

El experimento de Oersted desde el perspectiva de las revoluciones científicas

*Celso Vargas Elizondo

Como se recordará, para Thomas Kuhn, la ciencia evoluciona por el establecimiento y eventual destronamiento de paradigmas; proceso conocido como revoluciones científicas. Debido a lo ambiguo del este concepto, en el “pos-crisis de 1969”, Kuhn precisará el término “paradigma” en dos sentidos diferentes, uno más sociológico para identificar a una comunidad de científicos que comparten una determinada visión y valores. El segundo, el de “matriz disciplinar”, para captar uno de los aspectos sustantivos de la evolución del conocimiento científico. De esta manera, Kuhn sigue utilizando el término “paradigma” en estos dos sentidos, los cuales son contextualmente separables. Así salva la gran popularidad que este concepto adquirió dentro y fuera de las ciencias naturales; ha sido muy importante en las ciencias sociales.

De manera general, el paradigma captura el carácter revolucionario de ciertos momentos de la ciencia en los que una determinada visión de mundo, un conjunto de prácticas, formas de abordar los problemas y de representar el mundo, es drásticamente reemplazado por otro. Significativo es el caso del geocentrismo de Ptolomeo que fue desplazado rápidamente, después de unos 1400 años de vigencia, por el heliocentrismo copernicano mucho más adecuado a los nuevos datos. Esto propició a su vez, el desarrollo de una de revoluciones científicas más importantes del siglo XVII y XVIII: la mecánica newtoniana. Esta mecánica no solamente reemplazó la física aristotélica, sino que permitió unificar una serie de “fenómenos” que antes aparecían de manera desligada. Tal es el caso de la relación entre la fuerza que mantiene unidos los

planetas y el sol, la caída de los cuerpos, las trayectorias de los cometas, el achatamiento del globo en el ecuador y las mareas, entre otros. Esto trajo un increíble avance del conocimiento científico.

Dos momentos reconoce Kuhn en el desarrollo de la ciencia: un periodo revolucionario caracterizado por el enfrentamiento de paradigmas. Uno segundo, de ciencia normal, en el que los científicos se abocan a resolver los distintos problemas que se plantean al nuevo paradigma, y cuya resolución contribuirá decisivamente a la ampliación y consolidación del mismo. Es principalmente en el proceso de ciencia normal en el que el uso de paradigma como matriz disciplinar juega un papel fundamental; aunque también es utilizado para comprender los procesos de crisis paradigmática, así como las etapas pre-revolucionarias.

Se denomina “matriz disciplinar”, precisamente porque incluye una serie de elementos claves que identifican la disciplina. Entre estos están: a) las generalizaciones simbólicas o aquel lenguaje simbólico que será utilizado por este paradigma para expresar sus resultados; b) modelos (ejemplares) compartidos y heurísticas representativas del paradigma; y c) el conjunto de valores que son compartidos por esa comunidad de científicos. A medida que un campo de investigación se consolida (consolida su paradigma) se perfila con claridad la matriz disciplinar que lo caracteriza.

La matriz disciplinar de un paradigma consolidado permite comprender, como se indicó anteriormente, el periodo pre-paradigmático o pre-revolucionario de una teoría. Esto se debe al hecho de que no se ha consolidado esa matriz disciplinar. Tal es el caso del momento en que Ørsted (1820) realiza su serie de experimentos sobre la interacción entre electricidad y magnetismo. Dispersos en otras perspectivas sobre este mismo

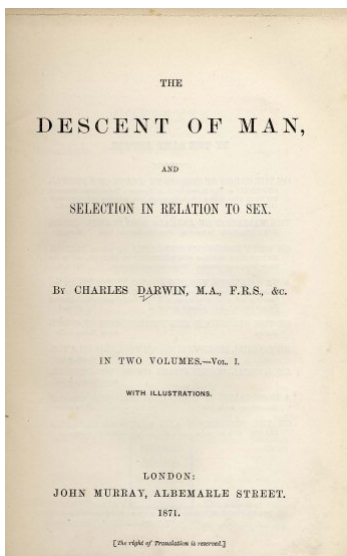
tema, hemos mencionado algunas de las características del periodo. Primero, no hay un lenguaje claro, compartido que permita identificar el campo. Segundo, cada autor pretende imponer la terminología a utilizar en el campo. En el caso de Oersted la introducción de términos y teorías relativamente confusas como "conflicto eléctrico"; posteriormente será utilizado "campo magnético" y "campo eléctrico", pero sin duda, ninguno captura todos los usos que Oersted pretendía. Por ejemplo, el que en los cuerpos no magnéticos no hay resistencia al conflicto eléctrico. Tercero, encontramos un enfrentamiento de visiones (pues no podemos hablar todavía de un paradigma electromagnético). Por un lado, los esfuerzos de Ampère y otros por explicar todos los fenómenos descubiertos en términos del modelo newtoniano: como fluidos, fuerzas de atracción y repulsión, y acción a distancia. Este enfrentamiento se hará más intenso conforme avanza el siglo. Tendrá que esperar a Hertz con quien finalmente se establece, y se acepta, por parte de la comunidad científica, que cualquier acción en un campo eléctrico o magnético toma tiempo. Y por tanto, contra Newton, que no hay acción a distancia, sino que toda acción requiere mediación. Pero tampoco hay transmisión instantánea como asumía Newton.

Kuhn ha defendido la inconmensurabilidad entre paradigmas, es decir, la imposibilidad de comprender un paradigma si no se está dentro de él. Esta tesis puede ser interpretada en diferentes maneras. Por ejemplo, de una manera fuerte limitaría la comprensión de la historia de la ciencia ya que el historiador valora desde fuera de un paradigma científico. En un sentido profundo el historiador no tendría acceso al conocimiento real del desarrollo de la ciencia. No tiene reglas de traducción analíticas. Una tesis sobre la imposibilidad de la traducción puede encontrar sustento en la indeterminación de traducción defendida por Quine. Como indicara Quine para que la traducción funcione debe haber enunciados analíticos, de la forma A se traduce como B. Pero este es una presuposición que no tiene fundamento. De manera

débil, lo cual parece establecer Kuhn en el pos-cripto de 1969, es posible hacer historia de la ciencia con bastante profundidad aunque habría ámbitos, por ejemplo, semánticos en los que la traducción entre paradigmas sería imposible.

Ciento cincuenta aniversario del Origen del hombre de Carlos Darwin (#)

*Guillermo Coronado



En este 24 de febrero del presente año, se cumplen 150 años de la aparición del libro de Carlos Darwin *El origen del hombre*, 1871.(1) Libro que completa la doctrina de Darwin sobre la evolución de las especies, no solamente con el tratamiento del ser humano, excluido de su obra fundamental de 1859, *El Origen de las Especies*, por razones estratégicas, sino porque le permite presentar y desarrollar otro mecanismo de la evolución, la evolución ligada al sexo.

En su *Autobiografía* (2), Darwin se refiere a *El origen del hombre*, en los siguientes términos. “*El origen del hombre* se publicó en febrero de 1871. Cuando me convencí, en el año 1837 o 1838, de que las especies eran producciones naturales no pude evitar pensar que el hombre ha de estar sometido a la misma ley. Así pues, acumulé notas sobre el tema para mi propia satisfacción y, durante mucho tiempo, sin ninguna intención de publicarlas. Aunque en *El origen de las especies* no se trata la derivación de ninguna especie en particular, creí conveniente añadir, con el fin de que ninguna persona honrada me acusara de ocultar mis puntos de vista, que la obra en cuestión “tal vez arrojara algo de luz sobre el origen del hombre y su historia”. Habría sido inútil y perjudicial para el éxito del libro alardear de mi convicción respecto a su origen sin aportar ninguna prueba”. (**Auto**, 135).

