

La aguja de Hans Christian Ørsted

Traducción de sus dos primeros artículos sobre electromagnetismo

Rodrigo Andrés Bautista Rincón¹

Recibido: 5 de julio de 2022
Aceptado: 1 de noviembre de 2022

Resumen: El presente escrito da un panorama acerca de la electricidad y el magnetismo al terminar el siglo XVIII y al iniciar el siglo XIX, contexto en el cual, se tiene la invención de la pila de Alessandro Volta, y el desarrollo de la experiencia de la aguja de Hans Christian Ørsted, ambos hechos fundamentales en el encausamiento de las prácticas experimentales y en la constitución de los cuerpos teóricos de las ciencias. De esta manera, se presentan los dos textos escritos por el científico danés en el año de 1820 (uno traducido del latín al inglés), los cuales fueron publicados por la revista *Annals of Philosophy*. En ellos se detalla en primer lugar la experiencia que tuvo lugar y algunas de las ideas que estableció Ørsted para darle un sentido al fenómeno observado. Posteriormente, se establecen nuevos experimentos en el marco de lo que asumió como electromagnetismo.

Palabras clave: electricidad, magnetismo, electromagnetismo, Hans Christian Ørsted.

Title: Hans Christian Ørsted's Needle: Translation of his first two articles on electromagnetism.


Abstract: The present writing gives an overview of electricity and magnetism at the end of the 18th century and at the beginning of the 19th century, a context in which there is the invention of the battery by Alessandro Volta, and the development of the experience of the needle by Hans Christian Ørsted, both fundamental facts in the channeling of experimental practices and in the constitution of the theoretical bodies of the sciences. In this way, the two texts written by the danish scientist in the year 1820 (one translated from Latin to English), which were published by the journal *Annals of Philosophy*, are presented. They first detail the experience that took place and some of the ideas that Ørsted established to give meaning to the observed phenomenon. Subsequently, new experiments are established within the framework of what he assumed as electromagnetism.

Keywords: electricity, magnetism, electromagnetism, Hans Christian Ørsted.

1. Introducción

La expansión comercial de la segunda parte del siglo XIX supuso la búsqueda de un descenso en los precios de transporte y una rápida distribución que llevaran a una mayor acumulación de capital. Para ello, era fundamental la invención de un motor que dependiera de una nueva fuente de energía diferente al trabajo suministrado por un gas en un motor a vapor. De tal forma, el trabajo científico estuvo abocado al desarrollo de experimentos con

¹ Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.

✉ rabautistar@gmail.com |  [0000-0001-5845-9349](https://orcid.org/0000-0001-5845-9349)

Bautista Rincón, R. A. (2022). La aguja de Hans Christian Ørsted: Traducción de sus dos primeros artículos sobre electromagnetismo. *Epistemología e Historia de la Ciencia*, 7(1), 41–51. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/afjor/article/view/38222>



electricidad y magnetismo como posibles fuentes de energía, sin embargo, existía confusión en cuanto a términos, se tenía una gran dificultad para elaborar montajes o replicar los resultados que otros tuvieron, además, los fenómenos eléctricos y los fenómenos magnéticos parecían indiferenciados porque sus manifestaciones eran similares.

Para esta época, ya se hablaba de cuerpos cargados, pero muy a pesar de ello, no se tenía conocimiento de la naturaleza de la carga, por tanto, se consideró como un ente definido que podría poseer carácter de fluido, que asumía dos formas las cuales se designaron por arbitrariedad como carga positiva y carga negativa. El exceso de alguna de las dos tipologías implicaba su presencia en los cuerpos.

En este camino, los fenómenos de atracción y repulsión de cuerpos cargados, fueron abordados bajo estas formulaciones y formalizados con la teoría de acción a distancia de Newton.

Posteriormente, los científicos observaron que al conectar dos cuerpos que poseían diferente carga a través de un alambre, se tenía el movimiento de un fluido en este. Tal hecho desencadenó el siguiente cuestionamiento: ¿son dos fluidos o solamente uno? Esto supuso entender y diferenciar lo estático y dinámico dentro de la electricidad, y acrecentó los problemas en cuanto a poder explicar la naturaleza de aquello que se hacía presente en la materia (Berkson, 1981).

De manera similar, para el magnetismo también se consideraban dos fluidos, uno que se le denominó norte y otro sur (Millikan, 1944). El problema de esta distinción, era que en la práctica el norte y el sur no se podían aislar para ser analizados, dado que no se podían separar, lo que dificultaba la comprensión de estos fluidos que producían fenómenos extraordinarios y que solían ser confundidos con los de la electricidad.

