

EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA

SELECCIÓN DE TRABAJOS DE LAS XXII JORNADAS

VOLUMEN 18 (2012)

Luis Salvatico
Maximiliano Bozzoli
Luciana Pesenti
Editores



ÁREA LÓGICO-EPISTEMOLÓGICA DE LA ESCUELA DE FILOSOFÍA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE FILOSOFÍA Y HUMANIDADES
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons atribución NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina



Einstein *homo faber*

Pedro W. Lambert* y Víctor Rodríguez^o

En el imaginario popular el nombre de Albert Einstein está asociado con la ciencia más abstracta. En general se supone que sus intereses intelectuales estuvieron limitados a cuestiones puramente teóricas, alejadas de cualquier aplicación práctica. Notablemente esta visión sobre Einstein es la predominante también en ámbitos cercanos a la actividad científica y académica en general. Una mirada más cuidadosa a su trayectoria, nos muestra varias facetas muchas veces poco consideradas. Podemos reconocer en él no sólo a un físico teórico extraordinario, sino también a un epistemólogo, a un físico experimental, a un diseñador de instrumentos científicos y a un prolífico inventor. En este trabajo avanzaremos sobre estos tres últimos intereses de Einstein, procurando contribuir a la obtención de un perfil integral de sus actividades. Al analizar el Einstein interesado en la construcción de instrumentos científicos, nos centraremos en uno de sus desarrollos más notables: la “pequeña maquina” o “*Maschinen*”, la cual tenía la función de medir diminutas cantidades de carga eléctrica.

Indagando sobre posibles influencias tempranas de Einstein por su gusto por los dispositivos mecánicos y eléctricos y por la experimentación, gusto que mantuviera a lo largo de toda su vida, encontramos al menos tres posibles vertientes que pueden haber contribuido a ello.

Si repasamos las experiencias que marcaron a Einstein en su niñez, y que de adulto el mismo reconoció, está en primer lugar su tío Jakob. Ingeniero y con gran espíritu emprendedor, embarcó a la familia Einstein en distintos negocios con diferente suerte. Entre otros, en 1885 los hermanos Einstein fundan en Munich un pequeño taller electrotécnico dedicado a la producción de dinamos, lámparas de arco y equipos de mediciones eléctricas. Einstein frecuentemente visitaba ese taller. Por esos años este pariente lo estimulaba tanto sobre cuestiones técnicas como matemáticas. Unos años después, seguramente con gran orgullo, Jakob recibía de su sobrino, de solo quince años de edad, una carta acompañada de su primer trabajo científico [CPAE-1 1987].

Entre octubre de 1895 y septiembre de 1896, Einstein estudió en la escuela secundaria de Aarau, Suiza. A comienzos de 1896, la escuela inauguró un moderno edificio con un laboratorio excelentemente equipado, quizás uno de los mejores de las escuelas de habla alemana. Einstein fue uno de los primeros en trabajar con estos equipos. Lewis Pyenson [Pyenson 1985] comenta que Einstein obtuvo muy buenas calificaciones gracias al trabajo experimental que realizaba con este equipamiento. También, durante sus estudios en el Politécnico de Zurich, Einstein realizó un intenso trabajo experimental en el laboratorio del profesor Heinrich Weber.

En junio de 1902, a la edad de 23 años Einstein fue contratado como un “experto técnico de tercera clase” por la Oficina Federal de Patentes de Suiza, en Berna. Su especialidad era examinar patentes de dinamos, motores y otros dispositivos eléctricos. Una vez que logró familiarizarse con el trabajo, pudo dedicar parte de su tiempo no sólo a pensar en problemas de física teórica, sino también a algunas cuestiones relacionadas con el