Darwin comenta a continuación, que al comprobar que muchos naturalistas aceptaban su teoría de la evolución de las especies, le pareció pertinente desarrollar sus notas y publicar una especie de tratado sobre el origen del hombre.

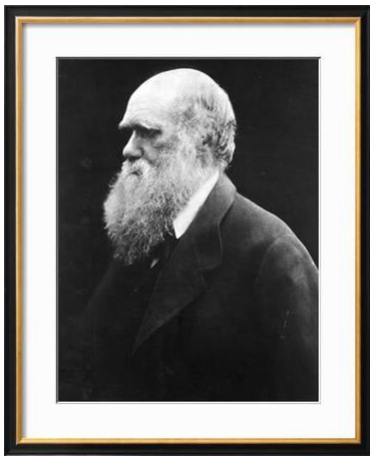
Y de manera más directa escribe que “Estaba, si cabe, más dispuesto a hacerlo porque aquello me daba la oportunidad de tratar ampliamente la selección sexual, una cuestión que siempre me ha interesado enormemente”. (ídem)

Y concluye su referencia al libro, anotando que le tomó tres años escribirlo, pero como de costumbre parte de ese tiempo se perdió por sus consabidos problemas de salud, y otra en labores de edición de obras previas y algunos textos menores. Y deja establecido que una segunda edición, “ampliamente corregida”, apareció en 1874.

Ahora bien, de manera muy interesante, pero no siempre seguida por los lectores de Darwin, se relaciona el *Origen del*

Hombre con el librito publicado al año siguiente, en otoño, *La expresión de las emociones en los humanos y en los animales*. Se expresa así: “Yo tenía previsto dedicar solamente un capítulo a este tema en *El origen del hombre*, pero en cuanto reuní mis notas vi que requería de un libro aparte”. (idem)

Por cierto, muchas de esas notas provienen de sus observaciones respecto de sus hijos, el primero de los cuales nació en diciembre de 1839, los años en que madura su concepción de la evolución de las especies. Darwin mantuvo esa costumbre de registrar tales datos con toda su descendencia.



Charles Darwin c 1870

Para hacer referencia directa al *Origen del Hombre*, y mostrar el peso de la teoría de la herencia ligada al sexo, en relación a la evolución del hombre, demos una mirada a la tabla de contenidos del libro.

El *Origen del Hombre* se divide en tres partes, a saber, origen del hombre, selección sexual y selección sexual en relación al hombre y conclusión. La extensión de estas partes, según el índice de temas en la edición en español estipulada en la nota 1, tenemos que cada parte tiene 176, 272 y 56 páginas. Si unimos la primera con la tercera por su afinidad con el tema del hombre, se tiene que la diferencia con la segunda parte, la de la selección sexual es de 40 páginas de muy apretujada edición. Situación que ya había reconocido Darwin en sus páginas introductorias, cuando expresa que “Cuando apliqué

esta idea al hombre, encontré indispensable tratar el tema completo en todo su detalle. En consecuencia, la segunda parte de la presente obra, que trata de la selección sexual, se ha extendido hasta un extremo excesivo, en comparación con la primera parte; pero no había manera de evitarlo”.

Aunque siempre queda flotando la posibilidad de que Darwin a pesar de todo no esté totalmente listo para lanzarse al campo de batalla mucho más amplio de la discusión por el ser humano, en que los diversos enfoques, entre ellos, religiosos, teológicos, filosóficos y culturales son mucho más abiertos que la ciencia con sus parámetros metodológicos de la observación fáctica y la explicación racional. Pero ello se verá en las siguientes entregas de los diversos participantes en esta serie de columnas.

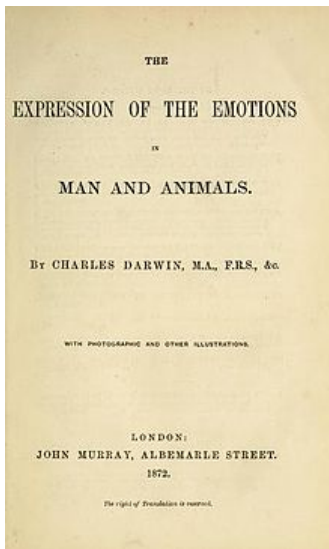
NOTAS

#) Con este texto se inicia una serie de perspectivas sobre Darwin y su libro el *Origen del hombre*, cuyos 150 años de publicación se cumplen el próximo 24 de febrero. En esta serie se contará con autores de diversas especialidades, tales como la biología, la historia y la filosofía de la ciencia, entre otras. El Círculo de Cartago se congratula por esta empresa colectiva.

1) Darwin, Carlos. 1989. *El origen del hombre y la selección en relación al sexo*.

Editorial EDAF. Madrid. Se cita como **OH**.

2) Darwin, Charles. 2019. *Autobiografía*. Nordicalibros. Madrid. [Edición restaurada por Nora Barlow]. Se cita como **Auto**.



Darwin y el origen humano: un chelín menos y un libro más

Julián Monge-Nájera

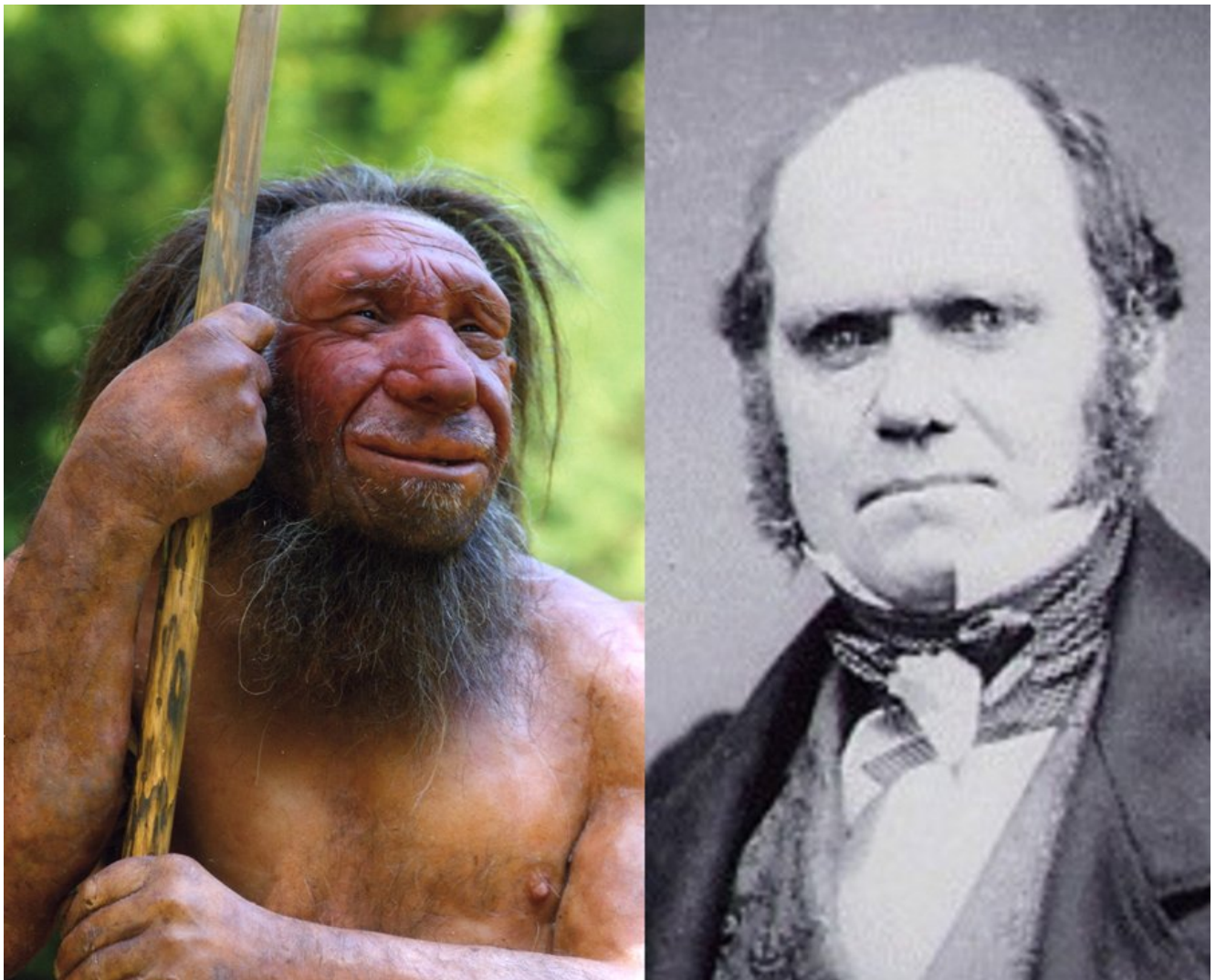
El viernes 1 de julio de 1870, John Murray, cuya editorial publicaba los libros de Darwin –así como los de Goethe, Jane Austen y Lord Byron– le dio a Darwin la noticia, no tan agradable, de que como la nueva edición de *El origen de las especies* se había vendido a un chelín menos que la primera, el monto de sus regalías no sería el esperado. Le informó además que la nueva propuesta de título para el libro que tenían en proceso le parecía mejor que la anterior, empañada por “un adjetivo censurable”. Nadie sabe con certeza cuál era ese adjetivo, pero posiblemente fuera la palabra *sexual*, digamos, *The Descent of Man, and Sexual Selection* ¹. En todo caso, aclaraba Murray, aún estaban a tiempo de cambiarlo si Darwin así lo deseaba ¹. Darwin le respondería con esta breve carta ²:

