Precursores de la teoría de campos de fuerza: Leibniz

*Celso Vargas Elizondo

Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) es uno de los filósofos que más avanzó en el desarrollo de la teoría de los campos de fuerza. Pero sus escasas publicaciones durante su vida hicieron que su obra no fuera conocida sino hasta el siglo XX. Todavía faltan varios trabajos por publicar, sin embargo, no se espera que cambie sustantivamente lo que se conoce actualmente sobre este tema.

Son significativas sus contribuciones a la física y también su propuesta, alternativa a Newton, de una teoría de gravitación, basada en una remozada perspectiva de los vórtices y de la circulación armónica. En varias publicaciones, pero especialmente en una de 1689 (**Una propuesta para explicar las causas de los movimientos celestes**) y a partir de variaciones infinitesimales, Leibniz muestra la manera en la que el movimiento circular, que respete la ley de inverso del cuadrado de las distintacias, puede transformarse en una elipsis o grupos de elipsis (movimiento paracéntrico) en las que se cumple también la ley del inverso. Es decir, que el movimiento elíptico es también circulación armónica y cumple también con la ley de las áreas de Kepler. Al igual que Descartes, los planetas no tienen movimiento de rotación propio, sino que son arrastrados por la acción de vórtice. Esta característica será compartida por la teoría de la relatividad de Einstein. Además, y contrario a Newton, no se requiere acción instantánea ni a distancia, ya que toda acción requiere tiempo y mediación.

Leibniz no consideraba aceptable el sistema de física propuesto por Descartes. Este desacuerdo está basado en varios aspectos, sin embargo, nos centraremos en dos de ellos. El primero de ellos es la concepción de cuerpo cartesiana como objeto geométrico tridimensional. Una de las principales críticas es que si éste fuera el caso, los cuerpos podrían ser penetrados por otros cuerpos. En la perspectiva anterior sobre Descartes introdujimos los tres tipos de materia reconocidos por Descartes, e ilustramos que, en el caso de la materia que forma el sol y otros astros, Descartes indica que la fuerte agitación a la que son sometidas las partículas, que hace que éstas sean divididas y dispersadas en forma de luz a través del espacio. Sería mucho más razonable y consistente con su física, inferir que estas partículas son penetradas debido a este fuerte movimiento. Presupone, pues, un importante grado de resistencia de las partículas hasta que una fuerza mayor actúa sobre ellas dividiéndolas. De esta manera, para Leibniz los cuerpos ofrecen resistencia, poseen una fuerza interna que previene su división que sea superada.

De igual manera, Leibniz duda de la validez de la ley de conservación del movimiento que Descartes propuso como fundamental. Será en 1686 que Leibniz "descubrirá" el error de Descartes y que lo denominara de "memorable". La suposición de esta ley cartesiana no garantiza que la misma cantidad de movimiento se conserve antes y después de la colisión entre cuerpos. Adicionalmente, la ley de caída de los cuerpos establecida por Galileo, especialmente en el comportamiento parabólico de la trayectoria de un proyectil, muestra, según Leibniz, que lo que se conserva en la naturaleza no es mxa (masa por aceleración), sino más bien, mxa^2, (masa por aceleración al cuadrado). En efecto, el compartamiento parabólico de un proyectil muestra que el tiempo de ascenso de un proyectil es el mismo que el de su caída, pero inverso en velocidad. Con esto Leibniz iniciará una importante discusión sobre las fuerzas vivas (vis-viva) que recorrerá la última parte del siglo XVII y las primeras cuatro décadas del siglo

siguiente. D´Alambert, pero también Kant, contribuirán a resolver esta polémica, como veremos en otras perspectivas.

A partir de este momento, Leibniz introducirá esta medida física como ley fundamental de la naturaleza. Pero diferenciará entre mecánica y dinámica. Leibniz utiliza la terminología aristotélica para referirse a la diferencia entre estos dos campos. Dirá que la mecánica, en la que es válida la aplicación de la ley de conservación del movimiento (momentum), corresponde al dominio de las causas eficientes, mientras que comprensión del por qué, que lo proporciona la dinámica, corresponde a las causas finales. A nivel de dinámica la ley más importante es la conservación de la misma cantidad de fuerza en la causa y en el efecto. Argumenta Leibniz que si no se mantiene la misma cantidad de fuerza al inicio de una colisión, por ejemplo, no se conservará la misma cantidad de movimiento en el universo y en algún momento, dejará de funcionar. Posibilidad ésta inimaginable en ese momento, y por tanto, se consideraba como contradictoria. Hoy sabemos que es una propiedad de nuestro universo: su tendencia a la máxima entropía.

Para Leibniz la fuerza es inherente al objeto (a las cosas mismas). En su obra de 1714, **Los Principios de la Naturaleza y la Gracia**, introdujo la fuerza como uno de los cuatro principios de diseño utilizados por Dios al momento de crear este mundo. Pero también como la heurística que debe seguir el científico para lograr una comprensión más completa del universo. Este principio de diseño dice lo siguiente: “En las cosas creadas los niveles más altos de fuerza, conocimiento, felicidad y bien que el universo pueda permitir”. La fuerza como inherente al objeto será un insumo importante en el desarrollo de la dinámica de fluidos en manos de Bernouli y de Euler en el siglo XVIII.

Precursores de la teoría de campos de fuerza: Descartes

*Celso Vargas Elizondo

El experimento de Oersted (1820) se ubica al inicio de ese gran impulso que culmina con dos importantes teorías de campos de fuerza: el electromagnetismo y la teoría de la relatividad de Einstein. Estas teorías tienen antecedentes que merecen la pena desarrollar en estas perspectivas. Uno de estos es Descartes.

René Descartes (1596-1650) fue uno de los filósofos más influyentes en el siglo XVII y en las dos primeras décadas del XVIII, en el ámbito de la nueva filosofía mecánica y, en especial, en física. Fue a través de sus discusiones con Isaac Beeckman (1588-1637) que Descartes será introducido en la teoría atómica, que Beeckman aplicaba tanto a la física como a la matemática. Durante un periodo muy corto de tiempo Descartes fue atomista. El atomismo de estos filósofos mantiene las siguientes tesis: a) la existencia de indivisibles o unidades últimas (en matemáticas y en física), b) el mundo observable es el resultado de la combinación de estas unidades básicas, produciendo el efecto de continuidad que encontramos en los cuerpos. En esta etapa del pensamiento de Descartes, un cuerpo, por ejemplo, está formado por determinados indivisibles matemáticos; c) la existencia de espacio vacío, d) La explicación de los fenómenos físicos debe hacerse en términos de tamaño, forma y movimiento.

Sin embargo, pronto Descartes abandonará esta perspectiva

atomista, especialmente algunas de sus tesis fundamentales, debido a inconsistencias internas. Por ejemplo, si suponemos la existencia del espacio vacío, no tendríamos ningún criterio para diferenciar un cuerpo de otro cuerpo, ya que el espacio vacío no puede utilizarse como criterio para la separación de los cuerpos. Así pues, decir que dos cuerpos están separados por espacio vacío anula cualquier diferenciación entre ellos y tendríamos que aceptar que se trata de un solo objeto. Esto mismo aplica a cualqueir colección de objetos "separados" por espacio vacío. Inconsistencias similares surgen con la suposición de la existencia de indivisibles matemáticos, cuya suposición es inconsistente con el conocimiento sobre las cantidades en geometría. Una recta es infinitamente divisible, de manera que no tiene sentido hablar de unidades numéricas indivisibles últimas. Este mismo razonamiento será aplicado al espacio y a la materia (que son lo mismo en Descartes), dada la indivisibilidad infinita de la materia, entendida como la aplicación de la geometría al mundo material. Y es que para Descartes, los objetos materiales se caracterizan por ser tridimensionales, en el mismo sentido que los objetos en una geometría tridimensional.