* U.N.C. - CONICET, pwlamberti@yahoo.com

^o U.N.C., gauchovrr@gmail.com

movimiento relativo de bobinas e imanes, que habían surgido al analizar patentes de dinamos. Es importante señalar, con el fin de dar contexto a este punto, que por aquellos años Suiza emergía como un importante centro de la industria eléctrica, con una gran cantidad de proyectos hidro-eléctricos, los que a su vez llevaban a que un importante número de ingenieros se interesase en la construcción de sistemas eléctricos de todo tipo. En la Oficina de Patentes, el excelente manejo de Einstein de la teoría de Maxwell hizo que rápidamente fuera un valorado empleado [Hunt 2010]. Friedrich Haller, director de ella, consideró al joven físico como una de “los más estimados expertos en la oficina” [Pais 1984]. Seguramente esta habilidad de Einstein para analizar dispositivos le allanó el camino más adelante para presentar sus propias patentes. A lo largo de su vida propuso un total de 21 patentes, dos de las cuales fueron rechazadas. Ellas fueron presentadas en diferentes lugares: 11 en países de habla alemana y 10 en otros países. Su tarea de inventor fue realizada siempre en colaboración, a diferencia de la mayoría de sus principales trabajos científicos. Se destacan particularmente sus diseños con Leo Szilárd de refrigeradores sin partes móviles. Entre 1928 y 1930 logró la aceptación de un total de 19 patentes relacionadas con refrigeradores. En 1934, junto con Rudolf Goldschmidt, presentó en Alemania la patente de un aparato dedicado a la reproducción electromagnética del sonido, y en 1936, en co-autoría con Gustav Bucky, obtuvo la patente de una cámara fotográfica auto-ajustable por intensidad de luz [Trainer, 2006]. Este dispositivo hacía uso del efecto fotoeléctrico, cuya explicación teórica dada por él en 1905, le valió el premio Nobel de Física de 1921.

Es de destacar que todos estos desarrollos prácticos fueron realizados por un Einstein que ya había logrado reconocimiento internacional por sus trabajos científicos. Su primera patente la obtiene 12 años después de haber concluido la teoría general de la relatividad y 7 años después de haber sido galardonado con el premio Nobel.

Einstein como físico experimental

Como físico experimental, Einstein se involucró al menos en cuatro líneas de trabajo: el estudio junto a de Haas de las corrientes moleculares de Ampere (1915-1916), la investigación sobre rayos canales (o rayos anódicos), en colaboración con H. Geiger (1921), el trabajo realizado con H. Mühsam para determinar las dimensiones de los canales en filtros (1923), y otros trabajos experimentales de los que hay referencia indirecta, por ejemplo de P. Ehrenfest [Frenkel, 1979]. Hay dos testimonios que ponen claramente de manifiesto el interés y la dedicación que Einstein ponía en sus investigaciones experimentales. Uno lo provee el propio Einstein, en la época en que estaba dedicado a la verificación experimental de las corrientes moleculares de Ampere, cuando escribe a su gran amigo M. Besso [Correspondencia E-B 1994].

Y cuán pérfida es la naturaleza, si uno quiere aproximarse a ella experimentalmente!
La admiración por la experimentación me devuelve a mis viejos días.

El otro lo da Ehrenfest. En una carta a su colega ruso A.F. Ioffe le dice sobre Einstein que está: “Diariamente absorbido por horas en un estudio experimental”. Las referencias a su actividad experimental son muy variadas, pero una incursión detallada en sus trabajos relacionados con la actividad experimental nos llevaría fuera de las dimensiones de este artículo.

Einstein como creador de instrumentos científicos

Antes de dedicarnos a analizar la “pequeña máquina”, comentaremos la participación que tuvo Einstein como árbitro en una disputa sobre una patente, lo cual lo muestra como un exquisito conocedor del funcionamiento de instrumentos de alta precisión y complejidad. Se trata del caso conocido como la “Disputa Sperry vs. Anschütz” sobre la patente de un girocompás. En 1904 Hermann Anschütz-Kaempfe de Kiel, en Alemania, puso a consideración una patente de un girocompásⁱ. En los años siguientes este equipo fue mejorado con la inclusión de sistemas de amortiguamiento, que resultaban de gran utilidad en el caso de que el barco sobre el cual iba montado, se encontrase en medio de una violenta tormenta. En 1910 el neoyorkino Elmer A. Sperry logró varias patentes británicas para diversos aparatos giroscópicos. Al año siguiente logró introducir en el mercado un girocompás, que en 1914 Sperry vende a la Marina Imperial Alemana. La empresa de Anschütz inicia acciones legales contra Sperry por supuestas violaciones a la ley de patentes. La corte alemana en Berlín citó a Einstein para que dilucidara las diferencias técnicas entre los girocompases en la disputa de patentes. Einstein inspecciona el girocompás de Sperry y realiza una serie de pruebas experimentales en Kiel, tras lo cual envía (en agosto de 1915) un reporte de cinco páginas a la corte. En ese reporte concluye que algunos dispositivos de estabilización usados por Anschütz eran una mejora de otros utilizados por otros inventores y que el compás de Sperry usa un método de amortiguamiento que es esencialmente el mismo que el utilizado por Anschütz en su patente. Tomando en cuenta ese reporte, la corte decide a favor de Anschütz. Además de aplicársele sanciones económicas a Sperry, se le prohibió la comercialización de girocompases que usaran los mecanismos de Anschütz [Trainer, 2008]. En 1918 y 1919 Einstein participó como experto de partes, en representación de Anschütz, en disputas de su empresa por derechos de patentes.