Mi estimado señor:

Tras pensarlo, me siento más inclinado a mantener “El origen del hombre” como primera parte del título de mi libro.

Muy atentamente:

Ch. Darwin



Fotografías: Reconstrucción de un neandertal, y retrato de Charles Darwin en 1854. Fuentes: Neanderthal Museum, Mettmann y Literary and Scientific Portrait Club (commons.wikimedia.org)

En esta primera entrega por los 150 años del libro de Darwin sobre nuestro origen, reviso la correspondencia del autor, así

como las dos ediciones originales de su libro, para ver cómo percibía él esa primera edición, que como dice Guillermo Coronado en su artículo ["Ciento cincuenta aniversario del Origen del hombre, de Carlos Darwin"](#), justificó una edición ampliamente corregida en 1874.

Los aportes siguientes tratarán sobre cómo ve la biología actual tres temas: el origen de las "razas humanas", las diferencias entre mujeres y hombres, y los dos órganos sexuales que Darwin no trató, pero que hoy día son tema central en los estudios de la evolución humana.

Hay ciertas indicaciones de que Darwin se sintió apresurado en la publicación del libro sobre los humanos y de que no estaba satisfecho. En 1867 escribió al zoólogo Edward Blyth que estaba pensando en redactar un ensayo sobre el tema ³. En la segunda edición, aclaró que había cambiado cuatro ilustraciones con las que no estaba contento, y agradeció al ilustrador T. W. Wood por dibujar las nuevas "del natural". Pero lo más llamativo es que la primera edición en cierto modo funcionó como lo que hoy se llama *crowdsourcing* o proyecto comunal, ya que tras su publicación se vio inundado de tal cantidad de observaciones, comentarios, e informes de observaciones nuevas, enviadas por lectores y especialistas, que solo pudo incorporar una fracción en la nueva edición, la cual en todo caso mejoró mucho.

El aporte más significativo, pensaba Darwin, podía ser el que le envió Huxley, un estudio comparativo del cerebro de los humanos con el de otros antropomorfos.

¿Por qué era tan importante el estudio de las diferencias cerebrales?

Darwin explica: "porque durante los últimos años han aparecido en el continente varias memorias sobre el tema, y su importancia ha sido, en algunos casos, muy exagerada por escritores populares". En efecto, los cerebros del humano, el

chimpancé, el gorila y demás parientes, tienen un gran parecido y también algunas diferencias. El resultado obvio fue que Darwin usara las similitudes como argumento para demostrar el origen común, y que sus enemigos se centraran en las diferencias para insistir en el hombre hecho “a imagen y semejanza” divina (Génesis 1:26).

Volviendo al título, que finalmente quedó como *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex*, Hooker escribió a Darwin diciéndole ⁴:

Supongo que casi has terminado tu libro: lamento que descartaras el título simple de “*Origin of Man*”.

Ya que escribo esta serie de ensayos en plena pandemia de COVID-19 (2020-2021), cierro comentando que, en cierto modo, Darwin fue el primer gran teletrabajador, ya que hizo casi toda su obra desde su *home office* de Kent. Como siempre, el pobre andaba adelantado a su época.

NOTAS

* julianmonge@gmail.com, Laboratorio de Ecología Urbana, UNED, Costa Rica

1 Carta de John Murray a Darwin, 1 julio 1870, <https://www.darwinproject.ac.uk/letter/DCP-LETT-7259.xml>

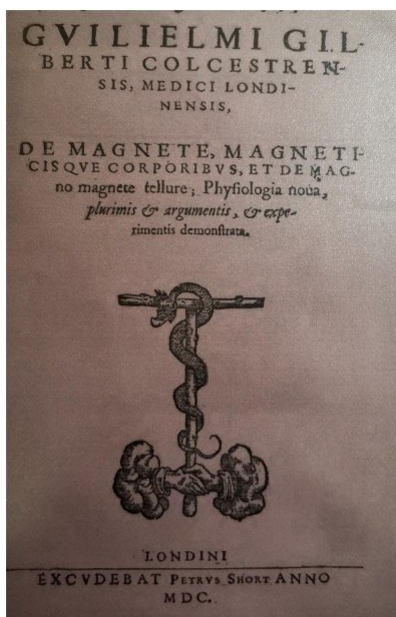
2 Carta de Darwin a John Murray, sin fecha, <https://www.darwinproject.ac.uk/letter/DCP-LETT-7050.xml>

3 Carta de Darwin a Edward Blyth, 23 febrero 1867, <https://www.darwinproject.ac.uk/letter/DCP-LETT-5413.xml>

4 Carta de J. D. Hooker a Darwin, 24 setiembre 1870, <https://www.darwinproject.ac.uk/letter/?docId=letters/DCP-LETT-7323.xml>

El De magnete de William Gilbert de Colchester. II parte

*Guillermo Coronado



El libro

El **De Magnete** refleja una estructura muy ordenada, con seis libros y 115 capítulos, además de un Prefacio por el autor, con interesantes consideraciones metodológicas (1) y un prefacio muy elogioso de Edward Wright.

En el 1 libro primero se presenta una reseña histórica de los conocimientos previos sobre lo magnético, desde los griegos, pasando por el asombroso medieval del siglo XIII, Pedro de Maricourt, hasta los desarrollos renacentista, tanto de los técnicos de la navegación como de eruditos investigadores de la naturaleza. Además, se presenta una descripción de los rasgos fenoménicos más significativos del magnetismo, entre

ellos, su polaridad, su divisibilidad no en partes sino en magnetos más pequeños, su atracción del hierro pero no de otras sustancias, etc.