Mantendrá, pues, que todo el espacio está lleno de materia. Distingue tres tipos diferentes de materia: a) las partículas que componen en sol y la estrellas fijas; b) la que compone los cielos y c) la que compone la tierra, los planetas y los cometas, entre otros. La diferencia entre ellas es su tamaño y su forma. De acuerdo con Descartes, en un estadio inicial, toda la materia era del mismo tipo, pero el efecto de las leyes físicas sobre esta materia inicial produjo la diferenciación actual. De esta manera, el universo tal y como la observamos tiene las propiedades de un líquido (Descartes afirmará que los cielos son líquidos) en el cual se desplazan los objetos.

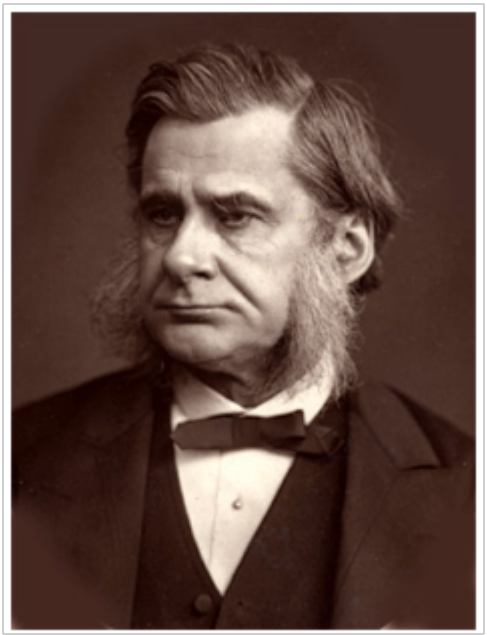
El movimiento es otro importante componente de su física. Dios infundió, al inicio de la creación del mundo, una

determinada cantidad de movimiento, la cual se mantiene constante. Para esto Dios tiene que intervenir periódicamente infundiendo nuevo movimiento para garantizar que sea constante. La ley más importante de la física de Descartes es la ley de conservación del movimiento y se mide de la siguiente forma: M=mxa (donde M es movimiento, m masa y a aceleración). Una de las características del universo de Descartes es que está en permanente movimiento. El movimiento circular produce los grandes torbellinos (llamados vórtices) que da origen al sistema solar y a los cometas. En el caso del primer tipo de materia, el movimiento es tan violento que divide aún más las partículas, las cuales son dispersadas por el universo en forma de luz. Como la materia es inerte, algunas de sus propiedades observables derivan del movimiento a la que está sometida, tal es el caso de la resistencia a la penetración de los cuerpos. Así, los planetas realmente no giran en sus órbitas sino que son arrastrados resultado del compartamiento laminar resultado del movimiento circular. El movimiento de los objetos es por desplazamiento, es decir, dado que el universo está lleno, para que el movimiento aparente tenga lugar, la materia que se encuentre en la trayectoria de un cuerpo, debe ser movida hacia atrás produciendo un desplazamiento contínuo de materia.

En general, el sistema físico cartesiano presenta las siguientes características que hacen que sea un precursor de la teoría de los campos de fuerza. Primero, no existe el vacío pues el universo está lleno de materia. Esta característica la encontramos en todas aquellas teorías que adoptaron el éter como medio que lo llena todo, y que serán las teorías más importantes del siglo XIX. Pero no aplica la teoría de la relatividad de Einstein. Segundo, toda acción toma tiempo. No hay acción instantánea ni a distancia como supondrá Newton en su mecánica. Más aún, toda acción se da por contacto entre los objetos. Es decir, toda acción requiere un medio. En su modelo físico no existen fuerzas, cualquier fuerza es el resultado de otros procesos subyacentes.

Thomas Henry Huxley y el origen del hombre.

*__Guillermo Coronado__



T. H. Huxley c. 1880

En una entrega anterior de esta serie sobre Darwin y el origen del hombre, Herrera y Monge (marzo 17, 2021) apuntaban a Alfred R. Wallace (1823-1913) como un precursoror de la tesis darwiniana empleando evidencia epistolar significativa.

Pero como es un gran principio de la prioridad científica el hecho de la publicación, cabe apuntar que el libro de Thomas Henry Huxley, ***Evidence as to Man´s Place in Nature***, aparecido en 1863, deja claramente manifiesto el enfoque evolucionista de Huxley y su rechazo de las tesis tradicionales, ejemplicadas, por ejemplo, en la figura de Richard Owen (1804-1892), famoso paleontólogo y radical opositor a las tesis evolucionistas.

Una cita del libro nos deja muy claro el panorama. Huxley nos dice: "La cuestión más fundamental para la humanidad –el problema que subyace a todos los demás y cuyo interés es mucho más profundo que el de cualquiera de ellos– es la investigación del lugar que el hombre ocupa en la naturaleza y su relación con el resto del universo. De dónde viene nuestra raza; cuáles son los límites de nuestro poder sobre la naturaleza y del poder de la naturaleza sobre nosotros; hacia qué meta nos dirigimos – éstos son los problemas que se plantean, de nuevo y con interés persistente , a todos los hombres." (Huxley, T. H. 1863. ***Man´s Place in Nature***). (1)

Esta valoración del problema fundamental, el lugar del hombre en la naturaleza, implica que en el contexto de un transformismo de las especies, respecto del ser humano se rechace la "hipótesis" de la unicidad del hombre y de su creación especial. Por el contrario, el hombre está colocado en el pináculo de la escala del ser, pero no de manera estática y privilegiada, sino como resultado de la evolución de las especies. Y ello supone que hay relaciones significativas entre los humanos y los primates superiores, por ejemplo. No un abismo absoluto. Someramente, para Huxley la hipótesis de una creación especial era innecesaria, carecía de evidencia que la corroborara, y limitada injustificadamente el alcance de la investigación evolutiva .(2) Así, en el primer ensayo del libro en su primera edición, estudiando las relaciones entre el hombre y los monos superiores, Huxley concluye que "Las diferencias estructurales que separan al hombre del gorila y del chimpancé no son tan grandes como las que separan a éstos de los monos inferiores".(3) Pero ello lo veremos con más detalle en una próxima entrega.

Pero antes, unas breves notas biográficas de nuestro autor. Thomas Henry Huxley nace un 4 de mayo de 1825, en Ealing, cercanías de Londres y muere el 29 de junio de 1895, en Eastbourne, sur de Inglaterra. No tiene gran formación académica y en muchos de los campos en que destacó fue más

bien autodidacta. Se formó como cirujano en el Charing Cross Hospital, pero esta era una formación más técnica que científica. Médicos y cirujanos respondían a enfoques muy diferentes. Los primeros asumían una formación más teórica, los segundos eran más practicantes de ciertos procedimientos. No obstante, logró que se le nombrara cirujano en el ***HSM Rattlesnake***, en un viaje de exploración científica, en el Estrecho de Torres, entre Australia y Papua Nueva Guinea. Viaje que se extiende de inicios de diciembre de 1846 hasta 1850. Durante ese tiempo pudo hacer observaciones y estudios científicos, en una especie de paralelismo con el viaje de Beagle que tanto transformó a Carlos Darwin.

