

Oersted, Ampère y Faraday: sobre el experimento de Oersted

*Celso Vargas Zamora

Un fascinante episodio de la historia de la física lo constituye la discusión que se produce en relación con el experimento de Oersted (1820), entre Ampère (1775-1836) y Faraday (1791-1867). También participó Oersted. Sin embargo, nos centraremos en estos dos últimos. Ampère, un destacado matemático y físico, partidario de la física newtoniana; Faraday, un extraordinario físico y experimentalista, convencido de que la electricidad y magnetismo son manifestaciones de una única fuerza presente en la naturaleza. Es uno de los más apasionados y profundos promotores de la teoría de los campos de fuerza, a la que contribuyó de manera significativa.

Oersted fue influido por la idea de Johann Wilhelm Ritter (1776-1810) de que hay interacción entre electricidad y magnetismo. Esta idea estaba inspirada en Schelling. Su experimento de 1820 parecía demostrar esta interacción. Así fue reconocido por la comunidad científica. Sin embargo, para Ampère este experimento no mostraba tal interacción. La razón de hecho es muy simple: No puede existir tal interacción. Para Ampère la electricidad y el magnetismo son dos fenómenos completamente diferentes; no hay interacción entre ellos. Algunos elementos del mismo experimento de Oersted parecía indicar que el tema podía ser abordado desde el punto de vista newtoniano. Primero, la intensidad del efecto observado al aplicar una corriente eléctrica al gálvano, varía según el inverso del cuadrado de las distancias, una importante ley newtoniana. Segundo, aunque Oersted no lo menciona, parece existir fuerzas de atracción y repulsión que explican los

movimientos en dirección opuesta de la aguja imán según la posición en la que se coloque el cable negativo.

Tal y como lo analiza Berkson en su libro ya clásico sobre teoría de campos (*Las Teorías de Campos de Fuerza. Desde Faraday a Einstein*), Ampère construirá experimentos y un modelo matemático para explicar los resultados de Øersted, haciéndolo consistente con el modelo newtoniano de la acción a distancia, las fuerzas de atracción y repulsión y el supuesto de que el desplazamiento de la aguja magnética es un efecto eléctrico y no magnético. Para que el modelo teórico fuera consistente, tiene que introducir el supuesto más de que corrientes iguales se atraen y opuestas se repelen, lo cual era contrario a la Ley de Coulomb establecida en 1785, ley fundamental en el campo de la electrostática, y aceptada en ese momento. Pero también su modelo matemático aplica únicamente para corrientes cerradas. Esto hacía que el análisis de Ampère no fuera general y no enteramente consistente con la visión newtoniana y con otros resultados experimentales.

Por esta razón, Faraday no podía estar de acuerdo con los resultados de Ampère a pesar de la admiración que le tenía; pero tampoco estaba de acuerdo con el análisis de Øersted. Entre otras cosas porque Øersted recurre a una teoría denominada “conflicto eléctrico” que no resultaba nada clara. Para Øersted, la electricidad positiva y negativa producen un efecto lateral y circundante alrededor del alambre eléctricamente cargado. En el caso de las partículas magnéticas, éstas ofrecen resistencia al conflicto eléctrico produciendo los efectos detectados. En el caso de partículas no magnéticas, el conflicto eléctrico penetra el material sin ninguna resistencia. Para ese momento, esta teoría no parece ser susceptible de ser falseada, ya que se puede adaptar bien a cualquier circunstancia.

No obstante lo anterior, Faraday consideraba más interesante el enfoque de Øersted pues le parecía que podía mostrar una conexión más profunda entre distintos tipos de fuerzas que la propuesta de Ampère, particularmente, por el hecho de que éste último asumiera que la electricidad estaba formada por dos sustancias fluidas. Como era su costumbre, Faraday repitió de manera meticulosa los principales experimentos conocidos, haciendo adaptaciones y mejoras, lo que le permitió detectar algunos errores en el reporte de Øersted, en particular, el referente a la ubicación del polo magnético que Øersted lo ubicaba en el extremo de la aguja, mientras que su ubicación correcta debería hacerse más al interior de la aguja, como mostró Faraday. Con esto logra una mejor interpretación de los resultados obtenidos hasta el momento, pero al mismo tiempo, esto incentivó el que ideara nuevos experimentos que le llevaron de progreso en progreso en el desciframiento de la naturaleza de este importante área del conocimiento científico. Especialmente relevante en esta etapa de la labor científica de Faraday es el descubrimiento de las rotaciones electromagnéticas en 1832.