Los escritos de Faraday hacia los años 1821 y 1822, dejan entrever esta caótica situación en el entendimiento de los términos y sus efectos:

Aquellos que consideran la electricidad como un fluido, o como dos fluidos, piensan que una corriente o corrientes de electricidad están pasando a través del alambre durante todo el tiempo que forma la conexión entre los polos de un aparato activo. Hay muchos argumentos a favor de la materialidad de la electricidad, y pocos contra ella; pero todavía es sólo una suposición; y será bueno recordar, mientras se desarrolla el tema del electro-magnetismo, que no tenemos prueba de la materialidad de la electricidad, o la existencia de cualquier corriente a través del alambre.²(Faraday, 1821, p. 196)

En este panorama tan ambiguo, los científicos también se interesaron por la relación entre la electricidad y el magnetismo, pues se tenía evidencia de que los rayos producían efectos magnéticos, esto a partir de experiencias de personas como Benjamin Franklin, quien magnetizó agujas de costura al descargar una botella de Leyden; igualmente, se tenían experiencias con agujas magnetizadas y agujas cargadas, las cuales se orientaban en la misma dirección, y aún más, se llegó a abordar la electrólisis mediante el uso de un imán en lugar de una batería.

De esta forma, el inicio del siglo XIX dispuso como propósito para la Ciencia entender qué era la electricidad y el magnetismo, y cuál era su correspondencia, teniendo como base que, en algunos casos, un imán o una corriente generada mediante una batería producían los mismos efectos.

² Traducción propia del autor.

2. Una aguja en movimiento

En el final del siglo XVIII, la creación de la pila voltaica derivó en la realización de diversas experiencias, particularmente, en el ámbito de la electroquímica. No obstante, hacia el año de 1802, Gian Doménico Romagnosi llevaría a cabo un experimento que debería situarse como la apertura hacia el electromagnetismo, pues como lo relata Andrade (2001), detalló la desviación de una aguja magnética como consecuencia de la interacción con una corriente voltaica, observaciones que publicaría en dos escritos dispuestos en la *Gazzeta di Trento* (agosto de 1802) y la *Gazzeta di Rovereto* (octubre de 1802):

Preparó la pila del señor Volta, construida con piezas redondas de zinc y cobre, alternando con trozos de franela húmeda con agua impregnada de sal amoniacal; un hilo de plata, dividido en varios pedazos como una cadena, se conectó a la pila. El último segmento de la cadena pasó a través de un tubo de vidrio, y desde su terminación exterior salía un broche de plata pura unido a la cadena. Una vez hecho esto, tomó una aguja magnética ordinaria, en forma de brújula náutica, encajonada en una tabla de madera cuadrada; y levantando el cristal que la encerraba, la puso sobre un aislante de vidrio, cerca de la pila antes mencionada. Luego, tomando la cadena de plata y sosteniéndola por el tubo de vidrio mencionado anteriormente, puso su extremo o perilla en la aguja magnética; y manteniendo el contacto durante unos segundos, hizo que la aguja se desviara unos pocos grados de la dirección de los polos. (Andrade, 2001, pp. 88–89)

A pesar de la importancia de las observaciones, este trabajo no iría más allá de pequeñas menciones realizadas entre 1804 y 1830.

En el año de 1820, Hans Christian Ørsted realiza una publicación en latín detallando una experiencia similar a la de Romagnosi, la cual es traducida posteriormente al inglés para ser dispuesta en los *Anales de Filosofía* en el mes de octubre. Este trabajo marcaría un antes y un después en la historia de la ciencia, pues junto con la pila de Volta, llevaría a la formulación de múltiples experiencias, observaciones y teorizaciones sobre el comportamiento y relación de la electricidad y el magnetismo.

Dadas las semejanzas de las conclusiones de Romagnosi y Ørsted (no así la naturaleza de sus experimentos, pues en el primero se tuvo un contacto y la explicación de los hechos se puede dar desde la electrostática, mientras que en el segundo no se tuvo contacto de ningún tipo entre materiales y todo se atribuiría a una acción dispersa en el espacio), se ha tenido una discusión en la comunidad académica sobre quién descubrió el electromagnetismo y por tanto, quién realmente merece el crédito. Sin embargo, asumiendo la postura de Kuhn (1962/2004), induce al error sugerir que descubrir algo se reduce a un acto único, a un individuo o a un instante temporal, porque descubrir un nuevo tipo de fenómeno es necesariamente un suceso complejo que entraña reconocer tanto que algo es, como qué es (p. 107).