En el segundo libro, se distingue los fenómenos propios del magnetismo de aquellos provocados por el frotamiento del ámbar, el *electrón* de los griegos. El estudio de Gilbert de tales fenómenos eléctricos realmente abre un campo de investigación tan o más novedoso que el magnético. Se reportan muchos experimentos eléctricos, más precisamente electroestáticos, se identifican muchas sustancias eléctricas con sus aspectos de atracción y repulsión, y se señalan diferencias con las propiedades de los imanes. Realmente, como se sugirió antes, este segundo libro abre un nuevo campo de investigaciones que será muy explotado en los dos siguientes siglos, a veces con más intensidad que el mismo tema del magnetismo.

El tercer libro se aboca a las propiedades direccionales del magneto, de la magnetización de agujas, como también de la distribución del magnetismo de las terellas, imanes esféricos que asemejan la Tierra.

Los libros cuarto y quinto giran en torno al magnetismo y el comportamiento de la brújula, en especial los rasgos de declinación – denominados en ese entonces “variation” e inclinación, que Gilbert llama de “declinación” y en vocabulario más común “dip”. En terminología moderna se puede decir que estos dos libros están consagrados al geomagnetismo. Por otra parte, son investigaciones profundamente influenciadas por los desarrollos técnicos de la navegación.

Finalmente, el sexto libro correlaciona el magnetismo con las terellas como ejemplo del movimiento de rotación de la

Tierra. Terellas, esto es, magnetos naturales de forma esférica. La terella y su analogía con la Tierra permite comparaciones no solamente útiles para la investigación sino para la elucubración conceptual. En efecto, de las semejanzas de la terella con la Tierra se puede sustentar la hipótesis de que esta última no es sino un gran magneto. En particular, la rotación de la terella en ciertos arreglos experimentales - ciertamente discutibles para algunos, pero claramente significativos para Gilbert, conducen a la conclusión de la rotación terrestre. Y por supuesto, todo ello hace posible una correlación entre la filosofía magnética, al menos en resultados particulares, y el copernicanismo emergente en su tiempo, aunque restringido a la tesis de la rotación de nuestra Tierra, de ninguna forma a su movimiento de traslación alrededor del Sol.

Para ampliar esta descripción de la estructura del **De Magnete**, cabe señalar que entre los instrumentos científicos empleados por Gilbert destaca uno de su invención, el “versorium”, un electroscope, el cual se diseñó originalmente para la investigación de sustancias eléctricas, pero que luego se adaptó para las magnéticas. En esta nueva función le permite a Gilbert investigar y establecer lo que se podría denominar “campos” en torno al imán; comprobación de ciertos fenómenos magnéticos en la tierra por comparación con el comportamiento del versorium en las terellas; establecimiento de la declinación magnética como resultado de la no perfecta esfericidad de la terella y por comparación con la tierra.



Versorium de W. Gilbert

En resumen, se pueden plantear varias observaciones generales sobre el enfoque de William Gilbert en el **De Magnete**, a saber,

es una investigación exhaustiva de dos áreas temáticas, la propia de su título, el magnetismo, y la de la electricidad. En cierto sentido, es un libro de texto para fomentar el estudio de dichas áreas temáticas. Finalmente, es una especie de proto manual de laboratorio o experimentación: se llega a destacar con asteriscos grandes y pequeños algunos de los experimentos o experiencias que aparecen en el libro de acuerdo con su importancia relativa.

También se puede notar que desde una perspectiva general, el libro de Gilbert investiga todos los aspectos del magnetismo desde las siguientes aristas: a- aspectos del magnetismo de los que puede rastrearse evidencia histórica; b- opiniones varias del vulgo o del folclore; c- opiniones de entendidos contemporáneos, en especial, técnicos navegantes desde el Renacimiento hasta su tiempo; observaciones novedosas generadas por el mismo procedimiento investigativo, ya sea como respuesta a los insumos antes enumerados, o al ingenio personal del investigador, Gilbert.

Es obvio, dada la variedad de aristas señaladas, que se pueden colar en el texto algunas instancias de afirmaciones ingenuas, pero, en general su análisis es muy crítico y se desechan sin reticencia aquellas se manifiestan como erróneas. Dos ejemplos significativos se presentan a continuación: 1- Se afirmaba que el ajo afectaba al magneto y en consecuencia a la brújula. Observaciones y experiencias muestran que ello no es verdadero. No obstante, esta conclusión científica no afecta ciertas regulaciones jurídicas que casi cien años después de la conclusión negativa de Gilbert siguen condenando a los marineros que cometen dicha falta. 2- Se afirmaba que el magnetismo poseía la capacidad de diferenciar a los cónyuges virtuosos de los adúlteros. Sin embargo, de observaciones controladas (no nos atrevemos a decir experimentos) no se infiere tal capacidad discriminatoria por parte de los imanes. Pero es mejor dejar el tema en este punto.

El Experimento de Oersted (1820) como parte de un programa científico de investigación

*Celso Vargas Elizondo

En la anterior perspectiva señalamos que nos llama la atención el carácter optimista, positivo de la presentación de los resultados de sus experimentos por parte de Oersted. Esto en contraste con lo que nos indica Popper al enfatizar en la falsabilidad de las teorías científica. Una de las propuestas filosóficas y metodológicas que nos permite explicarlo es la de Lakatos (1922-1974), conocida como Metodología de las programas científicos de investigación. Es una metodología general que se aplica tanto al desarrollo de la ciencia como de las matemáticas. La propuso en 1965, pero no tuvo el tiempo suficiente para desarrollarla de manera más rigurosa. Sorprendente resulta la aplicación de esta metodología a diferentes casos en la historia de la ciencia que Lakatos en las que muestra un gran dominio. Incorpora elementos de otras metodologías, dentro de un marco bastante original y racional. Utiliza conceptos analógicas como núcleo duro de una teoría, heurística positiva, heurística negativa, cinturón protector de la teoría. No es el único en hacer este uso en filosofía de la ciencia, recordemos a Quine. No obstante lo anterior, permiten ser aplicados de manera bastante precisa en la evaluación del desarrollo de la ciencia.

En el caso de las ciencias naturales, el núcleo duro propone una visión de la naturaleza que podríamos llamar profunda. Por ejemplo, “la materia está formada de pequeñas unidades indivisibles” (teoría atómica de la materia) o “las distintas fuerzas observables en la naturaleza son manifestaciones de una fuerza única” (teoría de campos). Son ideas tan fascinantes que llevan al científico, a pesar de los fracasos en el logro de resultados afirmativos, a intentar probar su verdad. Aquí no son las refutaciones las que predominan sino más bien las confirmaciones, como señala Lakatos. Una confirmación representa un enorme progreso en esta búsqueda de la identidad, como sugiriera Mayerson (1859-1933). Afirmación ésta, sin embargo, que debemos tomar con cautela, ya que hay ámbitos científicos, como la física cuántica, en la que no es clara esta búsqueda de identidad.

Cuando una de estas ideas resulta ser tan fascinante, resultados negativos no cuestionan la validez de la idea sino que la refutación de asocia con otros aspectos involucrados en la realización del experimento. Dos de estos conceptos son importantes: las hipótesis auxiliares y las condiciones iniciales. Las primeras son suposiciones externas al núcleo duro de la teoría, en el caso de Oersted, por ejemplo, la existencia de una clase de materiales conductores los cuales se asume son relevantes en la realización del experimento, mientras que las condiciones iniciales son instancias o especificaciones bajo las cuales se realiza un experimento, por ejemplo, el voltaje mínimo requerido para que la inducción magnética se produzca. La heurística negativa establece que, en caso de un resultado negativo, lo que debemos revisar son las condiciones iniciales o las hipótesis auxiliares, pero nunca el núcleo duro. La sustitución de hipótesis auxiliares o condiciones iniciales por otras permite que la teoría se vaya adecuando a los resultados obtenidos hasta el momento; usualmente hasta cierto límite.