Sin embargo, Ampère era un recio y persistente científico y no se convenció de los nuevos resultados de Faraday y proporcionó explicaciones en términos newtonianos. En el caso específico de las rotaciones, como indica Berkson, Ampère “estableció que las atracciones y repulsiones centrales sólo tenían lugar entre elementos de corriente, y no entre una corriente entera y un imán. Y logró también demostrar que se podrían explicar los resultados de Faraday a partir de la resultante de las fuerzas que intervienen en todos los elementos de corriente”(p. 71). Aunque exitosa, la explicación de Ampère mantenía la inconsistencia anteriormente señalada. Es decir, no presentaba una teoría unificada de los tipos de electricidad conocidos.

La aceptación de la teoría de los campos requerirá de otros desarrollos posteriores. Su disputa con los seguidores de

modelo newtoniano predominará una buena parte del siglo XIX, hasta que finalmente, se resuelve con Hertz. En otras perspectivas seguiremos este enfrentamiento de teorías; enfrentamiento que pone de manifiesto una de las características de la ciencia.

Referencia bibliográfica.

Berkson, W. (1985) Las Teorías de los Campos de Fuerza. Desde Faraday hasta Einstein. Alianza Editorial, Madrid, España.

Una posible interpretación del experimento de Oersted a partir de Ladriere

*Celso Vargas Elizondo

En su pionero libro sobre los estudios del impacto de la ciencia y la tecnología sobre la cultura, *El Reto de la Racionalidad* (1977), Jean Ladriere presenta algunas ideas interesantes que nos podría permitir realizar una interpretación de los experimentos de Oersted de 1820.

La ciencia moderna se desarrolla marcada por el concepto de racionalidad. El tipo de racionalidad del que hablamos es aquel de la filosofía griega, cuyo rescate inicia con el renacimiento europeo y que alcanzará su plenitud en la filosofía del siglo XVII, XVIII y XIX, y hasta el presente. La segregación de las ciencias heredará esta característica filosófica. Una teoría científica es la aprehensión racional de la realidad (sub specie aeternitatis), es decir, como universal y eternamente verdadera. La verdad como

correspondencia y la regularidad de la naturaleza son dos de los elementos centrales de esta racionalidad que la ciencia hereda. Una teoría científica se asemeja así a aquellas perspectivas filosóficas de la sabiduría (Leibniz se hace eco de esta idea) y de la perfección individual. El científico es el nuevo sabio. Pero esta herencia pronto sufrirá transformaciones sustantivas.

Observa Ladriere la transición de la ciencia desde un enfoque más especulativo hacia uno más experimental y práctico. La comenzamos a observar claramente en el siglo XVIII. Aquí vemos dos procesos complementarios. Por un lado, los esfuerzos continentales por expresar la mecánica de Newton en términos del cálculo diferencial e integral de Leibniz (tanto en su notación como en su formulación más abstracta), así como darle una estructura mucho más consistente y sin las referencias teológicas; proceso que culmina con el trabajo de Lagrange y Laplace, pero aquí los Bernoulli y Euler, jugaron también un papel central. Por el otro, el énfasis en la solución de problemas más específicos, dejando de lado reflejar los resultados dentro de teorías más generales. Ligado a esto está, entonces, esta tendencia experimentalista que observamos en Inglaterra y que luego se extenderá a todo el continente y los Estados Unidos. En Inglaterra esta tradición experimentalista viene desde 1660 decididamente promovida por la Royal Society.