Así pues, se consideran los escritos de 1820 de Hans Christian Ørsted, en los cuales detalla su experiencia y en donde trata de dar una base teórica a los hechos observados. En ellos, es posible destacar tres formulaciones. Por una parte, en un primer instante (1820) recurre a la formulación de un “conflicto eléctrico” generado en el cable, que se distribuye por el espacio de manera circular, el cual afectaba tanto a los cuerpos que se resistían a su influencia, como aquellos en donde residía el magnetismo, manifestándose en términos de una fuerza. Posteriormente, en 1821, Ørsted trata de formalizar sus consideraciones como fuerzas transversales que se generan por el tránsito de una corriente eléctrica en el

conductor, las cuales, alteran el estado de la aguja, y en este camino, traza un intento por entender el magnetismo de la tierra. Por último, menciona diferentes disposiciones experimentales en donde no solo se limita a analizar el efecto de un cable conductor sobre una aguja magnética evidenciado en movimiento y declinación, sino que trata de visualizar un efecto similar de parte de un imán sobre un cable conductor ligado a una pila.

Con los efectos observados, Ørsted concibe que lo que se denomina electricidad no era realmente eso, en sentido estricto, pues la fuerza en el circuito actuaba en una forma particular, que convenientemente denominó como magnética. Como la acción magnética se da en una línea recta, es decir, las fuerzas opuestas se mueven en direcciones opuestas, mientras que las fuerzas en la experiencia, fluyen incesantemente y forman un círculo, llevan a Ørsted a llamar a este efecto *Electro-magnetismo* (Jackson, Jelved, & Knudsen, 1998).

Cabe mencionar que la visión de Ørsted estaba ligada a la metafísica kantiana (Brain, Cohen, & Knudsen, 2007), en la que se consideraba que las fuerzas son inmateriales de tal manera que no pueden ser intuitas ni en el tiempo ni en el espacio, es decir, son inaccesibles y solamente es posible percibir sus efectos, los cuales son empíricos. En este orden de ideas, Ørsted entendía la electricidad y el magnetismo como fuerzas ocultas cuyos efectos, podían transmitirse por medio de ondulaciones (idea que se apoyaba en una visión de espacio como lleno de materia).

3. Primer escrito (octubre de 1820)

Experimentos sobre el efecto de una corriente de electricidad sobre la aguja magnética³

Por Hans Christian Ørsted Caballero de la Orden de Dannebrog, Profesor de Filosofía Natural, y Secretario de la Royal Society de Copenhague

Los primeros experimentos sobre el tema que en este momento quiero explicar, fueron hechos por mí el último invierno, mientras daba clases sobre electricidad, galvanismo y magnetismo, en la Universidad. Parecía demostrado por estos experimentos que la aguja magnética era movida de su posición por el aparato galvánico, pero que el círculo galvánico debía estar completo, y no abierto, último método que fue probado en vano hace algunos años por muy célebres filósofos. Pero como estos experimentos se hicieron con un aparato débil, y no eran, por lo tanto, suficientemente concluyentes, considerando la importancia del tema, me asocié con mi amigo Esmarck para repetirlos y extenderlos mediante una batería galvánica muy potente, proporcionada por nosotros. El Señor Wleugel, Caballero de la Orden de Dannebrog, estuvo presente, y colaboró en los experimentos. Estaban presentes también el Señor Hauch, un hombre muy hábil en las Ciencias Naturales, el Señor Reinhardt, Profesor de Historia Natural, el Señor Jacobsen, Profesor de Medicina, y ese químico muy hábil, el Señor Zeise, Doctor en Filosofía. A menudo había hecho experimentos por mí mismo; pero cada hecho que había observado se repitió en presencia de estos caballeros.

El aparato galvánico que empleamos consistía en 20 cubetas de cobre, la longitud y altura de cada una era de 12 pulgadas; pero la anchura apenas excedía 2 ½ pulgadas. A cada cubeta se le suministraron dos placas de cobre, tan dobladas que podían llevar una varilla de

³ Traducido de un informe impreso redactado en latín por el autor, y transmitido por él al editor.

cobre, que soporta la placa de zinc en el agua de la siguiente cubeta. El agua de las cubetas contenía 1/60 de su peso en ácido sulfúrico, y una cantidad igual de ácido nítrico. La porción de cada placa de zinc sumergida en el agua es un cuadrado cuyo lado es de aproximadamente 10 pulgadas de longitud. Un aparato más pequeño responderá siempre y cuando sea suficientemente fuerte para calentar un alambre metálico al rojo vivo.

Los extremos opuestos de la batería galvánica estaban unidos por un alambre metálico, el cual, para resumir llamaremos el *conductor de unión*, o el *alambre de unión*. Al efecto que tiene lugar en este conductor y en el espacio circundante, daremos el nombre de *conflicto de la electricidad*.