Este límite viene dado por la heurística positiva, es decir,

la capacidad de la teoría de encontrar nuevas formas bajo las cuales la idea inicial puede ser fecundamente explorada y comprobada. Oersted parte de una forma específica de la formulación de teoría de campos que indicamos, a saber: "existe interacción entre electricidad y magnetismo", la cual es ampliada con su idea del conflicto eléctrico. Como indicamos, para él los materiales conductores "resisten el conflicto eléctrico" lo mismo que el calor y la luz. Otra de las formas de heurística positiva, muy común después de Volta, es la transformación de energía química en eléctrica, de magnética en química. En todos estos casos observamos la extraordinaria fertilidad de la idea de los campos de fuerza. A medida que un programa pierde su capacidad de encontrar nuevas formas innovativas, y acumula anomalías o resultados negativos, su límite comienza a reducirse y el programa se convierte en un programa degenerativo, pierde su progresividad hasta que un nuevo programa lo reemplace o se encuentren nuevas formas para renovar este programa.

Desde esta metodología, el experimento de Oersted se inscribe muy claramente dentro de la práctica normal del científico; pone de manifiesto la fascinación por el desciframiento de la naturaleza y el compromiso personal del científico con un programa de investigación que presenta un gran potencial, una gran fuerza heurística, cuyos éxitos, como bien sabemos, llevarán al desarrollo de la primera gran teoría de campos de fuerza; desarrollo éste que intensificará con los trabajos de Maxwell, de Hertz y de otros renombrados científicos en la segunda mitad del siglo XIX. Este experimento se realiza al inicio de la teoría de los campos de fuerza, en su parte experimental, ya que teóricamente tanto Descartes, Leibniz, Kant, Schelling y Boscovich habían adelantado este tipo de teorías. Esta parte experimental se intensifica con el concurso convocado por la Academia de Ciencias Bavara en 1774-1776, sobre la analogía entre electricidad y magnetismo, con lo cual este tema se posiciona como un tema relevante para la comunidad científica internacional. Pensamos que es esta

necesidad de descifrar la naturaleza, de encontrar la identidad la que guía, en este caso y en otros, los esfuerzos de Oersted por descubrir esta interacción y por proponer interpretaciones sobre los fascinantes resultados que iba descubriendo.

El De magnete de William Gilbert de Colchester. I Parte

*Guillermo Coronado



El presente ensayo que tiene como fin ofrecer una breve panorámica de la obra fundamental de William Gilbert, el **De Magnete**, que fue publicado en 1600, consta de dos partes, a saber, una de índole biográfica y la otra de breve análisis de la obra antes citada. A continuación unas pinceladas biográficas acerca de William Gilbert de Colchester.

El hombre

William Gilbert nació el 24 de mayo de 1544, en Colchester, Essex, a unos ochenta kilómetros al noreste de Londres. Luego

de cumplir con la educación elemental se matricula en el St. John's College, de la Universidad de Cambridge, en el año de 1588. Obtiene su B.A. dos años después, y su M.A. en 1594. Fue nombrado "mathematical examiner" al año siguiente, y emprende estudios formales de medicina. En 1599 culmina su M.D. y se le nombra senior Fellow del College. Por 11 años estará ligado al St. John's College.



Sin embargo poco tiempo después de su graduación como médico deja Cambridge, y como era de rigor para completar la educación de un inglés, emprende un largo viaje por Europa continental. El tradicional "grand tour" de incorporación al mundo intelectual de su interés, que en este caso le toma unos cuatro años, y se centra especialmente en la visita a Italia. Al regreso, se establece en Londres desde 1603 e inicia una exitosa carrera como médico. Igualmente se destaca por su interés en los estudios científicos, en especial en temas químicos, físicos y cosmológicos. Conformó una importante biblioteca científica, una gran colección de instrumentos científicos, algunos de su propia invención. Su casa en Londres se convierte en importante centro de reuniones de los interesados en las ciencias. En consecuencia, podría verse como un remoto antecedente del Colegio Invisible, el grupo de intelectuales interesados en ciencias, bajo la dirección de Robert Boyle, que deviene posteriormente en lo que será la Real Sociedad de Londres a mediados del siglo siguiente.

Algunos contemporáneos señalan que la inversión de Gilbert en

instrumentos científicos alcanzó la enorme cifra de cinco mil libras esterlinas.

Hacia 1576 se le admite en el Real Colegio de Médicos, en el que también desempeña exitosamente varias funciones, carrera que culmina en 1599-1600, con el nombramiento de Presidente de dicha institución médica. Al año siguiente, 1601, se convierte en médico de la corte de la Reina Elizabeth I. A la muerte de la reina, el 24 de marzo de 1603, se le mantiene como médico del sucesor, Jaime I, pero lamentablemente Gilbert muere a fines de ese mismo año, el 30 de noviembre de 1603, víctima de la plaga de peste bubónica de ese año que asoló a Londres. Está enterrado en su ciudad natal de Colchester. Como nunca se casó ni tuvo descendencia, Gilbert dona sus instrumentos científicos y su gran biblioteca al Real Colegio de Médicos, pero todo ello se perderá como consecuencia del gran incendio de Londres en 1666.

Su obra fundamental, resultado de dieciocho a veinte años de lecturas y experimentos, ***De magnete Magneticisque Corporibus et de Magno Magnete Tellure Physiologia Nova, plurimis & argumentis, & experimentis demonstrata***, (conocida en español como ***Sobre los imanes, los cuerpos magnéticos y el gran imán terrestre***) fue publicada en 1600, por Peter Short, en Londres. Elzeviers, la famosa editorial continental la publica en 1628. El libro está escrito en latín como lo exigía el rigor intelectual de aquellos tiempos.

Sin embargo no será sino hasta 1893 que aparece traducción al inglés por Paul Fleury Mottelay, seguida poco después por la traducción de Silvanus Thompson, aparecida en 1900.



De Magnete, 1628

Como se verá en más detalle en la segunda parte de este texto, el **De Magnete** no solamente es importante por el estudio de los imanes sino también de la electricidad, fomentando una serie de investigaciones sobre fenómenos eléctricos de gran importancia. Pero también poniendo juntas las investigaciones del magnetismo y la electricidad. Y lo que para Gilbert es una simple yuxtaposición luego resultará fundamental en la conformación del electromagnetismo.

Como resultado de la aparición de dicho libro, William Gilbert se convirtió en una estrella fulgurante en el firmamento intelectual europeo, como lo evidencia las referencias de Kepler y Galileo a las investigaciones de Gilbert. En el caso particular de Kepler, en su obra **Astronomía Nova**, 1609, se considera al Sol, foco del movimiento de la órbita de Marte, como un gran imán que ejerce su fuerza magnética sobre Marte y por tanto atrayendo y repeliendo al planeta. Y específicamente Kepler reconoce el papel de la filosofía magnética de Gilbert.

Otro trabajo importante de William Gilbert de Golchester, **De Mundo Nostro Sublunari Philosophia Nova**, fue publicado en forma póstuma por su medio hermano, William de Melford, en 1651, en Amsterdam. Como la describe el mismo Gilbert al mismo inicio del libro se propone una "Philosophia nova contra Aristotelem". Pero no tuvo ni por asomo el impacto del **De Magnete**, libro que trataremos en la segunda entrega de este breve ensayo.