El desarrollo de la especialización y de esta transición hacia la experimentación es inseparable de tres procesos que observamos aplicables a nivel global: a) Es cada vez más clara vinculación con la tecnología. Vemos durante los últimos siglos a los científicos desarrollando tecnologías (instrumentación y otros dispositivos) para utilizarlos en la investigación, aunque predominantemente para usos militares y de defensa; b) la institucionalización de la ciencia y la

tecnología. La ciencia y tecnología son cada vez un elemento más fundamental y estratégico para los países, como parte de l desarrollo: desarrollo, ciencia y tecnología están indisolublemente conectados. Relacionado con esto está el que la labor científica y tecnológica se presenta y valora como un trabajo y sujeta a condiciones laborales. c) la visualización de la ciencia y la tecnología como un sistema de acción, con su propia dinámica. Bajo la consigna baconiana de “el conocimiento es poder” la ciencia y la tecnología constituye la forma más exitosa de intervención en la naturaleza para transformarla en favor del ser humano y, en este momento, también para la sostenibilidad ambiental. El impacto de la ciencia y la tencología, como sistema de acción, está cambiando las condiciones sociales, individuales y culturales. La expectativa para este siglo XXI es que asistiremos a transformaciones sociales, económicas, culturales e individuales de una magnitud y rapidez nunca antes vista. Lo artificial (racional diría Hegel) se impondrá sobre la naturaleza, sobre la real una manera que todavía nos es difícil prever.

Cuando consideramos el experimento de Oersted desde esta perspectiva, varias consideraciones pueden hacerse. Primero, Oersted se inscribe dentro de la tradición experimentalista ya mencionada. Sin embargo, también es una persona interesada en la búsqueda de teorías generales que expliquen los fenómenos electromagnéticos, pero también otros aspectos relevantes. Su teoría del conflicto eléctrico es un ejemplo de ello. Pero también la pasión expresada por Oersted por descubrir los “secretos de la naturaleza”, pone de manifiesto su compromiso con la verdad y, con Ladriere, de la contemplación de la naturaleza. Segundo, mostró una importante preocupación por la institucionalización de la ciencia, por la promoción de ésta y por la divulgación de los resultados científicos que se alcanzaban en algunos países europeos. Vemos este esfuerzo como divulgador científico en sus visitas al extranjero en los que comenta los hallazgos de Bitter y otros importantes

científicos del momento. Pero también se ubica en un momento en que los científicos gozan de una significativa reputación y su trabajo es muy valorado. Tercero, la interconexión entre la ciencia y la tecnología comienza a verse con claridad aquí. Científicos como Volta, Galvani, Faraday y otros muestran un gran interés no solo por la investigación pura, sino también por el desarrollo de objetos tecnológicos que tengan usos prácticos, como los acumuladores o pilas y los motores eléctricos. Cuarto, en relación con esta tendencia de la ciencia y la tecnología de conocer para transformar, Ørsted se ubicaría en al inicio de este acelerado proceso que vemos actualmente.

En este sentido, Ørsted, con sus experimentos y su práctica constituye un buen representante del concepto de racionalidad que caracteriza a la ciencia y se inscribe bien en las tendencias que ha señalado Ladrière que caracterizan el desarrollo moderno de la ciencia y la tecnología.

El experimento de Ørsted 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) la 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 Oersted (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

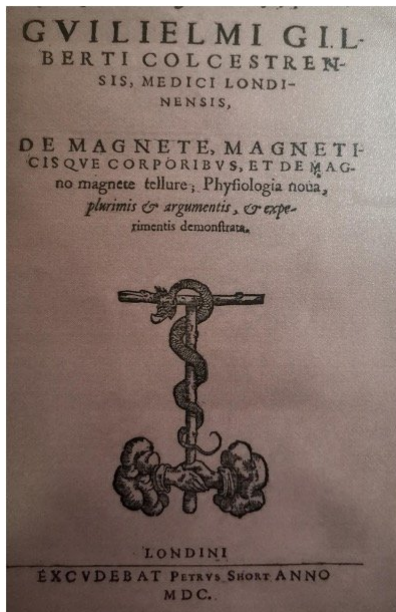
enfrentamiento se hará más intenso conforme avanza el siglo. Tendrá que esperar a Hertz con quien finalmente se establece, y se acepta, por parte de la comunidad científica, que cualquier acción en un campo eléctrico o magnético toma tiempo. Y por tanto, contra Newton, que no hay acción a distancia, 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.

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 los 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 analógicos 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 se 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. Johs's College, de la Universidad de Cambridge, en el año de

1588. Obtiene su B.A. dos años después, y su M.A. en 1564. Fue nombrado “mathematical examiner” al año siguiente, y emprende estudios formales de medicina. En 1569 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 1573 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. Conformar 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, Rgrupo 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 Øersted, 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 el 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 importancia de la ciencia; el segundo es la "interrogación" a la naturaleza, en el caso específico de las ciencias naturales.