Dejé que la parte recta de este hilo se colocara horizontalmente por encima de la aguja magnética, debidamente suspendida, y paralela. Si es necesario, el alambre de unión se dobla para asumir una posición apropiada para el experimento. Estando las cosas en este estado, la aguja se moverá, y el extremo que está cercano al lado negativo de la batería irá hacia el oeste.

Si la distancia del alambre de unión no excede tres cuartos de una pulgada desde la aguja, la declinación de la aguja forma un ángulo de cerca de 45°. Si la distancia se incrementa, el ángulo disminuye proporcionalmente. La declinación asimismo varía con la potencia de la batería.

El alambre de unión puede cambiar de lugar, ya sea hacia el este o hacia el oeste, siempre y cuando continúe paralelo a la aguja, sin ningún otro cambio del efecto que no sea en relación a su cantidad. Por lo tanto, el efecto no puede atribuirse a la atracción; porque el mismo polo de la aguja magnética, que se acerca al alambre de unión, mientras está situado en su lado este, debería retroceder cuando está en el lado oeste, si estas declinaciones dependen de atracciones y repulsiones. El conductor de unión puede consistir en varios alambres, o bandas metálicas, conectadas entre sí. La naturaleza del metal no altera el efecto, sino simplemente la cantidad. Alambres de platino, oro, plata, latón, hierro, cintas de plomo y estaño, una masa de mercurio fueron empleados con igual éxito. El conductor no pierde su efecto, aún interrumpido por agua, a menos que la interrupción llegue a ser de varios centímetros de longitud.

El efecto del alambre de unión pasa a la aguja a través de vidrio, metales, madera, agua, resina, cerámica, piedras; ya que este no se elimina por interposición de placas de vidrio, metal o madera. Incluso el vidrio, el metal y la madera, interpuestos al mismo tiempo, no destruyen, y ciertamente apenas disminuyen el efecto. El disco del electróforo, placas de porcelana, un recipiente de piedra, incluso lleno de agua, se interpusieron con el mismo resultado. Encontramos los mismos efectos cuando la aguja estaba dentro de una caja de latón llena de agua. Es innecesario observar que la transmisión de efectos a través de todos estos materiales nunca antes se ha observado en electricidad y galvanismo. Los efectos, por lo tanto, que tienen lugar en el conflicto de electricidad son muy diferentes de los efectos de cualquiera de las electricidades.

Si el alambre de unión se coloca en un plano horizontal bajo la aguja magnética, todos los efectos son los mismos que cuando está por encima de la aguja, sólo que están en una dirección opuesta; para el polo de la aguja magnética próximo al extremo negativo de la batería se tiene que se desvía al este.

Para que estos hechos sean más fáciles de retener, podemos usar esta fórmula- el polo superior por el cual entra la electricidad negativa se gira hacia el *oeste*; el inferior, al *este*.

Si el alambre de unión se gira en un plano horizontal para formar un ángulo gradualmente creciente con el meridiano magnético, la declinación de la aguja *aumenta*, si el movimiento del alambre es hacia el lugar de la aguja perturbada; pero *disminuye* si el alambre se mueve más lejos de ese lugar.

Cuando el alambre de unión está situado en el mismo plano horizontal en el que se mueve la aguja por medio del contrapeso, y paralelo a él, no se produce ninguna declinación ni al este ni al oeste; pero tiene lugar una inclinación, de modo que el polo, al lado del cual la electricidad negativa entra en el alambre, se *deprime* cuando el alambre está situado en el lado *oeste*, y se *eleva* cuando está situado en el lado *este*.

Si el alambre de unión se coloca perpendicularmente al plano del meridiano magnético, ya sea por encima o por debajo de él, la aguja permanece en reposo, a menos que esté muy cerca del polo; en ese caso el polo se *eleva* cuando la entrada es del lado *oeste* del alambre, y *deprimido*, cuando es del lado *este*.

Cuando el alambre de unión se coloca perpendicularmente opuesto al polo de la aguja magnética, y el extremo superior del alambre recibe la electricidad negativa, el polo se mueve hacia el este; pero cuando el alambre es opuesto a un punto entre el polo y el centro de la aguja, el polo está más hacia el oeste. Cuando el extremo superior del alambre recibe electricidad positiva, los fenómenos se invierten.