Interpretación Popperiana del experimento de Oersted de 1820

*Celso Vargas Elizondo

Para Popper, la ciencia progresa mediante un constante proceso de resolución de problemas. Cuando se arriva a una idea, por ejemplo, “es posible la interacción entre la electricidad y el magnetismo”, el primer problema que enfrenta el científico es expresar esa idea en términos lo más precisos, por ejemplo, “puede determinarse (observarse) la interacción entre electricidad y magnetismo”. El segundo problema que enfrenta es convertir esta idea de forma que se puedan derivar consecuencias experimentales. Por ejemplo, “Si existe interacción entre electricidad y magnetismo, al aplicar una corriente eléctrica X al arreglo Y, se producirá un efecto Z”; prestando atención a que el consecuente efectivamente sea deducible del antecedente. Tercero es importante hacer explícitas las hipótesis auxiliares de manera que resulte claro que, del arreglo experimental propuesto, puede someterse a contrastación la afirmación “existe interacción entre la electricidad y el magnetismo”. Finalmente, llevar a cabo el experimento esforzándose por encontrar un resultado negativo. Si se obtiene, aplicando Modus Tollendo Tollens (MT) podemos concluir que el antecedente es falso. Es decir, que no hay interacción entre la electricidad y el magnetismo. Si el resultado fue positivo, es decir, se corrobora la interacción entre electricidad y magnetismo, se afirma que, de manera tentativa, la teoría ha pasado la prueba, pero en ningún sentido se puede afirmar que haya sido confirmada, pues el siguiente caso o experimento podría falsar la teoría en

cuestión.

Varios problemas importantes enfrenta esta metodología. Nos centraremos en los cuatro siguientes:

a) Cuando un resultado experimental es negativo, realmente lo que tenemos es una conjunción entre la hipótesis H , y las hipótesis auxiliares que hemos introducido durante el proceso de experimentación. En este caso, tenemos que lo que se somete a experimentación es la conjunción de H y A_i , donde A_i son las hipótesis auxiliares. El MT lo que establece es que: Si P implica Q , y Q es falso, entonces, P es también falso, es decir, $\text{No-}P$. En este caso, P es $(H \wedge A_1 \wedge \dots \wedge A_i)$ y, por tanto, $\text{No-}(H \wedge A_1 \wedge \dots \wedge A_i)$ es igual a decir, $\text{No-}H$ o $\text{No-}A_1$ o...o $\text{No-}A_i$. Es decir, no implica que H sea falsa, sino que puede ser alguna o algunas de las hipótesis auxiliares. Popper es muy consciente de este problema e introduce la siguiente regla metodológica: "... se considerarán aceptables únicamente aquellas cuya introducción no disminuya el grado de falsabilidad o contrastabilidad del sistema..., sino que lo aumente".

b) El experimento no está adecuadamente diseñado. Aquí tenemos dos opciones. Uno, que se deba a aparatos defectuosos, como es el caso de los primeros experimentos de Oersted. Esto se corrige, como también hizo Oersted, mejorando los dispositivos requeridos para un mejor experimento. El segundo caso es cuando los resultados obtenidos no son replicables. Un ejemplo en cuestión fueron los experimentos de Bitter sobre magnetoquímica. Estos fueron seriamente criticados por Paul Erman (1764-1851) un destacado físico. Fueron tan severas las críticas que propició un estancamiento en este ámbito del conocimiento durante varias décadas.

c) Cuando los resultados no son claramente interpretados. Esto sucedió también con la interpretación de los resultados de Oersted que introdujo teorías como "conflicto eléctrico" que

hacían poco claro el impacto de su experimento. Desde luego esto sucede cuando un determinado campo de la investigación es incipiente, es decir, cuando los conceptos y la teoría sobre el campo no han sido consolidados. Finalmente,

d) Cuando el incipiente desarrollo de un campo permite que se cuestione fuertemente la validez del supuesto de partida. En este caso, de que existe interacción entre electricidad y magnetismo. Ampère analizó con detalle el experimento de Oersted y propuso una interpretación teórica de los resultados, muy consistente, basada en el supuesto de que la electricidad y el magnetismo son fenómenos diferentes y que el efecto observado es una forma de manifestación de la electricidad. Para este autor, entonces, el experimento de Oersted no establece ningún tipo de interacción.

Cuando realizamos la lectura del reporte de sus experimentos de Oersted publicado en 1820, no encontramos mucho de la perspectiva popperiana. Más bien, nos parece que hay un esfuerzo por describir, de manera bastante precisa, el experimento realizado de manera que se pueda replicar. De hecho, incluso recurre Oersted a una técnica para memorizar mejor una de las condiciones. Dice “(p)ara que estas cosas puedan ser más fácilmente recordadas, usemos esta fórmula: el polo *sobre* el cual la electricidad negativa entra, se vuelve hacia el oeste, cuando entra *por debajo*, se vuelve al este”. El reporte del experimento está escrito de manera muy positiva lo que pone de manifiesto el convencimiento del autor, no solo en relación con la idea de la interacción entre la electricidad y el magnetismo, sino también en el sentido de que ha establecido una prueba experimental de que es así. Más aún, en el reporte de sus experimentos hay un esfuerzo por proponer una interpretación de los resultados y extrapolar los resultados obtenidos a otros ámbitos científicos. Por ejemplo, en relación con su teoría de los “conflictos eléctricos” señala que ha demostrado que el calor y la luz están en conflicto eléctrico, de manera que el conflicto

eléctrico es un fenómeno más general.

Por lo anterior, nos parece que debemos buscar otras posibilidades teóricas de entender este tipo de experimentos; lo cual haremos en dos próximas perspectivas.

La electricidad y el magnetismo

**Amílkar Mora Sánchez*

La electricidad y el magnetismo en la actualidad son una sola parte de la física, el electromagnetismo. Ese cambio —la unificación de los fenómenos eléctricos y magnéticos en un solo campo de estudios— procede de un descubrimiento que acaba de cumplir sus 200 años y cuyo descubridor, Hans Christian Oersted (1777-1851), también acuñó el término “electromagnetismo” (Beléndez, 2015). Oersted descubrió que la corriente eléctrica produce efectos magnéticos, por lo que electricidad y el magnetismo tienen relación.

Esta efeméride es importante porque supone un notable cambio, ya que desde el inicio de la racionalidad filosófica (siglo VI a.C., con los jonios de Mileto) se consideraba a la electricidad y al magnetismo como fenómenos distintos (que no tenían por qué estar vinculados). Ese cambio llega a una culminación con J. C. Maxwell, cuando este presenta el conjunto de ecuaciones que llevan su nombre y con las que, además, se vincula matemáticamente a la electricidad y el magnetismo con la óptica, lo que inauguró un enorme campo de posibilidades.

El descubrimiento que nos ocupa posee antecedentes que se

pueden dividir en dos períodos: uno más “intuitivo” –antes de 1801– y otro práctico, de ese año hasta abril de 1820 (la publicación de sus resultados es fechada el 21 de julio). El primero, porque al parecer Oersted no se creyó del todo eso que creía saberse desde tiempos de Anaximandro sino que desde la niñez manifestó gran inquietud y curiosidad como exitoso estudiante, primero de farmacia (e hijo de farmacéutico) y luego de ciencias y filosofía. El otro período, ya siendo un físico importante, es signado por la búsqueda de la relación entre electricidad y magnetismo, idea que tenía (seguramente también) el físico alemán J. W. Ritter, a quien conoció en alguno de sus viajes de esos años. Cabe hacer aquí dos acotaciones: la formación filosófica de Oersted le brinda como inspiración la filosofía F. Schelling, que lo hace sospechar “una unidad subyacente dentro de todas las manifestaciones de fuerzas dentro de la naturaleza” (Vargas, 2019). Y, esa idea y la posibilidad de la relación entre los fenómenos que dan título a estas líneas, y la conclusión –merced a Oersted– de que ella existe, no suponen su unificación sino que el establecimiento del electromagnetismo entendido como un solo ámbito de la física debe esperar al menos una década.