COVID-19: filosofía, ciencia y tecnología

*Álvaro Carvajal Villaplana

Ante la crisis sanitaria que provoca el COVID-19 en el país, la periodista María Gabriela Mayorga López, de la Oficina de Divulgación de la Universidad de Costa Rica, me solicitó que le planteara dos preguntas, con sus respectivas respuestas acerca de los aportes de la filosofía ante la crisis. Esto para ser publicado en el *Suplemento de Ciencia y Tecnología*, en el *Semanario Universidad*. Pero, como mis respuestas fueron amplias, y en razón de la corta extensión de lo solicitado, he pensado que, para no mutilar el texto, lo mejor es publicarlo en la columna *Nuevas Perspectivas*, del Círculo de Cartago.

Las dos preguntas que me hice son: (I) ¿Contribuye la historia de la filosofía a comprender la situación actual de la pandemia del COVID-10?, y (II) ¿puede la filosofía aportar algo a la aplicación de la ciencia y la tecnología a la lucha contra epidemias?

Las respuestas son:

I

El cuestionamiento de la utilidad y el valor de la filosofía es frecuente en las sociedades contemporáneas; muchas de las críticas contra nuestra disciplina tienen que ver con los sentidos restringidos que le confieren y que, que por lo general, provienen de sectores de la economía

neoliberal o de los *negocios prácticos*, así como de los sectores religiosos fundamentalistas que rechazan la ciencia, entre otros. El cuestionamiento sobre el valor de la filosofía no es reciente. Bertrand Russell, en 1920, se refiere a este asunto en *Los problemas de la filosofía*. Asevera que la crítica se debe a una falsa concepción de los bienes que se obtienen de la filosofía.

Según Russell, para encontrar el valor de la filosofía hay que liberar a nuestra mente de los prejuicios que dominan a este *hombre práctico* de los negocios, el cual hoy se imbrica con la política. Así, la filosofía aspira al conocimiento que resulta del examen crítico de los prejuicios y las creencias infundadas.

La filosofía tiene una cierta capacidad para manejar la incertidumbre, de tal manera que, si bien la ciencia y la tecnología logran alcanzar cierta certidumbre sobre algunos aspectos de la realidad, sin embargo, ante COVID-19, la ciencia y la tecnología no tienen todavía respuestas o salidas definitivas a la crisis, como por ejemplo, obtener un medicamento. En todo caso, la ciencia y la tecnología, no aportarán todas las respuestas a todos los problemas. Según la filosofía analítica, la filosofía nunca podrá ser reducida a la ciencia, ya que hay ciertos aspectos de la vida humana que no pueden ser resueltos, hay problemas que son filosóficos e insolubles, en los que la filosofía sirve para darles sentido y comprensión.

Para Russell, el valor de la filosofía reside en la incertidumbre. Es cierto que la filosofía no puede ofrecer respuestas precisas ni soluciones definitivas, pero si abre vías, posibilidades de acción que amplían nuestro pensamiento, que contribuye a cambiar el panorama intelectual de una época, y que nos saca de la “tiranía de la costumbre”. La actividad crítica, las preguntas incómodas, el cuestionamiento escéptico (pero provisional) y los intentos por obtener respuestas temporales, es lo que permite abrir caminos de posibilidad, lo

cual conforma parte de la utilidad de la filosofía en tiempos de crisis, como la actual. Sus beneficios son indirectos, no logran ser tan concretos como unas macarrillas de protección, los hisopos para las pruebas diagnósticas, los respiradores, el medicamento, etc.

Es claro que la filosofía se fija en *lo que puede ser*, del mismo que Broncano afirma, que la reflexión filosófica sobre la tecnología implica la posibilidades de fijar las rutas del futuro. Ella construye -en la imaginación- la configuración de los escenarios futuros.

En la historia de la filosofía se han dado algunos momentos en las que las ideas filosóficas han repercutido en acciones prácticas, esto puede apreciarse en el ámbito de la ciencia y la tecnología. Unas reflexiones que han marcado nuevos caminos, los que a la vez han contribuido a abrir nuevas opciones de futuro. Al respecto, se ha de destacar dos casos en la historia de la filosofía: Descartes y Leibniz.