A su regreso, y en virtud de sus informes y trabajos generados por su actividad en el viaje, en especial un estudio de las medusas, obtuvo un gran reconocimiento en el ámbito científico. Se le nombra miembro de la Real Society, a los 25 años de edad y se le concede su medalla, la Royal Medal, 1852, por el valor de sus investigaciones. Ello lo lleva a obtener, 1854, una cátedra de Historia Natural en la Real Escuela de Minas, que ocupará por 31 años. También obtiene la Medalla Copley en 1888.

Llegará a ser parte del círculo de amigos-colaboradores de Darwin y posteriormente será uno de los defensores más fuertes del enfoque evolucionista darwiniano, como lo ejemplifica el choque con el Obispo de Oxford, Samuel Wilberforce (1805-1873), en la famosa treintava reunión anual de la **Asociación Británica para el Avance de la Ciencia** en la ciudad de Oxford, a fines del mes de junio de 1860. Debate que se llevó en el nuevo Museo de Historia Natural de la Universidad.

Huxley contrae matrimonio en 1855, con Henrietta Anne Heathorn (1825-1915), de Sidney y procrea ocho hijos, cinco mujeres y tres varones. Sus nietos Aldous, Julián y Andrew, hijos de Leonard Huxley (1860-1933), serán muy influyentes en el siglo XX, en el ámbito de las letras y la ciencia respectivamente. Aldous Leonard (1894-1963) fue escritor y ensayista. Conocido

por su obra ***Un Mundo feliz***. Julián Sorel (1887-1975), biólogo evolucionista y gran ensayista fue el primer director de la UNESCO. Andrew Fielding (1917-2012) como Fisiólogo y biofísico, obtuvo el premio Nobel en medicina en el año de 1963. Estos dos últimos fueron nombrados caballeros por la corona británica.

NOTAS

1) La cita en español se toma de Ayala, Francisco J. 1983. ***Origen y evolución del hombre***. Madrid, Alianza Editorial. Cap VI, 152. La cita original aparece al inicio del capítulo segundo, "On the relations of man to the lower animals".

2) Refencia a Coleman, William. 1971. ***Biology in the Nineteenth Century: Problems of Form, Function and Transformation***. New York, John Wiley & Sons. Pp 96 y ss..

3) En Templado, Joaquín. 1974. ***Historia de las teorías evolucionistas***. Madrid, Editorial Alhambra, página 94.



Huxley. Caricatura por Carlo Pellegrini,
Vaniy Fair, 1871

Volta y la invención de la pila eléctrica III. (Máquinas eléctricas)

*Guillermo Coronado

Aunque la invención de la pila eléctrica por Volta significó la superación de la etapa de la electricidad electrostática y su discontinuidad para la actividad del experimentador, vale la pena lanzar una breve mirada a los instrumentos creados para disponer en el laboratorio de descargas eléctricas aunque fueran discontinuas, previos a 1800 y la corriente eléctrica continua de Volta.

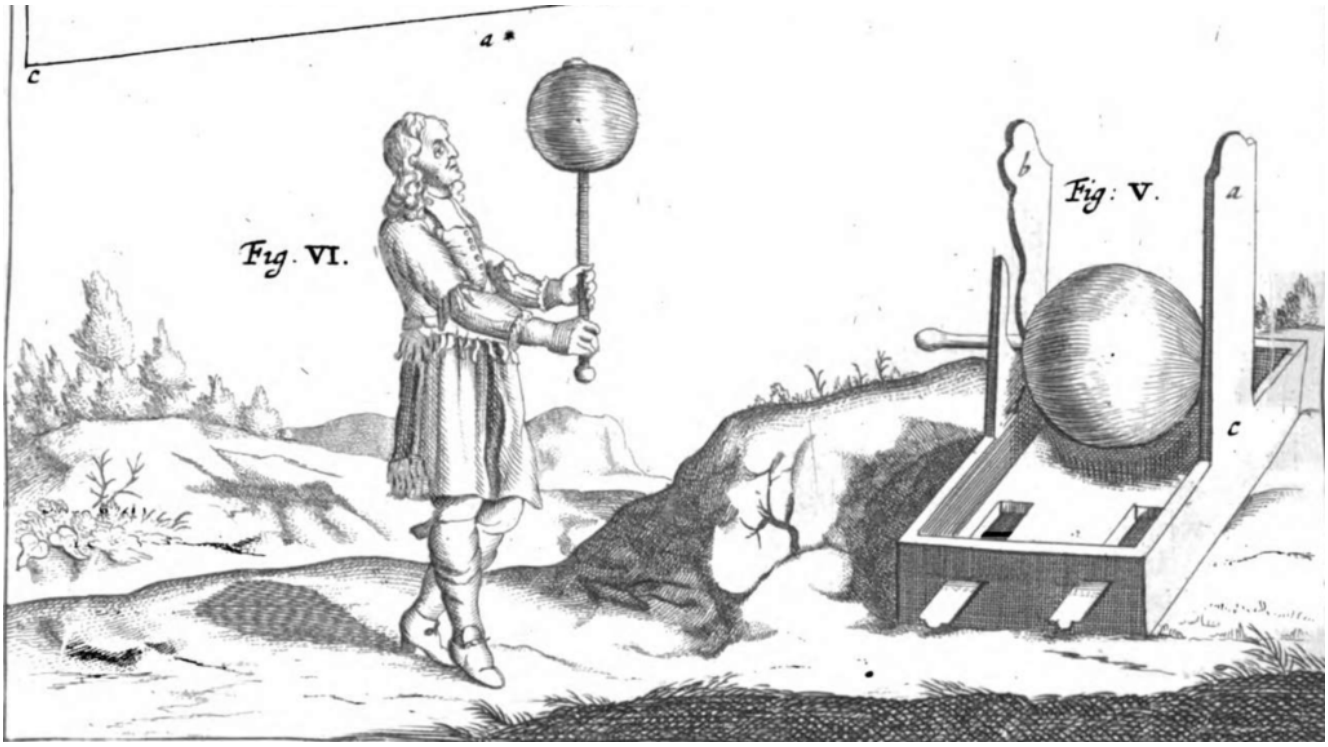
Dos serán los tipos de instrumentos que nos interesan en este caso, las máquinas eléctricas y las botellas de Leiden. En el primer caso, la máquina eléctrica de Guericke (1660) es el primer referente, aunque la electricidad no era su principal interés sino el magnetismo terrestre. Y tuvo poco impacto en Europa. Después, la máquina de Francis Hauksbee, invento inglés de 1707, para quien la electricidad sí era su principal interés. En el segundo caso, la botella de Leyden, del holandés Petrus van Musschenbroek, invento de 1745. En la presente el tema será el de las máquinas eléctricas.

Máquinas eléctricas. Otto von Guericke

Otto von Guericke, el inventor de la primera máquina que nos interesa, fue un alemán del siglo XVII. Nace en Magdeburgo, Alemania, en 1602, un 20 de noviembre. Fallece en Hamburgo, también en Alemania, el 11 de mayo de 1866. Estudió derecho en las universidades de Leipzig y Jena y matemáticas en Leiden. Fue muy polifacético, destacándose como físico,

matemático, astrónomo. Tuvo actividad política, llegando a ser alcalde de su ciudad natal. Y se le reconoce como inventor, del primer generador eléctrico y de la máquina pneumática, productora de vacío.

Otto von Guericke, de Magdeburgo , inventó en 1660 la primera máquina eléctrica, o como se denomina posteriormente, el primer generador electrostático. Y con ello potencia grandemente el campo de estudio de la electricidad abierto por William Gilbert en su ***De Magnete***, de 1600. Esta máquina, produce triboelectricidad, o sea, electricidad por fricción.