La búsqueda de esa relación se hace práctica desde 1801 porque es entonces cuando Oersted empieza a experimentar usando sus propias versiones de pilas eléctricas, que A. Volta había inventado el año anterior. El experimento de 1820, “había sido diseñado por él para explicar el tema de las analogías entre electricidad y magnetismo” (Vargas, 2019), analogías identificadas desde 1774 gracias a las diligencias de la Sociedad Científica de Baviera. En él se usó una batería galvánica...

“Hecha en compañía de su amigo Esmarch la cual consistía en 20 cubetas de cobre de doce pulgadas de largo y alto, pero de solo 2,5 pulgadas de ancho. Cada cubeta contaba con dos placas de cobre encorvadas de tal manera que pudieran sujetar la barra de cobre que sostiene la placa de zinc que se sumerge en

el agua de la siguiente cubeta. Dicha agua contenía 1/60 de su peso de ácido sulfúrico y una cantidad similar de ácido nítrico” (Pérez y Varela, 2003, p. 94. Tomado de Vargas, 2019, p. 53).

Hacer notar esto tiene su importancia, pues –escribe Beléndez– que “se ha propagado la historia de que su descubrimiento se había producido de forma fortuita, casi por azar, cuando realizaba experiencias con una corriente eléctrica en clase con sus alumnos y vio que dicha corriente hacía girar la aguja de una brújula que tenía en la misma mesa. Esta versión tiene su origen en una carta que envió uno de sus discípulos a Faraday casi cuarenta años después del descubrimiento”. El sociólogo R. K. Merton introdujo, para designar descubrimientos científicos fortuitos, la palabra *serendipity*, que Horace Walpole había usado previamente con el significado de “casualidad afortunada” (Capanna, 2011). Pero Pablo Capanna advierte que “cuando introdujo el concepto de “serendipia”, Merton se proponía complementar al método hipotético-deductivo para dejarle algún margen a la variedad de experiencias posibles”. Y agrega que...

El sueño baconiano o positivista de un método perfecto tiene una limitación esencial: si existiera algo así, bastaría con seguirlo fielmente para producir avances significativos del conocimiento, sin necesidad de talento alguno.

A veces, los proyectos demasiado específicos producen escasos resultados, porque no permiten que la mente se mantenga abierta a lo imprevisto. Como observaba Arthur Kornberg, Nobel de Medicina, la investigación se parece más al pool que al billar. Por eso recomendaba dar a los investigadores una sólida formación en ciencia básica, entendiendo que los avances más importantes a veces habían venido de la curiosidad en torno de cuestiones fundamentales de física, química o biología. (Capanna, 2011).

Ciertamente, es el caso con Oersted, ya que poseía una

formación excelente tanto en ciencias como en filosofía. Mediante otro experimento, en 1820, demostró que cuando un conductor lleva una corriente, produce un campo magnético –decimos actualmente– pues la noción de campo no estaba ni remotamente desarrollada.

En este experimento, varias brújulas se colocan en un plano horizontal cercanas a un alambre largo vertical (...) Cuando no existe corriente en el alambre, todas la brújulas apuntan a la misma dirección (que el campo terrestre) como se esperaría. Sin embargo, cuando el alambre lleva una gran corriente estable las brújulas se desvían en dirección tangente a un círculo (Serway, 1993, p. 855).

Ahora bien, aunque Oersted introduce el término electromagnetismo, no es sino con M. Faraday, luego de las experiencias que evidencian la inducción electromagnética (en 1831), que se establece claramente la unión de la electricidad y el magnetismo. Los conceptos de “líneas de fuerza” y de “campo magnético” proceden de Faraday, y fueron formulados también alrededor de ese año.

Finalizamos con dos conclusiones. El experimento de Oersted no fue algo tan “simple” como se infiere de algunos enunciados. Y, ya lo señaló Lagrange, descubrimientos así le ocurren a quienes los provocan (Beléndez).

Interpretación Convencionalista del

Experimento de Oersted

*Celso Vargas Elizondo

1. El convencionalismo

El convencionalismo fue un movimiento filosófico muy importante durante las primera siete décadas del siglo XX en la comprensión de la tarea científica. Reconocemos dos momentos en el desarrollo de esta perspectiva: las primeras décadas del siglo XX con Poincaré, Duhem y Reichenbach; y una segunda etapa bajo la tesis de la “subdeterminación” de las teorías científicas, tesis conocida como Duhem-Quine. Se puede consultar con mucho provecho a Torsten Wilholt (2012) *Conventionalism: Poincaré, Duhem, Reichenbach*, disponible en la web.

La característica principal del convencionalismo es que no considera un sistema científico como verdadero, sino “verdadero por convención” (Lakatos, 1970, *History of Science and Its Rational Reconstructions*). No significa esto que un sistema científico sea arbitrario, pues la selección de la convención responde a criterios, entre otros, la simplicidad. En el capítulo de Popper sobre “simplicidad” (1958 *Logic of Scientific Discovery*), muestra que la adopción de la geometría euclidiana, sobre otras de más dimensiones, responde al hecho de que es más fácil modelar fenómenos físicos en términos de esta geometría. En este sentido, los científicos y también matemáticos, buscan estrategias para reducir un problema de múltiples dimensiones a uno de menores dimensiones siempre y cuando sea representativo del problema a resolver. Pero en un sentido mucho más profundo, la segunda tesis es que las teorías científicas “dicen más” sobre la realidad que el mundo mismo, por ejemplo, el espectro de las ondas Hertz, es mucho más amplio que el tipo de ondas que encontramos en la realidad, incluyendo las artificiales. Dado este hecho, varias posibles teorías serían compatibles con los

datos. Por convención se adopta aquella que sea más simple.

Como toda convención requiere el consenso de la comunidad científica para adoptar una determinada teoría. El proceso del desarrollo de la ciencia está profundamente marcado por este esfuerzo de los representantes de las teorías por imponer su teoría a la comunidad científica, en dos sentidos, lograr nuevos adeptos, y mostrar que su teoría es más simple que las rivales. Sin embargo, debemos señalar que es muy difícil proponer criterios de simplicidad de manera general. Y este es uno de los principales problemas del convencionalismo.

2. Análisis del experimento de Oersted

El experimento de Oersted se encuentra al inicio del rápido desarrollo, tanto teórico como experimental, en el campo del electromagnetismo. Progresos que se alcanzan gracias a destacadas figuras científicas como Faraday, Helmholtz, Maxwell y Hertz, entre otros. De 1820 a 1890 veremos desarrollarse y florecer este importante campo de la investigación científica. Así pues, en 1820 todavía no contamos con una teoría, entendida, como dice Duhem, como “un sistema matemático de proposiciones, deducido de un pequeño número de principios, cuyo objetivo es representar lo más simple, completo y exacto como sea posible un conjunto de leyes experimentales”, en términos del cual poder aplicar los criterios convencionalistas.

Sin embargo, encontramos en el experimento de Oersted algunos elementos que concuerdan con los criterios convencionalistas, por ejemplo, la formación de una red conceptual que permita darle sentido a los hallazgos en este nuevo campo de la investigación científica. Quiero centrarme en dos estos elementos de la red conceptual.