Si el alambre de unión se dobla de modo que forme dos secciones paralelas entre sí, repele o atrae los polos magnéticos de acuerdo a las diferentes condiciones del caso. Supongamos que el alambre se coloca opuesto a cualquiera de los polos de la aguja, de modo que el plano de las secciones paralelas es perpendicular al meridiano magnético, y dejamos la sección oriental unida con el extremo negativo, la sección occidental con el extremo positivo de la batería: en ese caso el polo más cercano será repelido hacia el este o hacia el oeste, según la posición del plano de las secciones. Estando unida con el positivo la sección que está más al este, y la que está más al oeste con el lado negativo de la batería, el polo más cercano será atraído. Cuando el plano de las secciones se coloca perpendicular al lugar entre el polo y el centro de la aguja, se repiten los mismos efectos, pero invertidos.

Una aguja de latón, suspendida como una aguja magnética, no se mueve por el efecto del alambre de unión. Igualmente las agujas de vidrio y de goma de laca permanecen inactivas.

Podemos ahora hacer algunas observaciones para explicar estos fenómenos.

El conflicto eléctrico actúa sólo sobre las partículas magnéticas de la materia. Todos los cuerpos no magnéticos parecen penetrables por el conflicto eléctrico, mientras que los cuerpos magnéticos, o más bien sus partículas magnéticas, resisten el paso de este conflicto. Por lo tanto pueden ser movidos por el impulso de las potencias contendientes.

Es suficientemente evidente por los hechos anteriores que el conflicto eléctrico no está confinado al conductor, sino que se dispersa ampliamente en el espacio circundante.

De los hechos precedentes podemos igualmente colegir que este conflicto realiza círculos; porque sin esta condición, parece imposible que la parte del alambre de unión, cuando es colocada debajo del polo magnético, deba conducirlo hacia el este, y cuando es colocada encima deba conducirlo hacia el oeste; porque es la naturaleza de un círculo que los movimientos en partes opuestas deben tener una dirección opuesta. Además, un movimiento en círculos, junto con un movimiento progresivo, de acuerdo a la longitud del conductor, debe formar una línea concoidal o espiral; pero esto, a menos que me equivoque, no contribuye a la explicación de los fenómenos hasta ahora observados.

Todos los efectos sobre el polo norte magnético arriba mencionados se entienden fácilmente suponiendo que la electricidad negativa se mueve en una línea espiral curvada hacia la derecha, e impulsa el polo norte, pero no actúa sobre el polo sur. Los efectos sobre el polo sur se explican de manera similar, si atribuimos a la electricidad positiva un movimiento contrario y el poder de actuar en el polo sur, pero no sobre el norte. El acuerdo de esta ley con la naturaleza será mejor visto por una repetición de los experimentos que por una larga explicación. El modo de juzgar de los experimentos se facilitará mucho si el curso de las electricidades en el alambre de unión se señala por marcas o figuras.

Simplemente añadiré a lo anterior que he demostrado en un libro publicado hace cinco años que el calor y la luz consisten en un conflicto de electricidades. De las observaciones ahora expuestas, igualmente podemos concluir que un movimiento circular ocurre en estos efectos. Creo que esto contribuirá mucho a ilustrar los fenómenos a los que se ha dado la denominación de polarización de la luz.

Copenhague, julio 21, 1820

4. Segundo escrito (noviembre de 1820)**

Nuevos experimentos electromagnéticos

Desde la publicación de mis primeros experimentos sobre la acción magnética de la batería galvánica, he multiplicado mis investigaciones sobre ese tema tanto como una multitud de otras ocupaciones importantes lo pusieron en mi poder.

Los efectos magnéticos no parecen depender de la intensidad de la electricidad, sino únicamente de su cantidad. La descarga de una batería eléctrica fuerte transmitida a través de un cable metálico no produce alteración en la posición de la aguja magnética. Una serie de chispas eléctricas interrumpidas actúa sobre la aguja por las atracciones y repulsiones eléctricas ordinarias, pero hasta donde se puede percibir, las chispas no producen ningún efecto electromagnético. Una pila galvánica compuesta de 100 discos de metal de dos pulgadas cuadradas, y de papel humedecido con agua salada para que sirva de conductor de fluido, carece igualmente de efecto sensible sobre la aguja. Por otro lado se obtiene el efecto con un solo arco galvánico de zinc y cobre que tiene por conductor un líquido de gran poder conductor; por ejemplo, de una parte de ácido sulfúrico, otra de ácido nítrico y 60 partes de agua. Incluso podemos duplicar la cantidad de agua sin disminuir mucho el efecto. Si la superficie de los dos metales es pequeña, el efecto también es pequeño. Pero aumenta en la proporción en que aumentamos la superficie. Una placa de zinc, de seis pulgadas cuadradas, sumergida en un recipiente de cobre que contiene el líquido conductor del que he hablado, produce un efecto considerable. Pero una disposición de este tipo en la que la placa de zinc tiene una superficie de 100 pulgadas cuadradas actúa sobre la aguja con tal fuerza que el efecto es muy sensible a una distancia de tres pies, incluso cuando la aguja no es muy móvil. No he observado mayores efectos de un aparato galvánico compuesto por 40 canales similares; de hecho, el efecto parecía menos grande. Si esta observación, que no he investigado expresamente, es justa, tendré la opinión de que la pequeña disminución de la potencia conductora producida al aumentar el número de elementos del aparato debilita su efecto electroquímico.