La “pequeña máquina” (o “Maschinchen”)

En el número del 13 de febrero de 1908 del *Physikalische Zeitschrift*, Einstein publica un trabajo titulado “Un nuevo método para la medición de pequeñas cantidades de electricidad”ⁱⁱ [Einstein 1908]. Comienza este trabajo diciendoⁱⁱⁱ:

Como sabemos, los potenciales eléctricos por debajo de los 10^{-6} voltios pueden ser medidos por sensibles electrómetros electrostáticos de cuadrante si una cantidad suficientemente grande de potencial auxiliar es provisto a la aguja. Sin embargo, un incremento en este potencial auxiliar resulta en un decrecimiento, más que en un crecimiento, de la sensibilidad del instrumento si uno mide cantidades de electricidad. Esta circunstancia determina el límite realmente alcanzable de la sensibilidad del electrómetro de cuadrante e instrumentos análogos cuando se miden cantidades de electricidad o energía, respectivamente.

Sin embargo, es posible construir instrumentos de medición en los cuales la energía requerida para la deflexión no sea tomada del sistema que se desea medir, sino de fuentes auxiliares. En lo que sigue describiré el esquema de una máquina de inducción con la cual, en mi opinión, este objetivo puede ser logrado

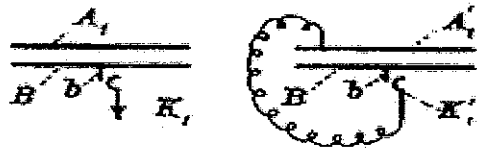


Figura 1

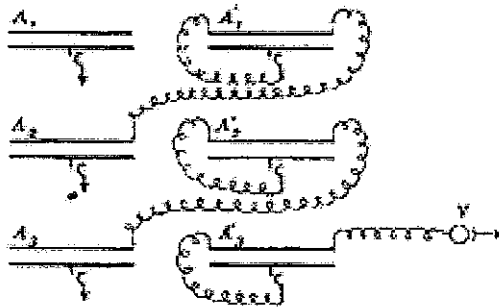


Figura 2

Las ideas básicas del funcionamiento del aparato propuesto por Einstein se pueden entender a partir de dos dibujos incluidos en su trabajo de 1909 (figuras 1 y 2). Con referencia a la figura 1, A_1 y A'_1 son dos placas conductoras fijas, a lo largo de las cuales se pueden deslizar dos hojuelas metálicas B , sujetas, por ejemplo a una pequeña rueda. Estas hojuelas tienen dos pernos, ambos indicados con la letra b en la figura 1, los cuales pueden hacer contacto con los resortes K_1 y K'_1 , respectivamente. Supongamos que K_1 está conectado a tierra y que K'_1 está conectado a A'_1 . La placa metálica A_1 se supone cargada positivamente; cuando la placa B , ubicada debajo de A_1 toca tierra al hacer contacto con K_1 a través del perno b , se carga negativamente por inducción, esta carga es transferida a A'_1 por medio de un cable cuando el perno b se pone en contacto con el resorte K'_1 . Aquí Einstein propone un esquema en cascada para lograr un efecto multiplicador, tal como se observa en la figura 2.