Descartes, puso en el centro de la reflexión filosófica al yo, al sujeto, frente a Dios; su reflexión sobre el cuerpo, y el mecanismo que representa dicho cuerpo, condujo a paradojas, por ejemplo, él aseveró que las máquinas nunca serán inteligentes, ya que son mecanismos predecibles, inflexibles y limitados. Pero, a la vez, hay quienes defienden que de su pensamiento puede inferirse una estrategia de diseño de la inteligencia artificial, así como la posibilidad de la construcción de robots humanoides.

Para Descartes conocer cómo funcionan los mecanismos de los cuerpos animales y humanos implica conocer al ser humano. Pero, si bien dicho pensador tiene una preocupación por entender cómo funcionan las máquinas orgánicas y artificiales (a los que se refiere como autómatas), también tiene presente que tal estudio le conduce a reconocer los límites del mecanicismo. Esta nueva perspectiva de investigación separa el estudio de la naturaleza de los mitos y de la teología,

este cambio intelectual repercute en su época, pues facilitará el desarrollo de la ciencia, en particular los estudios de medicina y fisiología. Él también experimentó en medicina, por lo que propuso el desarrollo del método experimental en ciencia. Por otra parte, sus estudios sobre los mecanismos orgánicos y artificiales condujeron a que muchos de sus seguidores crearan una diversidad de autómatas.

Las investigaciones filosóficas de Descartes sientan las bases del método científico; asimismo, en filosofía sugiere como novedoso -aparte de la duda metódica- el uso del análisis como método.

Otro aspecto de interés en Descartes, es que él tenía como interlocutoras legítimas a las mujeres, muchas de ellas princesas, con ellas compartía sus conocimientos en medicina, ciencia y filosofía.

Por su parte, Leibniz es un filósofo que constantemente nos sorprende por su actualidad. En sus escritos y estudios muchas veces usa el concepto *hombre*, aunque lo entedemos como genérico, es decir, para referirse a la humanidad, pero también, acuña el término "género humano" para aludir a hombres y mujeres. Él también consideró que las mujeres eran sus interlocutoras legítimas y mantenía correspondencia con más de 400.

Aparte de ese aspecto de reconocimiento del *otro* (la mujer), Leibniz tiene un gran aprecio por la vida, a la cual relaciona con la salud y la enfermedad. La enfermedad es un mal, podría ser hasta un castigo de Dios, pero a pesar de ello, es útil para reconocer las bondades de la salud, así como en persistir y esforzarnos por salvarnos de la enfermedad.

Para Leibniz, la salud es un bien común, tan importante como la razón, la salud es básica para el progreso humano, es uno de esos bienes que tiene que estar distribuido entre toda la población. El cuidado de la salud es un asunto de

responsabilidad ética, y en especial cuando esta se ve perjudica por una pandemia, en los gobernantes recae mayormente tal responsabilidad, para luego no tener que lamentarse de los resultados de la inacción.

Leibniz creía en la unidad del conocimiento o de las ciencias. Por eso se abocó a crear proyectos para su desarrollo, las ciencias son tan importantes como la “verdadera religión”. Ambas conforman parte de su idea de la “armonía universal”. Las ciencias, así como la filosofía, tienen en consideración la relación entre la teoría y la práctica, una idea moderna, de tal manera que las ciencias han de estar orientadas a la acción, y al bien común.

Esa es una reflexión que hoy consideramos humanista, el conocimiento en medicina y salud deben encaminarse a la mayor utilidad pública; razón por la cual, creo que Leibniz rechazaría la apropiación del conocimiento científico y tecnológico tan solo para la obtención de ganancias para un grupo reducido de personas y empresas. Para él, la ciencia y la tecnología deben dirigirse al género humano. Estas ideas son reclamos que hace la filosofía contemporánea a las maneras en las que se organiza el conocimiento y la tecnología en el mundo globalizado.

Leibniz tiene una teoría sobre la salud pública. Él sabe que cuando la ciencia no puede establecer las relaciones causales de una enfermedad (como en el caso de una pandemia –plaga– que no cuenta con una cura –la tecnología–), se tienen que tomar medidas políticas para prevenirla y contenerla.