Otto vonGuericke. Su máquina eléctrica

No se debe olvidar, que en otro ámbito de investigación, Guericke también inventa la máquina pneumática que hace de la investigación del vacío no una simple discusión de palabras sino una tarea experimental. Los hemisferios de Magdeburgo serán el inicio de una serie de experiencias, que en manos de Robert Boyle, entre otros, hacen del vacío una realidad que golpea tremendamente a la filosofía de la naturaleza de corte griego tradicional con su negación del vacío y su afirmación del plenismo. Pero de las propuestas contemporáneas también el cartesianismo es seriamente cuestionado.

La máquina eléctrica consistía en una esfera de azufre, que se obtenía vertiendo azufre en un recipiente de vidrio, que luego se quebraba dejando la esfera sólida. A esta esfera se le colocaba un de lado a lado un eje de madera o hierro que permitía hacerla rotar. También se podía colocar sobre una estructura de madera que permitía hacerla girar de manera muy rápida, ya fuera directamente o por medio de correas. Así, al girar la esfera de azufre y colocarle una mano sobre su superficie se generaba una carga eléctrica por fricción, de allí que se denomine triboelectricidad, de los términos griegos tribein, frotar y electrón, ámbar. Después de un tiempo, al acercar un conductor, se producía una chispa u otro de los eventos de atracción que ya se conocían desde los tiempos de Tales de Mileto, siglo VI AC, quien señaló los efectos especiales del frotamiento del ámbar.



Fig. 185. — Otto de Guéricke et la première Machine électrique à frottement.
(Globe de soufre.)

Otro arreglo de la máquina de Guericke

Máquinas eléctricas. Francis Hauksbee

Una segunda instancia de máquina eléctrica nos remite a Real Sociedad de Londres, bajo la dirección de Isaac Newton y con Francis Hauksbee , como su encargado de la ejecución de los experimentos. Previamente, el famoso experimentador había sido

Robert Hooke(1635-1703), en gran parte de la segunda mitad del siglo xvii, pero es bien conocida la difícil relación entre él y Newton. Por ello, no será sino hasta después de la muerte de Hooke que Newton se incorpora de lleno a la Real Sociedad, alcanza su presidencia y reorganiza su personal. Hauksbee ocupará la funciones de su difunto rival y contribuye con su máquina eléctrica que perfecciona la de Guericke.

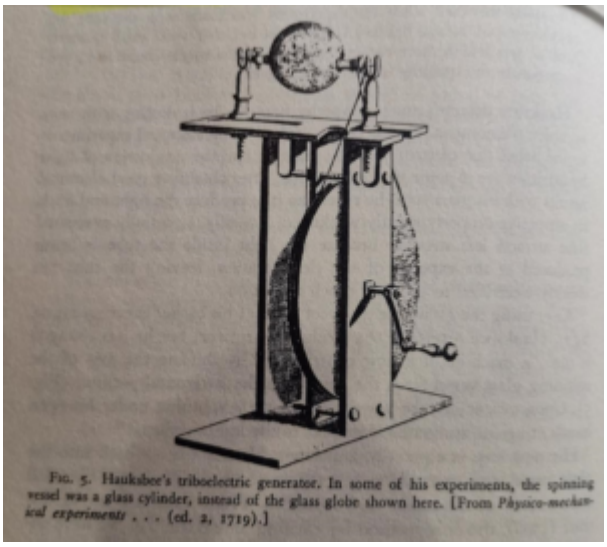


Fig. 5. Hauksbee's triboelectric generator. In some of his experiments, the spinning vessel was a glass cylinder, instead of the glass globe shown here. [From *Physico-mechanical experiments* . . . (ed. 2, 1719).]

Máquina de Francis Hauksbee

Francis Hauksbee o Hawkesbee, el viejo, nace en 1660, en Colchester, la misma ciudad natal de William Gilbert, y muere en Londres, en 1713. Llegó a ser miembro de la Real Sociedad de Londres en 1705, el 30 noviembre. Bajo la presidencia de Isaac Newton tuvo el puesto de encargado de las sesiones experimentales de la Sociedad. Ejecuta experiencias en la Real Sociedad desde diciembre de 1703 hasta inicios de 1713, año de su muerte. La Real Sociedad se había establecido en 1660, el 28 de noviembre por una docena de personas, entre las que destacan Christopher Wren y Robert Boyle, con el fin de crear “a Colledge for the promoting of Physico-Mathematicall Experimentall Learning”.

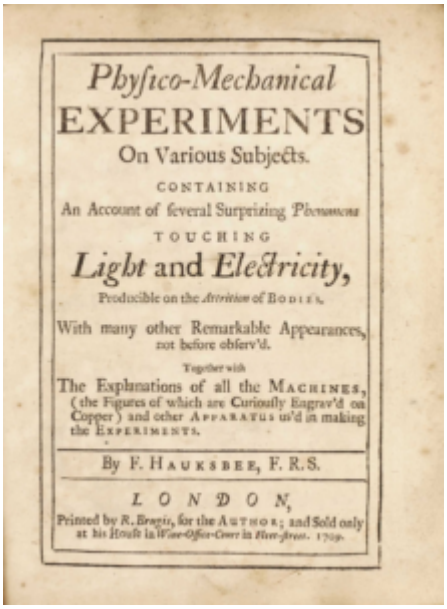
En la máquina de Hauksbee, creada hacia 1707, la esfera de azufre de Guericke se sustituye por una de vidrio o bien un cilindro del mismo material. “a pretty large glass cylinder, turned by a winch and rubbed by the hand”. En principio se sigue la técnica de la fricción para generar la carga

eléctrica, pero la incorporación del cabrestante permite acelerar el proceso para que la mano se aplique sobre la superficie del vidrio. Y en consecuencia los efectos de las descargas eléctricas pueden ser más intensos y constantes. Ello facilita la experimentación más detallada y la producción de fenómenos más llamativos.

Es por ello, que hay quienes consideran que la máquina de Hauksbee es realmente la primera máquina eléctrica y no solamente un detalle de la acción manual como en el caso de Guericke.

Hauksbee publicó un libro en 1709 bajo el título de ***Physico-Mechanical Experiments on various subjets, containing an account of several surprising phenomena touching Light and Electricity, producible on the attrition of Bodies".*** Que pronto se traduce al francés, holandés e italiano difundiendo no solamente el uso de su máquina sino su concepción de que la investigación física se base em demostraciones y conclusiones basadas en experimentos realizados cuidadosa y exactamente.

Hauksbee destaca por sus investigaciones en electroluminiscencia, electricidad estática y capilaridad.


Physico-Mechanical
EXPERIMENTS
On Various Subjects.
CONTAINING
An Account of several Surprizing Phenomena
TOUCHING
Light and Electricity,
Producible on the Attrition of Bodies.
With many other Remarkable Appearances, not before observ'd.
Together with
The Explanations of all the MACHINES, (the Figures of which are Curiously Engrav'd on Copper) and other APPARATUS us'd in making the EXPERIMENTS.
By F. HAUKSBEE, F. R. S.
LONDON,
Printed by R. Brugis, for the AUTHOR; and Sold only at his House in Wine-Office-Court in Fleet-street. 1709.