Para comparar el efecto de un solo arco galvánico con el de un aparato compuesto por varios arcos o elementos, haremos una observación. La fig. 9 [figura 1], representa un arco galvánico compuesto por una pieza de zinc *z*, de cobre *c*, de un alambre metálico *a b* y

de un líquido conductor *l*. El zinc siempre comunica una parte de su electricidad positiva al agua como lo hace el cobre con su electricidad negativa. Esto ocasionaría una acumulación de electricidad negativa en la parte superior del zinc y de electricidad positiva en la parte superior del cobre, a menos que la comunicación *a b* restableciera el equilibrio al permitir un paso libre para la electricidad negativa de *z* a *c* y para la electricidad positiva de *c* a *z*. Vemos entonces que el alambre *a b* recibe la electricidad negativa del zinc, y la electricidad positiva del cobre, mientras que un alambre que constituye la comunicación de los dos polos de una pila, o de otro aparato galvánico compuesto, recibe la electricidad positiva del polo de zinc y la electricidad negativa del polo de cobre.

Prestando atención a esta distinción, podemos, con un solo arco galvánico, repetir todos los experimentos que hice al principio con un aparato galvánico compuesto. Emplear un solo arco galvánico da esta gran ventaja, que nos permite repetir los experimentos con poca preparación y gasto. Pero presenta otra ventaja aún más considerable; es decir, que podamos establecer un arco galvánico suficientemente potente para los experimentos electromagnéticos y, sin embargo, suficientemente ligero para ser suspendido a un pequeño alambre metálico, de tal manera que el pequeño aparato pueda hacerse girar alrededor del eje prolongado del alambre. De esta manera podemos examinar la acción que ejerce un imán sobre el arco galvánico. Como un cuerpo no puede poner otro en movimiento sin ser movido a su vez, cuando posee la movilidad requerida, es fácil prever que el arco galvánico debe ser movido por el imán.

Utilicé diferentes disposiciones del aparato galvánico simple para examinar el movimiento que le imprimía el imán. Uno de estos arreglos está representado en la fig. 10 [figura 1], que representa una sección perpendicular del mismo en la dirección del ancho. *c c c c* es una artesa de cobre, de tres pulgadas de alto, cuatro pulgadas de largo y media pulgada de ancho. Sin duda, estas dimensiones pueden variar hasta el infinito. Solo es

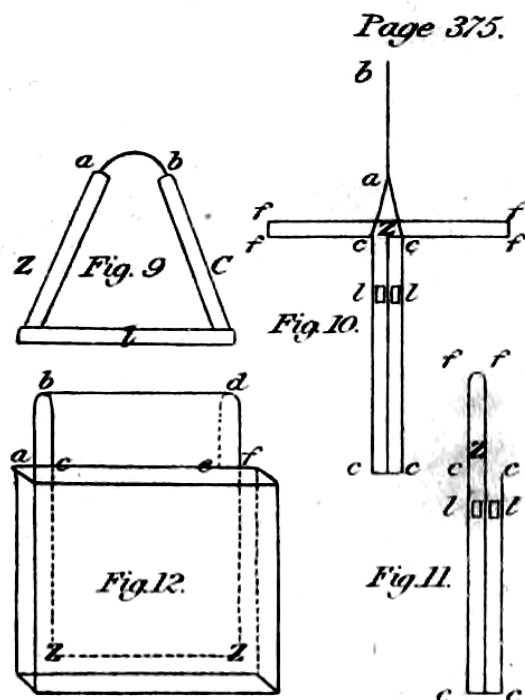


Figura 1. Disposiciones experimentales con arcos galvánicos. Fuente: Ørsted, H. (1820). New electromagnetic experiments, *Annals of Philosophy*, 16, placa CIX, figuras 9-12, p. 352.