Se desprende de lo dicho anteriormente, que para el convencionalista la aceptación de los resultados científicos dependen del consenso de la comunidad científica. En este

sentido, Oersted hace un importante esfuerzo por buscar testigos y formas de validación de sus resultados, incluyendo desde luego, una legitimación del vocabulario o terminología correspondiente. Invita Oersted a distinguidos testigos y describe su serie de experimentos con el fin que sean repetidos y aceptados por otros investigadores. Y su trabajo será pronto reconocido y premiado, es decir, alcanza el consenso, condición importante para el convencionalista.

Distinguimos en Oersted tres tipos de vocabulario en la presentación de sus experimentos: a) vocabulario que describe conceptos obtenidos con antelación, como gálvano, aguja magnética, circuito galvánico, receptáculos de cobre, polo opuesto, ácido sulfúrico y ácido nítrico, entre otros. b) vocabulario no técnico tomado del uso ordinario como Este, Oeste, magnitud, goma (gum-lac), giros, entre otros. c) términos técnicos introducidos por el mismo Oersted: conflicto eléctrico (actualmente, campo magnético), electricidad negativa (actualmente, flujo de electrones), inclinación de la aguja (desplazamiento de la dirección de la aguja), unión conductora (joining conductor) y fuerza eléctrica, entre los más importantes. Sin embargo, lo que hemos indicado en este párrafo constituye un elemento superficial del convencionalismo, por las limitaciones anteriormente indicadas.

3. Problemas relacionados con convencionalismo

Quisiera referirme brevemente a dos tesis que considero problemáticas del convencionalismo. La primera es que la tarea de la comunidad científica es arribar a un sistema científico por convención, es decir, aceptarlo verdadero por convención. La segunda es la consideración de un sistema científico como "un sistema matemático de proposiciones, deducido de un pequeño número de principios, cuyo objetivo es representar lo más simple, completo y exacto como sea posible un conjunto de leyes experimentales". En ambas tesis, el compromiso de la investigación científica por la búsqueda de

la verdad es dejada de lado. Somos conscientes, desde luego, de las dificultades de proporcionar una definición general adecuada de verdad, cosa que intentaremos en las dos perspectivas siguientes sobre este tema. El énfasis en el carácter deductivo de la ciencia, refleja un aspecto muy importante de la ciencia; el segundo es la “interrogación” a la naturaleza, en el caso específico de las ciencias naturales.

La interpretación inductivista del experimento de Oersted

Agradezco al profesor Luis Guillermo Coronado por haberme proporcionado una copia del extracto de la serie de experimentos de Oersted publicado por Morris H. Shamos en *Great experiments in Physics*.

1. Presentación del experimento

El 21 de Julio de 1820, Oersted (1777-1851) hizo circular una carta en la que relataba los resultados de una serie de experimentos realizados durante el invierno de 1819-1820 relacionados con la interacción entre la electricidad y el magnetismo. Describe el arreglo experimental cuyos componentes principales son: un instrumento galvánico, una aguja magnética y el material conductor (cable u otros). Ante la presencia de varios respetables testigos hace pasar una corriente eléctrica y registra el movimiento de la aguja magnética un concordancia con el conocimiento que sobre el magnetismo se tenía en ese momento. Fue evidente para todos que la aplicación de una corriente eléctrica y hacerla pasar

por los receptores de cobre generan un efecto magnético, es decir, un movimiento de aguja magnética claramente detectable. El ángulo de "inclinación" de la aguja depende de algunos factores, pero en distintas condiciones experimentales, el efecto es clara y unívocamente atribuible al paso de la corriente eléctrica.

▪ La interpretación inductivista del experimento

Quiero presentar dos posiciones inductivistas en relación con el experimento de Oersted.

2.1. El inductivismo radical

Carl Hempel en su obra *Filosofía de la Ciencia Natural* (1985) analiza la propuesta de A. B. Wolfe, un filósofo social y economista el cual, en 1924, presentó la siguiente descripción de la forma de proceder el científico:

Si intentamos imaginar cómo utilizaría el método científico... una mente de poder y alcance sobrehumanos, pero normal en lo que se refiere a los procesos lógicos de su pensamiento, el proceso sería el siguiente: En primer lugar, se observarían y registrarían todos los hechos, sin seleccionarlos ni hacer conjeturas a priori acerca de su relevancia. En segundo lugar, se analizarían, compararían y clasificarían esos hechos observados y registrados, sin más hipótesis ni postulados que los que necesariamente supone la lógica del pensamiento. En tercer lugar, a partir de este análisis de los hechos se harían generalizaciones inductivas referentes a las relaciones, clasificatorias o causales, entre ellos. En cuarto lugar, las investigaciones subsiguientes serían deductivas tanto como inductivas, haciéndose inferencias a partir de generalizaciones previamente establecidas (citado en Hempel, 1985, pag. 27).

Aunque antigua, representa bien una forma de pensar sobre la

ciencia que escuchamos una y otra vez a los estudiantes que ingresan a las carreras de ingeniería, con la excepción de “una mente de poder y alcance sobrehumanos”. Su introducción está claramente motivada por uno de los grandes problemas del inductivismo y que tiene que ver con el límite temporal en la observación y el registro de “hechos”. Imponer un límite es arbitrario.

Cuando analizamos la serie de experimentos de Oersted desde esta posición, lo primero que concluimos es que Oersted no es un buen científico: no cumple con los pasos requeridos por el método. Primero, debió comenzar por la enumeración exhaustiva de los “hechos”. Segundo, debió haber presentado el análisis, la comparación y la clasificación de los “hechos” requerido por el paso segundo. Tercero, tampoco presenta las generalizaciones inductivas o causales a las que llega. El relato de Oersted se sitúa en paso cuarto y de manera imperfecta, según lo requerido por todo el método.

La utilización de esta propuesta para explicar el desarrollo de la ciencia conlleva una drástica revisión y reconstrucción de la historia de la ciencia en la que, una parte importante, sino todos los hitos en el desarrollo de la ciencia no reunirían los estándares de este método y, por tanto, no calificarían como conocimiento científico. En el caso de Oersted hay una búsqueda intencional, una interrogación intencional a la naturaleza, una conjetura a priori, prohibida por este método, sobre la interacción entre electricidad y magnetismo; conjetura ésta que deriva de una visión filosófica que se remonta a Descartes y a Leibniz, al menos. En Oersted tiene antecedentes más inmediatos en las propuestas de Kant, Fichte, Schelling y Vitter. Esta búsqueda intencional no es racional bajo el inductivismo radical que hemos citado.

2.2. Uso de la inducción

Sin embargo, encontramos “elementos inductivistas” en dos momentos, al menos: en la determinación de los materiales

conductores de electricidad y en la determinación del efecto magnético según la distancia que se coloque el material conductor. En ambos casos, el uso de la inducción tiene sentido en el proceso general de descubrimiento y en la determinación del contenido empírico de una hipótesis. En el primer caso, la hipótesis podría ser: "Para todo x, Si x es conductor eléctrico, entonces, producirá el efecto y". Desde luego, el modus tollendo Tollens (MT), como recurso lógico, se utiliza para descartar ciertos materiales como conductores. En el segundo caso, Oersted muestra que la intensidad del efecto magnético varía de forma inversa y proporcional a la distancia en la que se coloque el cable que se utiliza como conductor eléctrico. Ubica el cable a diferentes distancias y determina que la ubicación a $\frac{3}{4}$ de pulgada produce un ángulo de 45° , pero que éste comienza a decrecer a distancias mayores. Pero agrega que esto depende "de la eficiencia del aparato". Así pues, la inducción es una parte de las herramientas que utiliza el científico en la investigación científica, pero en ningún momento es EL MÉTODO.