Portada del libro de Hauksbee

Inventores No 7, Benjamín Franklin (1706-1790). El pararrayos

*Mario Alfaro C



Benjamín Franklin nació en Boston, fue científico, político, editor y destacó significativamente como inventor. Como político fue embajador de Estados Unidos ante Francia, presidente de Pensilvania (1785-8). Defendió con inteligencia el proceso de independencia de su país, se interesó y luchó por la unificación de los Estados Unidos, incluso propuso la creación de “Una Federación de Estados” del Norte-Sur. Se le considera uno de los padres fundadores de los Estados Unidos. En su tiempo fue uno de los personajes más conocido y querido, tanto en su país como en Europa. Franklin, era simpático, divertido, de fácil verbo, respetuoso, anti-esclavista, y de fino humor.[1]

Antes de entrar al aporte de B. Franklin, un breve comentario. Es sabido que inventar no es lo mismo que descubrir, lo primero se refiere a la producción de un objeto, instrumento, o proceso novedoso con una intención claramente definida. En el caso del descubridor no necesariamente hay una intencionalidad inmediata más que encontrar una explicación respecto de algún fenómeno natural, un eclipse, un cuerpo celeste, la estructura y composición de una molécula o elemento[2] químico, un virus, incluso la explicación de un fenómeno o hecho social nunca antes observado[3]. Por supuesto que los descubrimientos científicos con harta frecuencia se llevan a la práctica para la producción en serie de objetos, máquinas, procesos, patentes, entre otros, mas este tema es propio de la tecnología.

De acuerdo con lo anterior se hace preciso hacer distinciones conceptuales entre técnica, ciencia y tecnología.[4] (Ver nota)

El caso de B. Franklin como inventor es muy interesante. Se le atribuyen: la estufa, el catéter urinario flexible, el diseño de gafas bifocales, el pararrayos y muchos más.

En esta columna destacamos el invento del pararrayos atribuido a B. Franklin. Respecto de este invento vale aclarar que hay quienes cuestionan que él fuera el inventor, pues ya en su tiempo había conocimiento acumulado producto de observaciones que daban cuenta de la existencia de la electricidad estática y de que la energía que liberaban las nubes en forma de rayos eran descargas eléctricas[5]. La atribución del invento del pararrayos a Franklin es posible que se deba a que fue él precisamente el que procedió a realizar el experimento crucial. Se cuenta que estando en Francia en sus labores diplomáticas allá por el año de 1752, un 15 de junio, hubo una tormenta y, como era su costumbre, salió a divertirse y elevar su cometa la que estaba unida a un hilo metálico y otro de seda asido a la manija que servía para sostenerla y elevarla.

Surgió un rayo, Franklin pudo observar como este fue atraído produciendo una descarga eléctrica en su juguete. Se ha dicho en diferentes oportunidades y medios, que gracias a su curiosidad científica que le caracterizaba, se dio a la tarea de construir el instrumento que "capturara" la electricidad que provenía de los rayos, así dio con la invención de lo que haría famoso.[6] Este instrumento es relativamente sencillo, se coloca una antena en una barra metálica vertical, la cual está unida por un cable conductor de cobre que lleva la descarga a tierra.



Este es una ilustración de un diseño de Franklin que posteriormente se ha mejorado. Luego se le ubicó la antena que se menciona en el texto



Ilustración de la observación "experimento" de Franklin.

A manera de conclusión, un dato que nos parece interesante: el oficio de Franklin como inventor, científico, político,

editor, etc., siempre estuvo orientado a que su trabajo estuviera al servicio de la humanidad, “para qué los inventos y descubrimientos si no reportan algún beneficio a la sociedad”, decía”. Esta forma de pensar y actuar le valió ese carisma que tuvo y que se hizo evidente cuando edita un folleto en que autoriza su libre difusión y posibles usos de sus inventos, por ello nunca solicitó la patente del pararrayos, ni del horno que lleva su nombre, los bifocales y demás. Es más, se opuso a la existencia de las patentes. Todo un espíritu altruista.

El pararrayos es uno de esos inventos que tanto beneficio ha traído a la sociedad, la protección de edificios, casas de habitación y muchos más, no obstante no se puede obviar que también han sido causa de muchos accidentes mortales, especialmente en sus inicios, sin embargo se han desarrollado mecanismos de protección bastante eficientes para evitar accidentes y que hacen que el invento sea más seguro. Los pararrayos hoy existen alrededor de todo el planeta, incluso son de bajo costo, en Costa Rica hasta se alquilan. En cuanto a los servicios que presta hay uno que no se considera con frecuencia, nos referimos a los agricultores, especialmente a quienes se dedican a la cría de ganado. Como se sabe, las fincas ganaderas se protegen con cercas de alambre, suceden muchos accidentes y muerte de animales, por ello se suele poner pararrayos en las partes altas o en árboles para evitar descargas eléctricas y así evitar pérdidas de semovientes. Gracias a Franklin por su invención y a Tesla que lo mejoró significativamente.

Bibliografía consultada

Camacho, D, (1992), Fundamentos de Sociología, EUNED, San José, C.R.

Coronado, G, (2015), Mis perspectivas, Antanaclasis Editores, S.A. San José, C.R.

Ramírez, E.R (1995) Comp., Tras el término tecnología y otros ensayos, Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago, C.R

Watson D, (2006), Genes, Chicas y Laboratorios: Después de la doble hélice, Metatemas, Tusquetes Editores, Barcelona, España.

Zamora, A, (1997), Comp., El otro Laberinto, Editorial Tecnológica, Cartago, Costa Rica.

https://www.biografiasyvidas.com/biografia/f/franklin.htm el 1 1 de marzo de 2021.

https//www.naturgy.con, El pararrayos de Benjamín Franklin, un descubrimiento casual. 24 de marzo de 2021.

1 **Sobre la biografía de Benjamín Franklin hay muchas publicaciones, tanto en la Red Internet como libros, revistas, etc. Para esta columna recomiendo la siguiente:**
Ruiz, M., Fernández, T. y Tamaro, E. (2004). Biografia de Benjamin Franklin. En *Biografías y Vidas. La enciclopedia biográfica en línea*. Barcelona (España). Recuperado de https://www.biografiasyvidas.com/biografia/f/franklin.htm.

2 Este es el caso de los trabajos realizados por James Watson, Francis Crick y J. Franklin en las década 50 del siglo pasado. Sobre esto hay suficiente bibliografía, cito un texto que es interesante y hasta de lectura divertida: Watson D. James (2006), Genes, Chicas y Laboratorios. (ver bibliografía)

3 Este es el trabajo de los que se ocupan los sociólogos y antropólogos, como apunta Daniel Camacho en su obra Fundamentos de Sociología.

4 Es necesario mencionar que profesores de la Cátedra de Filosofía del ITCR y del Círculo de Cartago, en su momento produjeron material al respecto (G. Coronado, É. Roy Ramírez, Álvaro Zamora, Celso Vargas, Luis Camacho, Mario Alfaro), sólo para ilustrar algunos de los libros: Tras el término

tecnología y otros ensayos, El otro laberinto, Mis perspectivas, Ciencia, responsabilidad y valores, Dédalo y su estirpe…y diversos artículos publicados en revistas, conferencias, etc.

5 https//www.naturgy.com. (El pararrayos, un descubrimiento casual).

6 Por supuesto que la historia de este invento es mucha más amplia que lo que aquí se expone.

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 Oersted, 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 Oersted. Entre otras cosas porque Oersted recurre a una teoría denominada "conflicto eléctrico" que no resultaba nada clara. Para Oersted, 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 Oersted 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 Oersted, en particular, el referente a la ubicación del polo magnético que Oersted 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.

Volta y la invención de la pila eléctrica II.