Supongamos que el conductor A_1 se encuentra al potencial eléctrico que deseamos medir. Denotémoslo por P_1 (con referencia a la tierra) y sea P'_1 el potencial eléctrico del conductor A'_1 . Entonces

$$P'_1 = aP_1 \quad a > 1$$

En general, se puede concluir teniendo en cuenta el proceso de cascada anteriormente descrito, que el potencial en la placa A'_n , vale:

$$P'_n = a^n P_1$$

Con una adecuada configuración de las placas, se puede lograr un valor $a=10$, lo cual permitiría un efecto multiplicativo de 10^6 , con solo tomar 6 placas.

La idea de Einstein es una idea muy similar a la de otros dispositivos electrostáticos. Por ejemplo la Máquina Electroestática de Belli, cuyo diagrama básico se muestra en la figura 5. En 1830 Giuseppe Belli diseñó en Pavia la primera máquina de inducción de disco rotante. En realidad, él inventó dos tipos de multiplicadores. Una de ellos, la “macchina elettrostatica ad attuazione” presenta notables similitudes con la propuesta por Einstein [Segers 2006].

En las figuras 3 y 4 se presentan un esquema de la *Maschinenben* construida por los hermanos Paul y Conrad Habich, a pedido de Einstein, y una foto de la misma, con su carcasa montada.

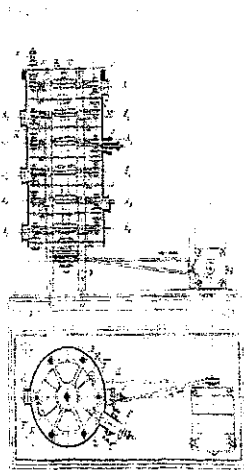


Figura 3

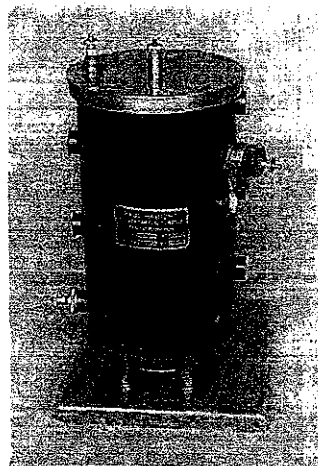


Figura 4

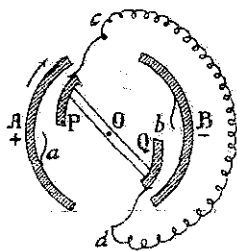


Figura 5. Esquema de la máquina de Belli

La primera referencia a la *Maschinchen* que hace Einstein es en una carta de los hermanos Habicht con fecha 16 de agosto de 1907, unos cuantos meses antes de que el *Physikalische Zeitschrift* recibiera el manuscrito arriba comentado [CPAE-5]. A partir de agosto de 1907 hubo una nutrida comunicación epistolar entre Einstein y los hermanos Habicht, en la cual el tema predominante era la *Maschinchen*. Es de destacar que estos hermanos publicaron un trabajo directamente vinculado a la *Maschinchen*, citando a Einstein en el título del mismo [Habicht 1910].

Es de señalar que el interés de Einstein por el tema se extendió por varios años. Esto queda reflejado en varias cartas a colegas. Por ejemplo, en una carta a Besso [Correspondencia E-B 1994] le dice:

La pequeña máquina está cabeza y hombros por encima de los electrómetros de filamentos, y su futuro está ahora asegurado. Esto me hace tremendamente feliz (1911)

En otra carta a Stark, de 1908 [CPAE-5, Letter 132] dice:

Varios trabajos no están terminados porque no encuentro tiempo para terminar de escribirlos. Agregue a esto un pequeño laboratorio para experimentos electrostáticos que he montado con componentes primitivos para poder desarrollar el método electrostático que publiqué recientemente en el *Physikalische Zeitschrift*.

El interés de Einstein en esta cuestión, tiene que ver con algunos de sus trabajos previos. Como él mismo lo expresa en el trabajo del *Physikalische Zeitschrift de 1908*:

Fui conducido al plan presentado aquí por pensar acerca de cómo la carga espontánea de conductores requerida por la teoría molecular del calor, la cual es análoga al movimiento Browniano, puede ser detectada y medida.

