la carpintería, no les llamas artefactos carpinteros. No existen los artefactos carpinteros, un artefacto carpintero será el que produzca actos de carpintería por sí mismo, y eso solo lo puede hacer una persona, digamos un carpintero.

¿Qué pasa entonces con los productos tecnológicos? Los productos tecnológicos si producen tecnología, pues la tecnología son fenómenos específicos, replicas controladas de experimentos que de alguna manera somos capaces de predecir y sobre todo controlar, tales como la interpretación de una onda electromagnética captada por una antena y trasformada en imágenes y sonidos continuos para dar pie a por ejemplo a este video, el experimento que culmina en el laboratorio que tienes en las manos.

Link: <https://www.youtube.com/watch?v=6I3kKLaIVXo&t=3s>

Bibliografía:

Aristóteles. (Trad. 1994). *Metafísica*. Editorial Gredos, Madrid.

Beléndez, Augusto. (24 de agosto de 2015). *BBVA OpendMind. Faraday y la teoría electromagnética de la luz*. <https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/grandes-personajes/faraday-y-la-teoria-electromagnetica-de-la-luz/>

Brain, Marshall. (11 de febrero de 2021). *How radio works*. <https://electronics.howstuffworks.com/radio1.htm>

Brian, Marshall., Tyson, Jeff y Layton, Julia. (11 de febrero 2021). *How cell phones work*. <https://electronics.howstuffworks.com/cell-phone1.htm>

Braum, Eliezer. (1992). *Electromagnetismo: de la ciencia a la tecnología*. FCE/SEP/CONACYT, México

Broncano, Fernando. (2000). *Mundos Artificiales. Filosofía del cambio tecnológico*. Paidós/UNAM, México.

Bunge, Mario. (1988). *Ciencia y desarrollo*. Siglo XX, México.

Cartwright, Nancy. (1983). *How the Laws of Physics Lie*. Clarendon Paperbacks.

Chakravartty, Anjan. (Summer 2017 edition). *Scientific Realism*, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, Edward N. Zalta (ed.), URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/sum2017/entries/scientific-realism/>>

Dewey, John. (1952). *La busca de la certeza*. FCE, México.

Echeverría, Javier. (2003). *La revolución tecnocientífica*. FCE, México.

Hacking, Ian. (1983). *Representar e intervenir*. Paidós/UNAM, México.

Haraway, Donna J. (1983). *Manifiesto para cyborgs: ciencia, tecnología y feminismo socialista a finales del siglo XX*. En: *Ciencia, cyborgs y mujeres: la*

reinención de la naturaleza (pp. 251-311). Ediciones Cátedra/Universitat de Valencia/Instituto de la mujer, España.

Kroes, P y Meijers, A. (2006). *Technology and the Lifeworld*. Studies in History and Philosophy of Science, (37).

López Sancho, José María, Moreno Gómez, Esteban y Gómez Díaz, María José. (2017). *Museo Virtual de la Ciencia. Faraday y Maxwell*. <http://museovirtual.csic.es/salas/luz/luz19.htm>

Losonsky, Michael. (1990). "The nature of artifacts", *Philosophy*, 65.

Maxwell, James Clerk. (1865). VIII. "A dynamical theory of the electromagnetic Field" *Phil. Trans. Royal Soc.*, (155). (459–512). <http://doi.org/10.1098/rstl.1865.0008>

Meyer, Herbert W. (1971). *History of electromagnetism*. Burndy Library.

Olivé, León. (2000). *El bien, el mal y la razón. Facetas de la ciencia y la tecnología*. Paidós/UNAM, México.

Popper, Karl. (1980). *La lógica de la investigación científica*. Tecnos, Madrid.

Putman, Hilary. (1999). *El pragmatismo un debate abierto*. Gedisa, Barcelona. <https://wiac.info/doc-view>

Quintanilla, Miguel Ángel. (2017). *Tecnología: un enfoque filosófico y otros ensayos de filosofía de la tecnología*. FCE, México.

Rivadulla, Andrés. (2015). *Meta, método y mito en ciencia*. Trotta, Madrid.

Tippens, Paul E. (2001). *Física, conceptos y aplicaciones*. McGraw Hill.

Van Fraassen, Bas. (1980). *La imagen científica*. Paidós/UNAM, México.

Vega, Jesús. (2009). *Estado de la cuestión: filosofía de la tecnología*. *Theoria*, (66).