(Notas sobre Galvani y su electricidad animal)

*Guillermo Coronado

Para volver a la cuestión de la pila eléctrica, la gran invención de Alessandro Volta, es necesario lanzar una mirada al tema de la “electricidad animal” de Luigi Aoisio Galvani, nacido en Bolonia el 9 de septiembre de 1737 y muerto en la misma ciudad el 4 de diciembre de 1798. Y que fue anunciada al mundo en 1791, en su famosa comunicación *De viribus electricitates in moto musculari* (Comentario sobre los efectosde la electricidad en el movimiento muscular) y su consiguiente consideración y rechazo por parte de Volta de la tesis de Galvani de la electricidad animal, proponiendo en cambio el que el ffenómeno era resultado de un efecto electro-físico resultante de los metales empleados.



Galvani y su experiencia

Antes, unas breves notas biográficas de Galvani. Muy joven inició estudios teológicos, pero sus padres lo impulsaron a ingresar a la Universidad de Bolognia, su ciudad natal, en la que se interesó por los estudios médicos y luego los físicos, en especial en el campo de la electricidad. Ingresó a la Facultad de medicina en el año de 1754, graduándose de médico en 1759. Importantes influencias en su formación fueron los profesores Jacobo Bartolomeo Beccari (1682-1766) en los campos

de la física y la química, y Domenico Gusmano Galeazzi (1686-1775), en física.

En 1762, año en que se doctora, se casa con Lucía Galeazzi, hija de su profesor. Ella fallece en 1788 por causa de asma. No tienen descendencia. Galvani sucederá a Galeazzi en la cátedra de Anatomía en 1775. Como se dijo antes, su doctorado de 1762, gracias a un trabajo sobre los huesos (De ossibus) en que se estudian los elementos anatómicos y químicos de los mismos, sus patrones de crecimiento y sus enfermedades (1).

Desde su doctorado se vincula a la Escuela de medicina en la cátedra de obstetricia. Llegará a presidir la Academia de Ciencias en Bolonia en 1772. También será profesor de la Cátedra de anatomía desde 1775, sucediendo a su suegro, el Prof. Galeazzi, dado su fallecimiento. Esta cátedra la mantendrá hasta 1797 en que es separado de la misma por no aceptar el juramento de lealtar a Napoleón Bonaparte que exigía la nueva República Cesalpina creada en el norte de Italia. En consecuencia pierte su cátedra, su salario y su futura pensión. Galvani se retirará a su casa familiar y fallece al año siguiente. También había sido nombrado Curador del Museo Anatómico de la Universidad de Bolonia, en 1776.

En 1780, y en consonancia con sus intereses de adolescencia, ingresa como miembro seglar franciscano de la Venerable Orden Tercera de San Paolo in Monte.

Dos años después se convierte en Profesor de obstetricia en el Instituto de Ciencias de la Universidad.

Durante esa década de los ochenta realiza experiencias eléctricas en ranas que lo llevan a su observación del movimiento de las ancas de rana y a la tesis de la electricidad animal.



Experiencia de Galvani

“La cosa ocurrió, la primera vez, tal como lo voy a contar: desequé una rana y la preparé como indica la figura. En seguida, y proponiéndome otra cosa completamente diferente, la coloqué sobre una mesa en que se encontraba una máquina eléctrica. La rana no estaba de ninguna manera en contacto con el conductor de la máquina. Por el contrario, estaba a una distancia bastante grande. Uno de mis ayudantes aproximó, por casualidad, la punta de su escalpelo a los nervios del muslo de esta rana e inmediatamente los músculos de los miembros inferiores se contrajeron como si hubieran sido atacados bruscamente por contracciones tetánicas violentas.

Mientras tanto, una persona que estaba allí (parece que se refiere a su esposa) mientras hacíamos experiencias con la máquina eléctrica, creyó notar que el fenómeno solo se producía en el momento en que saltaba una chispa en la máquina. Maravillada por la novedad vino en seguida a contármelo.

Yo estaba en ese momento preocupado por otro problema, pero para tales investigaciones mi inquietud no tiene límites y quise en seguida repetir yo mismo la experiencia y poner al día lo que ella pudiera presentar de oscuro. Aproximé, por lo tanto, yo mismo la punta de mi escalpelo a uno y otro de los nervios crurales mientras una de las personas presentes hacía saltar chispas de la máquina eléctrica. El fenómeno se producía exactamente de la misma manera: en el momento mismo de saltar la chispa se producían conmociones violentas en los

músculo de la pata, absolutamente igual como si la rana hubiera estado acacada de tétanos.” (Volta, 1965, 35-36)

Y Galvani concluye, después de muchas variantes de la experiencia, que el movimiento observado es el efecto de una electricidad propia de los seres vivientes. Y afirma tajantemente que “Daremos el nombre de electricidad animal a aquella que se encuentra estrechamente vinculada a la vida y que llena alguna función en la economía animal” (ídem)

Cabe recordar que Galvani y su esposa, en 1772 se instalaron en su propia casa y en ella establecieron un laboratorio para sus experiencias eléctricas. Su esposa, Lucía Galeazzi, participaba activamente en tales actividades y también en otras actividades biológicas por lo que se labró un nombre en la ciencia. Y ella es la persona que Galvani refiere en su descripción de la experiencia iniciadora de la serie que lo lleva a su concepción de la electricidad animal. También refiere a la máquina eléctrica que se está usando para producir descargas eléctricas. Pero a la máquina eléctrica y a las botella de Leyden que aparecen en la imagen de la experiencia nos referiremos en la siguiente entrega de esta serie.



Lucía Galeazzi Galvani

NOTA.

1) Fresquet, J:L. Luigi Galvani. https://www.historiadelamedicina.org/galvani html