necesario observar que la anchura no debe ser grande, por lo que la artesa debe estar hecha de placas lo más delgadas posible. $z z$ es una placa de zinc. $l l$ son dos piezas de corcho que mantienen las placas en su posición, $c f f f f z$ es un alambre de latón, de un cuarto de tono al menos de diámetro, $a b$ es un alambre de latón lo más fino posible, para poder soportar el peso del aparato, $c a c$ es un hilo de lino que une el alambre al aparato. La cubeta contiene el líquido conductor. El hilo conductor de este aparato atraerá el polo norte de la aguja cuando se coloque en el lado izquierdo del plano $c f f f f z$, considerado en la dirección $f z$. En el mismo lado será repelido el polo sur. En el otro lado de este plano, el polo norte será repelido y el polo sur atraído. Para que se produzca este efecto, no debemos colocar la aguja por encima de $f f$, ni por debajo de $f z$ o $f c$. Si en lugar de acercar una pequeña aguja móvil al hilo conductor acercamos una de las extremidades de uno de los polos de un imán energético, la atracción o repulsión indicada por la aguja, pondrá en movimiento el aparato galvánico, y lo hará girar alrededor del eje prolongado de $a b$.

Si en lugar del hilo conductor tomamos una gran cinta de cobre del mismo ancho que la placa de zinc, el efecto difiere del que acabamos de mencionar sólo en que es mucho más débil. Por otro lado, aumentamos un poco el efecto haciendo que el conductor sea muy corto. La figura 11 [figura 1], representa la sección perpendicular de esta disposición en la dirección de la anchura de la artesa. La figura 12 [figura 1], muestra la misma disposición en perspectiva. Es obvio que $a c b d e f$ representa la placa conductora y $c z z f$ la placa de zinc. En esta disposición, el polo norte de la aguja será atraído hacia el plano de $a b c$, y el polo sur será repelido desde el mismo plano. $e d f$ tendrá efectos contrarios. Aquí tenemos un aparato cuyas extremidades actúan como los polos de la aguja. Pero hay que reconocer que solo las caras de las dos extremidades, y no las partes intermedias, tienen esta analogía.

Asimismo, podemos hacer un aparato galvánico móvil de dos placas, una de cobre y otra de zinc, retorcidas en espiral y suspendidas en el conductor de fluido. Este aparato es más móvil; pero son necesarias más precauciones para no dejarse engañar cuando hacemos experimentos con él.

Todavía no he encontrado un método para hacer un aparato galvánico capaz de dirigirse hacia los polos de la tierra. Para este objeto sería necesario poseer un aparato mucho más móvil.

5. Conclusiones

El camino recorrido a través del experimento de la aguja permite visualizar varios hechos. En primer lugar, genera un cuestionamiento sobre el abordaje que se ha realizado sobre los aportes experimentales y teóricos de Ørsted, quien según lo mencionan Jackson, Jelved y Knudsen (1998), también realizó investigaciones sobre la compresibilidad de los gases y la producción de compuestos químicos como cloruro de silicio, no obstante, la publicación de estos trabajos en diferentes idiomas como danés, alemán, latín, francés o inglés, supuso una gran dificultad para los académicos que pretendían conocer su vida y obra.

En segundo lugar, los documentos dispuestos anteriormente conducen a un cuestionamiento sobre lo sucedido en la vida académica de Ørsted posterior al experimento de la aguja. Al respecto, es posible establecer que dedicó un tiempo a la exposición de su explicación sobre el conflicto eléctrico en Europa sin tener mayor éxito, pues por una parte, en Londres, Faraday no entendía la teoría en tanto parecía vaga y difusa, mientras que en París, los seguidores de Ampere llegaron a poner en tela de juicio la autenticidad de su teoría, señalando que era derivada de la teoría electrodinámica.

En tercer lugar, el experimento permite contemplar el impacto que tuvo la experiencia a nivel teórico y experimental en la comunidad científica, en tanto, supuso diferentes experiencias con el propósito de caracterizar y diferenciar los fenómenos electrostáticos de los electrodinámicos (como aquellas desarrolladas por Ampere), y estos en su conjunto, de los fenómenos magnéticos, lo cual favorecería tener una claridad de los efectos (mecánicos, térmicos, eléctricos y magnéticos en los cuerpos) y un análisis de sus causas, situación que en años posteriores, se manifestaría en una convergencia en el lenguaje empleado. Así mismo, el experimento de Ørsted da la posibilidad de contemplar la inquietud que se tenía en el siglo XIX sobre la naturaleza de la electricidad y el magnetismo, y se dispone como una invitación a analizar las diferentes maneras de explicar los fenómenos electromagnéticos, las cuales en principio estaban sometidas a una fuerte influencia de la herencia newtoniana, no obstante, la transversalidad y la no instantaneidad de la acción se constituyeron en una evidencia posterior que llevó a repensar la acción experimentada por un cuerpo, entendiendo que era consecuencia de variaciones del estado del espacio vecino.