Comentario final

Como es sabido, de las numerosas biografías y caracterizaciones de la producción científica y el pensamiento de Einstein se pueden inferir varios perfiles relevantes para la historia de la ciencia. La motivación que ha guiado este trabajo ha estado influenciada por una impresión que se ha ido consolidando en los autores del mismo a través de los años, esto es, que existe una armoniosa confluencia de intereses y capacidades en la versátil y amplia producción de este científico, y que ellos se realimentan de modo tal que no es posible separar nítidamente los móviles que lo llevaron a generar resultados en campos aparentemente tan alejados como la física teórica y las patentes. Algunas investigaciones actuales están mostrando facetas de esta producción; tal es el caso de propuestas de réplicas de la *Maschinchen* [Segers 2006, 2009], [Maas 2007], lo que está permitiendo revalorizar los aportes del científico [Bodanis 2005]. Se ha remarcado por ciertos historiadores, como P. Galison [Galison 1987, 2003], la necesidad de una visión integral de sus perfiles más significativos. En nuestro caso, hemos encontrado que la exploración y el análisis de los rostros internos de las producciones que desembocaron en las solicitudes de patentes aportan otro ingrediente importante. El Einstein inventor tiene vida propia y por ello merece ser considerado y estudiado como corresponde. Lo expuesto aquí tiene sólo pretensiones de constituir una base programática para investigaciones más detalladas, tanto de las motivaciones, como de los aspectos técnicos y posibles prestaciones de los aparatos construidos o por construir. No obstante, estimamos

que el enfoque adoptado puede contribuir modestamente al intento de una captación global del científico.

Notas

ⁱ Un girocompás es un dispositivo de orientación geográfica que señala al verdadero polo norte geográfico, a diferencia de lo que hace una brújula que señala al polo norte magnético. Esto significaba una gran ventaja fundamentalmente cuando se lo utilizaba en embarcaciones, porque no se veía afectado por la gran cantidad de metal presente en los barcos.

ⁱⁱ El título original es: Eine neue elektrostatische Methode zur Messung kleiner Elektrizitätsmengen.

ⁱⁱⁱ Traducción de los autores a partir de [CPAE-5]

Bibliografía

CORRESPONDENCIA Einstein - Bose A. Einstein. Correspondencia con Michele Besso (1903-1955). Tusquets Editores, Barcelona 1994.

CPAE-1 The collected papers of A. Einstein, Vol 1. Princeton University Press. Princeton, 1987

CPAE-2 The collected papers of A. Einstein, Vol 2. Princeton University Press. Princeton 1989.

CPAE-5 The collected papers of A. Einstein, Vol 5. Princeton University Press. Princeton 1995.

EINSTEIN A. A new electrostatic method for the measurement of small quantities of electricity. *Physikalische Zeitschrift* 9: 216. Publicado en CPAE-2: The Swiss Years Writings, 1900-1909. Pp 312-315, 1908.

FRENKEL V. On the history of the Einstein-de Haas effect, *Sov. Phys. Usp.* 22(7) 580-587, 1979.

GALISON P. *How Experiments End*. The University of Chicago Press Chicago, 1987.

GALISON P. *Einstein's Clocks, Poincaré's Maps*. W.W. Norton & Co. New York 2003.

HABICHT C., HABICHT P. Elektrotatisher potentialmultiplikator nach A. Einstein. *Phys. Z.* 11, 532-535, 1910.

HUNT B. *Pursuing Power and Light*, The John Hopkins University Press, Baltimore 2010.

PAIS A. *El Señor es sutil... La ciencia y la vida de A. Einstein*. Editorial Ariel, Barcelona 1984.

MAAS A. Einstein as Engineer: The case of the Little Machine. *Physics in Perspective* 9, 305-328, 2007.

PYENSON L. *The young Einstein: The advent of relativity*. Adam Hilger, Bristol 1985.

SEGRS D., Uyttenhove J. Einstein's "little machine" as an example of charging by induction. *Am. J. Phys.* 74 (8) 670-676, 2006.

SEGRS D, Wautier K., Uyttenhove J. Construction and testing of a replica of Einstein's "little machine". *Am. J. Phys.* 77 (1) 10-12, 2009.

TRAINER M. Albert Einstein's patents. *World Patent Information* 28, 159-165, 2006.

TRAINER M. Albert Einstein's expert opinions on the Sperry vs. Anschütz gyrocompass patent dispute. *World Patent Information* 30, 320-325, 2008