---

Darwin, la teoría de la evolución y un cierto eco de Thomas S. Kuhn

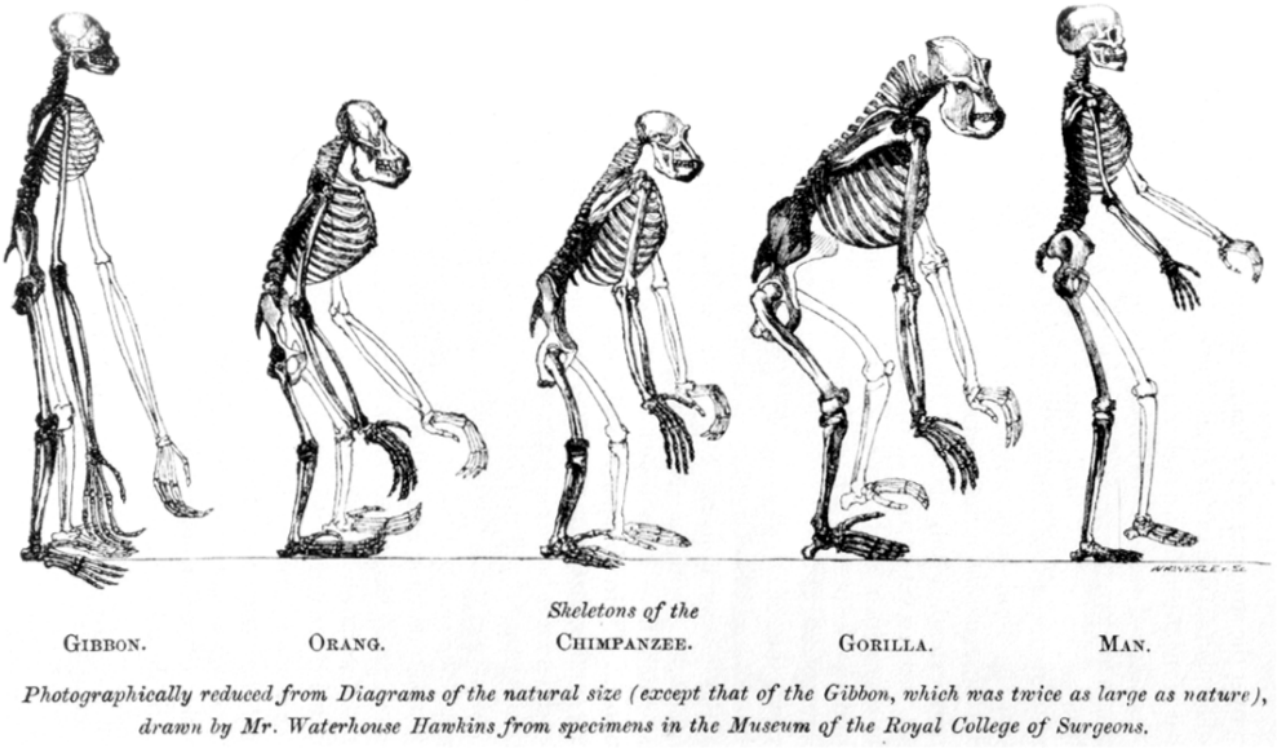
*Guillermo Coronado

En carta a Thomas Henry Huxley (1825-1895), del 2 de diciembre de 1860, Charles Darwin (1809-1882) deja ver su estado de ánimo luego de un año de reacciones adversas a su propuesta sobre la formación de las especies mediante el mecanismo de la selección natural, pero también manifiesta su confianza en el futuro de la teoría expuesta en el ***Origen de las especies***. Su comentario al final del texto que se cita a continuación tiene ciertos ecos que se relacionan con la propuesta del filósofo e historiador de la ciencia, Thomas S. Kuhn (1922-1996), respecto de la naturaleza de la ciencia y por ello se hace uso de la misiva en cuestión.

La carta en cuestión, en lo pertinente dice: “Estoy realmente hastiado de críticos hostiles. Sin embargo, han servido para enseñarme cuándo debía extenderme un poco e introducir algún nuevo punto de discusión.

Convengo totalmente con usted en que las dificultades de mi teoría son terribles, pero después de ver todo lo que las críticas han dicho sobre mí tengo mucha más confianza en la

verdad de la doctrina *en general*. Otra cosa me hace confiar: que algunos de los que estaban de acuerdo conmigo en una mínima parte, ahora coinciden mucho más, y algunos de los que se oponían encarnizadamente ahora se oponen con menos fuerza… *Puedo ver con bastante claridad que si alguna vez se adopta ampliamente mi teoría será cuando los jóvenes se formen y sustituyan a los viejos en el trabajo, y descubran que pueden relacionar mejor los hechos y emprender nuevas líneas de investigación más adecuadas partiendo de la idea de la evolución que si parten de la creación*" (Darwin, 1984. 359-360. Cursivas nuestras)



Skeletons of the

Photographically reduced from Diagrams of the natural size (except that of the Gibbon, which was twice as large as nature), drawn by Mr. Waterhouse Hawkins from specimens in the Museum of the Royal College of Surgeons.

En efecto, en la batalla entre paradigmas opuestos, Thomas S. Kuhn en su obra ***La estructura de las revoluciones científicas***, publicada en 1962, poco más de un siglo después del intercambio epistolar entre Darwin y Huxley, señala como un rasgo común en el proceso de triunfo del nuevo sobre el viejo paradigma, que los jóvenes se adhieren a la nueva propuesta y los viejos generalmente defienden el enfoque tradicional. Pero los viejos perecen por el simple imperativo biológico, y los jóvenes van asumiendo los puestos de mando en las estructuras

del saber, por ejemplo, cátedras universitarias y puesto de dirección en instituciones científicas. Al final del proceso no queda casi nadie defendiendo la vieja interpretación y la mayoría asume el nuevo enfoque en su práctica de la investigación científica, tal como lo anticipa Darwin al cierre de su segundo párrafo, antes citado. Es decir, el nuevo enfoque se convierte en el marco de la investigación, esto es, de la "ciencia normal" triunfante en el conflicto de los paradigmas. El viejo enfoque no genera más propuestas de investigación y por ende desaparece de la práctica científica aceptable.

Y la observación de Carlos Darwin no es una simple casualidad en un intercambio epistolar, puesto que al cierre de su ***Origen de las especies***, capítulo XIV de la edición original de 1859, aunque XV en ediciones posteriores en que se agrega un capítulo nuevo, Darwin había señalado que "Aunque estoy plenamente convencido de la verdad de las opiniones expresadas en este volumen…, no espero convencer, de ninguna manera, a los naturalistas experimentados cuyas mentes están llenas de una multitud de hechos, que durante un transcurso muy grande de años, han visto desde un punto de vista directamente opuesto al mío… Pero miro con firmeza hacia el futuro, a los naturalistas nuevos y que están surgiendo, porque serán capaces de ver ambos lados de la cuestión con imparcialidad".(Kuhn, 1970, pp 234)

Tesis fundamental, que también aparece en el siguiente texto tomado de la Introducción del ***Origen del hombre***, 1871, publicado una década después de la carta anterior. En este nuevo texto, Darwin, después de hacer referencia al naturalista Carl C. Vogt (1817-1895), científico alemán que emigra a Suiza, quien en un discurso presidencial al instituto Nacional en Ginebra había expresado que "Nadie, al menos en Europa, se atreve ya a defender la creación independiente, y de una vez por todas, de las especies" (Darwin, 1984, 393), para mostrar el avance del evolucionismo, Darwin expresa que

por lo tanto, “es evidente que al menos un gran número de naturalistas deben admitir que las especies son los descendientes, modificados, de otras especies; y esto es válido especialmente respecto de los naturalistas jóvenes y que empiezan ahora… De los viejos y respetados jerarcas de las ciencias naturales, muchos, por desgracia, se oponen todavía a la evolución en todas sus formas” (Ídem).

Ahora bien, como bien señala el Profesor Luis Camacho, de la Universidad de Costa Rica, en comunicación personal, una importante diferencia entre Kuhn y Darwin sería que el primero renuncia a la posibilidad de la verdad en ciencia, mientras que el segundo asume que sí se pueden obtener verdades científicas, y de hecho, esos “jóvenes investigadores” estarían en el camino de la gran verdad que resuelva el “misterio de los misterios”. La verdad de la transformabilidad de las especies mediante el mecanismo principal de la selección natural.

Pero podemos anotar adicionalmente algo muy interesante, a saber, que Kuhn cita las palabras de Darwin en el ***Origen de las especies***, haciendo referencia a que él, Darwin, está plenamente convencido de la verdad de sus propuestas teóricas. De hecho, para resaltar esta correlación, la cita del ***Origen*** la tomamos de la misma obra de Kuhn, L***a estructura de las revoluciones cientificas*** *(Kuhn, 1970,* 234).

Con ello, Kuhn, el proponente de los paradigmas resalta el papel de las nuevas generaciones de investigadores asumiendo el paradigma triunfante, y realizando “ciencia normal” de acuerdo con el mismo, no en virtud de una supuesta verdad. Además, Kuhn cita de la biografía científica de Max Planck, el que “una nueva verdad científica no triunfa por medio del convencimiento de sus oponentes, haciéndoles ver la luz, sino más bien, porque dichos oponentes llegan a morir y crece una nueva generación que se familiariza con ella” (Ídem, 234-5). En plena concordancia con las tesis kuhnianas expuestas más arriba de que los jóvenes sustituyen a los viejos por la

inexorable ley de la vida.