En una carta de 1681, al Duque Ernst-Augusto, expone sus recomendaciones para evitar el contagio. Algunas de ellas son: la cuarentena, la vigilancia y el control de la población, las medidas de apoyo a los que no pueden trabajar, los mecanismos de distribución de ayuda, la aprobación de leyes sobre las medidas a tomar, la divulgación de la información, las acciones financieras para salvar negocios, las sanciones a

quien no acate las medidas, entre otras. Él establece que en una pandemia solo la colaboración de todos(as) puede conterner el contagio. También se hace eco de una preocupación de muchos filósofos(as) que critican o se precupan por las medidas del estado de emergencia, ya que el gobernante puede cometer abusos de poder, por lo que sus medidas consideran la limitación del abuso de poder y la corrupción.

Esta es una manera como algunas ideas filosóficas pueden cambiar y abrir posibilidades de futuro y contribuir al bienestar general. En esta visión de futuro, Descartes y Leibniz se adelantaron a nuestra época.

II

Al igual que en Leibniz, la ciencia y la tecnología contemporánea no conocen con exactitud las causas de los efectos que tiene el COVID-19 en los seres humanos; Leibniz dice que cuando no se tiene tal conocimiento, lo que proccede es el acto político del confinamiento, el de las medidas de contención del virus, aunque estas medidas también tienen como base el conocimiento científico; en Leibniz, serían las obseraciciones de las experiencias de otras pandemias.

En tal contexto, se dice que las políticas científicas y tecnológicas han fracasado por que no han podido preveer ni solucionar la crisis sanitaria creada por el COVID-19. Empero, visto el planteamiento de Leibniz, tal afirmación parece ser un tópico, así como un desenfoque, ya que de ser así, este fracaso siempre ha estado ahí, ante enfermedades como el cáncer, el VIH/SIDA, entre otras. Sin embargo, la ciencia y la tecnología contiuan investigando para intentar encontrar las relaciones causales de muchas enfermedades, y procurando aplicar los conocimientos para obtener los productos: los medicamentos y los tratamientos para la cura.

Lo que encuentro problemático, como parte de esa

idea de *fracaso*, es que en nuestras sociedades contemporáneas –en tanto tendencia, y tal como afirma Leibniz- la ciencia y la tecnología no se encuentran orientadas al bien común, sino que han seguido una tendencia de la gestión del conocimiento científico y tecnológico, cuyos productos: la innovación tecnológica, beneficia a las nuevas y las viejas empresas. Además, porque el sistema de distribución de los productos científicos y tecnológicos marcan rutas de apropiación, altos costos, dificultad de acceso a dichos productos, tentativas de apoderarse de patentes, de secreto industrial y farmacéutico, entre otros aspectos.

Como lo afirma Leibniz, muchos de estos asuntos podrían resolverse si los seres humanos –en especial los gobernantes– no se mostraran indiferentes y desinteresados sobre los asuntos fundamentales relacionados con la posibilidad de mejorar la salud de todos(as). Si desistieran de su desidia por las cosas importantes, fomentaría la inversión en las políticas educativas y de conocimiento. En eso conviene seguir a Leibniz.

En Costa Rica, habrá que continuar invirtiendo y profundizando en el desarrollo del sistema científico y tecnológico que promueve el desarrollo y el bien común. Hay que ampliar los nuevos horizontes en salud pública y en el conocimiento compartido, ya que lo importante –como dice Leibniz– es la supervivencia colectiva.

Costa Rica cuenta con una larga tradición filosófica que ha reflexionado sobre la relación entre ciencia, tecnología y desarrollo. Se ha trabajado sobre cada una de esas nociones por separado, así como en la relación triádica de esos tres conceptos, ejemplo de ello son: Roberto Murillo, Luis Camacho, Mario Alfaro, Edgar Roy Ramírez, Álvaro Zamora y Guillermo Coronado, entre otros. Luis Camacho insiste en el análisis de los modelos de la relación ciencia, tecnología y desarrollo, para ello ha utilizado una serie de instrumentos teóricos para aplicarlos a la realidad nacional.

Desde la filosofía se ha exhortado la creación del sistema nacional de invención en ciencia, tecnología y desarrollo; además, se ha puesto atención en una noción *desarraollada de desarrollo*. Se enfatiza en una fuerte tendencia del aporte humanista de la filosofía a las ciencias y las tecnologías, ya que éstas han de tener como centro de su accionar al ser humano, como la aseveró Leibniz.