De esta manera, tales formulaciones se distancian de la postura de Newton al tratar de dar cuenta de las diferentes situaciones en términos de atracciones y repulsiones dependientes de la masa de los cuerpos, permitiendo así, desarrollar un conjunto de explicaciones sobre los fenómenos electromagnéticos al involucrar otros elementos y concepciones que de paso, se constituyen en las bases de la idea de campo que posteriormente, sería refinada con el trabajo de James Clerk Maxwell.

En cuarto lugar, el experimento de la aguja de Ørsted favorece una nueva mirada sobre los fenómenos científicos pues el hombre instituye técnicas que no parten de un examen empírico de la naturaleza, y su aplicación exige la organización de la experiencia y las observaciones (particularmente en el campo del electromagnetismo), para poder enriquecer el marco experimental y conceptual al develar fenómenos que no se ofrecen al examen inmediato (Bachelard, 1978), es decir, los fenómenos no se presentan de manera espontánea, sino que se convierten en entidades que se fabrican en la interacción entre los instrumentos y las respuestas de la naturaleza (Romero, 2013).

Por último, el abordaje de la historia de las ciencias favorece la comprensión de discursos, la adquisición de herramientas para determinar por qué una proposición se estima justificada (Matthews, 1994), y la identificación de posturas que toman los científicos dentro de un marco intelectual, de tal forma que se tiene una mayor comprensión de los contenidos de las ciencias, en términos de su lógica, así como sus limitaciones y las cosmovisiones que los subyacen, y de los elementos que en algún momento los determinaron. Así pues, la revisión de la historicidad de las ciencias favorece una visión de las mismas como una actividad que se desenvuelve en contextos socio-culturales específicos, en donde se construyen explicaciones de fenómenos del mundo que describen un camino hasta constituirse en hechos científicos socialmente aceptados. De tal forma, la ciencia no se trataría de productos con carácter objetivo e independiente al sujeto, sino construcciones provisionales y atemporales (Rodríguez & Romero, 1999).

Referencias

- Andrade, R. (2001). Romagnosi and Volta's Pile: Early difficulties in the interpretation of voltaic electricity. En F. Bevilacqua & L. Fregonese (Ed.), *Nuova Voltiana: Studies on Volta and his times* 3 (pp. 81–102). Pavía; Milán: Ulrico Hoepli Editore.

- Bachelard, G. (1978). *El Racionalismo aplicado*. Buenos Aires: Paidós.
- Berkson, W. (1981). *Las teorías de los campos de fuerza: Desde Faraday hasta Einstein*. Madrid: Alianza Editorial.
- Brain, R., Cohen, R., & Knudsen, O. (2007). *Hans Christian Ørsted and the Romantic Legacy in Science: Ideas, Disciplines, Practices*. New York: Springer.
- Faraday, M. (1821). Historical Sketch of Electromagnetism. *Annals of Philosophy*, 2(3), 195–199.
- Jackson, A., Jelved, A. & Knudsen, O. (Eds). (1998). *Selected scientific Works of Hans Christian Orsted*. New Jersey: Princeton University Press.
- Kuhn, T. (2004). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica. (Obra original de 1962)
- Matthews, M. (1994). Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual. *Enseñanza de las ciencias*, 12 (2), 255–277.
- Millikan, R. (1944). *Electrones (+ y -), protones, fotones, neutrones y rayos cósmicos*. Buenos Aires-México: Editorial Espasa-Calpe Argentina S.A.
- Ørsted, H. (1820). Experiments on the effect of a current of electricity on the magnetic needle. *Annals of Philosophy*, 16, 273–276.
- Ørsted, H. (1820). New electromagnetic experiments. *Annals of Philosophy*, 16, 375-377.
- Rodríguez, L., & Romero, A. (1999). La construcción de la historicidad de las ciencias y la transformación de las prácticas pedagógicas. *Física y Cultura: Cuadernos sobre historia y enseñanza de las ciencias*, 6, 3–16.
- Romero, A. (2013). La experimentación como potenciadora de reflexiones sobre la naturaleza de las ciencias. En M. Ayala, J. Malagón, & S. Sandoval (Eds.), *Construcción de fenomenologías y procesos de formalización: un sentido para la enseñanza de las ciencias* (pp. 37–54). Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.

Declaraciones

Conflictos de interés: El autor declara que no existen conflictos de interés.

Acceso abierto: En todos los lugares donde aplica, esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). En consonancia con los términos de dicha licencia, los derechos de autor son de los autores. Una copia de la licencia se puede obtener visitando el sitio <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode.es>

Las licencias de las imágenes de terceros incluidas en los artículos pueden estar sujetas a otros términos; los autores son responsables de asegurar la veracidad de su origen, la información de la fuente original provista y su permiso de reproducción en esta publicación, que puede ser exclusivo.