Bibliografía.

Darwin, Charles. 1964. ***On the Origin of Species. A Facsimile of the First Edition***. Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press.

Darwin, Charles. 1902. ***The Descent of Man.*** New York. American Home Library Company. Volumen I. Generalmente, en las traducciones al español no se incluye la introducción original que es la que nos interesa.

Kuhn, Thomas S. 1970. ***The Structure of Scientific Revolutions.*** Second Edition Enlarged. International Encyclopedia of Unified Sciences. Chicago, The University of Chicago Press. En español, ***La estructura de las revoluciones científicas***, 1971, México, Fondo de Cultura Económica.



Volta y la invención de la pila eléctrica I

*Guillermo Coronado



A Volta

Alessandro Volta nace en Como, Lombardia, el 18 de febrero de 1745, y muere en el mismo lugar, el 5 de marzo de 1827. Su vocación como investigador científico se manifiesta desde muy joven. Se desempeña como Profesor de Filosofía natural (física) en la Universidad de Pavía entre 1779-1818. Anteriormente lo había sido en el Gimnasio de Como, a partir de 1774. Consagra su actividad científica principalmente al tema de la electricidad, pero también a los “aires inflamables”, por ejemplo, el gas de los pantanos (metano), que interpreta como resultante de la putrefacción de materias orgánicas. En el tratamiento del encendido de gases inflamables en recipientes cerrados por medio de chispas eléctricas, aplica su invento de una pistola eléctrica. A partir de ella vislumbra la posibilidad del envío de mensajes-telégrafo. Se dedica a cuestiones meteorológicas, y en especial, a la electricidad atmosférica. También estudia la dilatación del aire y las tensiones del vapor.

En la década de los noventa, sostiene fuerte polémica con Luigi Galvani (1737-1798) sobre la cuestión de la electricidad animal. Volta establece, a partir de la repetición de las experiencias de Galvani y de otras nuevas diseñadas por él,

que la supuesta electricidad animal no es tal, sino se debe al contacto de los metales implicados en el arreglo experimental. Galvani resume el enfrentamiento así: “Él supone que la electricidad es la misma común a todos los cuerpos; yo la considero particular y propia de los animales; él pone la causa del desequilibrio en los artificios que se adoptan y especialmente en la diferencia de los metales; yo, en la máquina animal; él considera tal causa como accidental y extrínseca; yo, natural e interna; él, en resumen, atribuye todo a los metales, nada al animal; yo todo a éstos, nada a aquéllos, mientras se considere solamente el desequilibrio”. (Volta, 1965, 43). Por el contrario, Volta reconoce que aunque al inicio siguió la tesis de la electricidad animal, al repetir las experiencias de Galvani y muchas otras nuevas, abandonó dicha explicación y pasó a considerar que toda la magia del galvanismo consiste en que “ella es, simplemente, una electricidad artificial que es movida por el contacto de conductores diferentes. Son éstos los que realmente actúan como verdaderos motores, … … Ateneos a estos principios y explicareís claramente todas las experiencias hechas hasta aquí, sin necesidad de recurrir a ningún otro principio imaginario de una electricidad animal propia y activa de los órganos…; abandonad estos principios o perdedlos de vista y solo encontrareís, en este amplio campo de experimentaciones, incertidumbres, contradicciones, anomalías sin fin y todo se os transformará en un enigma inexplicable” (ídem, 43)

Como un resultado práctico de toda esta discusión, en 1799, Volta desarrolla un artificio para producir una carga eléctrica constante, una descarga eléctrica no siempre tan poderosa como aquellas provenientes de algunas botellas de Leiden y otros condensadores, pero que se puede emplear una y otra vez, sin tener que operar o cargar nuevamente elartificio. Por supuesto, con pilas más grandes y poderosas la descargaeléctrica sería no solamente comparable sino mayor.



Pila eléctrica de Volta

Volta hace público su nuevo invento en 1800, en carta escrita en francés bajo el título **Sobre la electricidad excitada por el simple contacto de sustancias conductoras de diferentes clases**. La carta es dirigida a Sir Joseph Banks de la Real Sociedad de Londres, con fecha del 20 demarzo y se leyó en el seno de esa Institución Científica el 26 dejunio. Fue publicada en las Actas de la Sociedad ese mismo año (II,403,431). En esta carta, además de describir en detalle los materialespara su construcción, presentar las dos maneras de construirla -el tipocolumna y la corona de tazas-, y de relacionarla y distinguirla tanto de las botellas de Leiden como de las baterías de conductores, Volta la compara de manera más directa con el órgano eléctrico natural del torpedo y de la anguila, y por consiguiente, la denomina **órgano eléctrico artificial**, y sin embargo, tal denominación no tuvo éxito, por lo que se la conoce más por el nombre de pila eléctrica, resultante del arreglo de columna de piezas metálicas. En sus propias palabras:

“Este aparato, semejante en el fondo, como yo lo mostraré, y aun tal como lo he construido, por la forma, al órgano eléctrico natural del torpedo, de la anguila eléctrica, etc., más bien que a la botella de Leiden y a las baterías eléctricas conocidas, yo quisiera llamarlo **órgano eléctrico**

artificial. ¿Acaso no está compuesto, como aquél únicamente por cuerpos conductores? ¿No es, además, activo por si mismo, sin ninguna carga precedente? ¿No actúa sin cesar y sin intermitencia, sin el auxilio de ninguna electricidad excitada por alguno de los medios conocidos hasta ahora y es capaz, en fin, de dar en todo momento conmociones más o menos fuertes, según las circunstancias, conmociones que se repiten a cada nuevo toque y que, repetidas, así, con frecuencia, o continuadas por un cierto tiempo, producen ese mismo adormecimiento de los miembros que produce el torpedo, etc.?" (Volta, 1965, 54).

De inmediato se genera un gran reconocimiento del aporte de Volta en el seno de la comunidad científica. Pero también en otros contextos, por ejemplo el nivel político, en el que destaca el caso de Napoleón Bonaparte. Este le otorga la Cruz de la Legión de Honor, y lo nombra miembro del Consulado Italiano, Conde y Senador del Reino Lombardo. Pues se debe recordar que Volta sería en aquel entonces súbdito del Imperio Napoleónico. En efecto, Volta presenta su batería a la Academia de Ciencias de París, en 1801, y en presencia del Emperador. Napoleón también favorece la construcción de la gran batería en la Escuela Politécnica de París. Después de la caída del Imperio Napoleónico, los antiguos gobernantes austríacos de Italia mantienen a Volta en gran estima.

Pero lo que es más importante que estos reconocimientos para Volta, es el hecho de que los investigadores de la electricidad, en particular, y de la naturaleza, en general, tendrán a su disposición una nueva herramienta para desentrañar los secretos de sus respectivos campos de investigación. Y los resultados no se harán esperar…

Referencia bibliográfica. Volta, Alejandro. 1965. ***La invención de la pila eléctrica***. Barcelona/ Buenos Aires. Editorial Eudeba.

Esta primera parte está tomada, con algunas modificaciones,

de: Zamora, A y Coronado,G. 2002. **Perspectivas en Ciencia, Tecnología y ética**. Cartago, C.R.: Editorial Tecnológica de Costa Rica.

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 Bernouli 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, Galvany, 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, Oersted

se ubicaría en al inicio de este acelarado proceso que vemos actualmente.

En este sentido, Oersted, 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 Ladriere que caracterizan el desarrollo moderno de la ciencia y la tecnología.