La experiencia de la crisis sanitaria generada por el COVID-19, muestra los frutos de la tradición humanista de las universidades públicas, así como de las políticas públicas orientadas a la enseñanza de la ciencia y la tecnología. No solo es evidente una contribución de la filosofía y las humanidades, sino también la responsabilidad que asumen las ciencias y las ingenierías, al colocar en el centro de su actividad al ser humano. Esta colaboración entre humanidades e ingenierías es lo que llamamos *humanidades tecnológicas*.

La respuesta de las universidades públicas se sistematiza en las notas informativas de la ODI, que se publican en la página del dominio UCR. Entre ellas se haya la posible creación de un medicamento por parte del Instituto Clodomiro Picado, en coordinación con la Caja Costarricense de Seguro Social. También está el diseño de respiradores, por el Proyecto Respira UCR, de las escuelas de Física, Ingeniería Mecánica, Artes Plásticas y Enfermería; también los protectores faciales de las escuelas de Ingeniería Eléctrica, Mecánica, Civil y Arquitecta, entre otras. La optimización de la producción de alcohol (colaboración entre el Recinto de Grecia y la Fábrica Nacional de Licores) es otro ejemplo importante. Otro es el proyecto que produciría hisopos para realizar pruebas diagnósticas para COVID-19, impulsado por las facultades de Ingeniería y Microbiología. Todo ello refleja una respuesta articulada, una colaboración interdisciplinaria e interinstitucional.

Tal respuesta articulada -como bien lo afirma, Mariana Cortés Muñoz, directora de Proinova-UCR- no surge de

la noche a la mañana, es el resultado de una larga trayectoria de inversión en ciencia y tecnología, con una marcada tamiz de formación humanística.

Falta mucho por hacer, ya que el vínculo entre el sector del conocimiento (universitario), el sector estatal y el productivo, tal como lo señala el modelo Jorge Sábato o como le llaman en Europa el Modelo de las Tres Hélices, todavía no está cerrado o fortalecido. Los datos todavía indican que el ligamen entre el sector del conocimiento y la estructura productiva del país es muy baja, todavía no se superan los datos de la década de los años setenta, y aún el vínculo más fuerte se da entre el sector público y el universitario, mas no así, o solo a veces con el sector productivo. Esto puede revisarse en el capítulo 6 del *XVII Informe del Estado de Educación*, y el *I Informe del Estado de la ciencia, la tecnología y la innovación*, el estudio de Carvajal (2012) *Filosofía y discursos: la ciencia y la tecnología en el desarrollo de Costa Rica*.

El Estado deberá -en los próximos años- invertir en ciencia y tecnología, justo como hizo al aprobar fondos para la investigación sobre el COVID-19. También tendrá que articular el sistema nacional de ciencia y tecnología, y fomentar la innovación tecnológica bajo un sistema productivo solidario, que impulse el desarrollo de toda la población costarricense. Además, deberá estimular y fortalecer el conocimiento compartido, como bien lo hizo en relación con la propuesta presentada a la ONU sobre el acceso libre a tecnologías del COVID-19.

Esta es la ruta que ha de seguirse. Algunos indicios de cómo hacerlo se han puesto en evidencia durante la crisis. Queda la esperanza de que nuestros gobernantes sigan en esta dirección; aunque hay motivos para el pesimismo, ya que contamos con indicadores que muestran el interés de ciertos grupos para dirigir el país por una ruta contraria.

Referencias

Broncano, Fernando; (2000) *Mundos artificiales. Filosofía del cambio tecnológica*. México, CDMX: Paidós/UNAM.

Carvajal (2012) *Filosofía y discursos: la ciencia y la tecnología en el desarrollo de Costa Rica*. San José, C.R.: Guayacán.

Leibniz, G.W.; (2001) *Escritos de filosofía jurídica y política*. Editor Jaime de Salas. Madrid: Biblioteca Nueva.

Programa Estado de la Nación (Costa Rica); (2019) *XVII Informe del Estado de Educación*. San José, C.R.: Estado de la Nación.

Programa Estado de la Nación (Costa Rica); (2014) *I Informe del Estado de la ciencia, la tecnología y la innovación*. San José, C.R.: Estado de la Nación.

Russell, Bertrand; (1920/1998) *Los problemas de la filosofía*. 10ª ed. España: Labor.