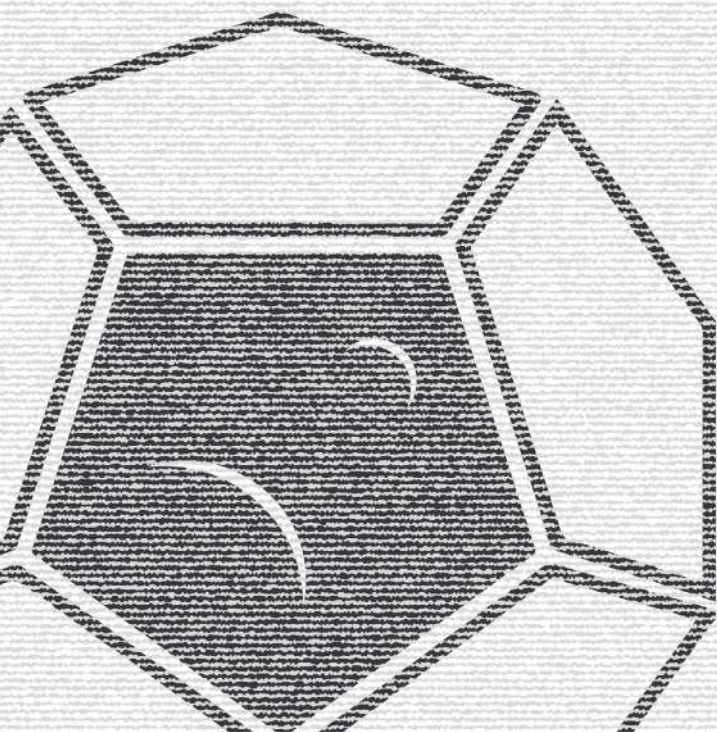


**Maximiliano Bozzoli
Luis Salvatico
David Merlo
(Eds.)**

Epistemología e Historia de la Astronomía

Volumen I



Epistemología e Historia de la Astronomía

Volumen I

Maximiliano Bozzoli

Luis Salvatico

David Merlo

(Eds.)

**Colecciones
del CIFYH**



Epistemología e historia de la Astronomía / Maximiliano Bozzoli ... [et al.]; compilación de Luis Salvatico; David C. Merlo. - 1a ed. - Córdoba : Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Filosofía y Humanidades, 2023.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-950-33-1721-1

1. Astronomía. 2. Historia. 3. Epistemología. I. Bozzoli, Maximiliano. II. Salvatico, Luis, comp. III. Merlo, David C., comp.
CDD 520.3

Publicado por

Área de Publicaciones de la Facultad de Filosofía y Humanidades - UNC

Córdoba - Argentina

1º Edición


Área de
Publicaciones

Diseño de portadas: Manuel Coll y María Bella

Diagramación: María Bella

Imagen portada: “JEHA (*Jornadas de Epistemología e Historia de la Astronomía*)” (2021), de Maximiliano Bozzoli

2023



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional.



El joven Beck y la física teórica

Víctor Rodríguez*

Resumen

El trabajo presentado está relacionado con la primera parte de la producción científica de Guido Beck, correspondiente a la década de 1920 y asociada con la relatividad general. Intentando dar un contexto ampliado, se ubican sus investigaciones en el marco de la época. Se cuenta de modo breve su relación con la historia de las ondas gravitacionales. También se intercalan breves reflexiones tardías suyas sobre posibles interpretaciones de ciertos episodios comentados.

Palabras clave: *Observatorio Astronómico de Córdoba; el joven Beck; relatividad general; soluciones exactas; Einstein.*

Abstract

This paper is related to the first part of the scientific work of Guido Beck, corresponding to the decade of 1920 and associated with the theory of general relativity. Considering that epoch, his production is related to the cultural environment of the discipline. Additionally, his role in the history of the gravitational waves is taken into account. Some of his posterior thoughts are considered, especially in relation to possible interpretations of the main episodes described in the text.

Keywords: *Astronomical Observatory of Cordoba; The young Beck; general relativity; exacts solutions; Einstein.*

Introducción

En la interesante historia del Observatorio Astronómico de Córdoba, numerosos científicos merecerían un homenaje especial, por su trayectoria y por sus condiciones humanas. Se ha elegido aquí a Guido Beck

* Facultad de Filosofía y Humanidades (FFyH) - Universidad Nacional de Córdoba (UNC).

[1903-1988] por tres razones principales: por su estatura intelectual, por la relativamente reciente aparición de su nombre en la historia de las ondas gravitacionales y de la relatividad general (RG en adelante) y en tercer lugar, porque comparto la expresión de Alberto Maiztegui de que a pocos científicos la Argentina le debe tanto.

Dado que este físico ha recibido mucha atención, nos centramos aquí en su período temprano, relacionado con la RG. Este período es digno de análisis por su capacidad productiva. Se puede apreciar en él su talento de un modo especial, sin los avatares que lo llevaron a su movimiento errático por el mundo, producto mayormente de causas ambientales externas a su voluntad.

En Brasil y Argentina le han reconocido su influencia de diversos modos. En Brasil, Passos Videira ha desarrollado un trabajo notable en torno de sus escritos y correspondencia (Passos Videira y Puig, 2020). En Argentina, su obra e influencias han sido tenidas en cuenta de diversos modos. En los comentarios de Mario Bunge; en escritos relacionados con capítulos de la historia de la ciencia argentina; en testimonios de historiadores y colegas suyos en nuestro país. Ver al respecto (López Dávalos y Badino, 2000; Bernaola, 2001; Díaz et al., 2021).

Como ya expresé, en esta ocasión, voy a prestar atención a su obra temprana vinculada con la RG. Me voy a centrar en aspectos de su producción en la década entre 1920 y 1930. Curiosamente, aunque creo que nunca abandonó su interés por este tema, luego de ese período se focalizó mayormente en otras ramas de la física, más vinculadas directa e indirectamente con los aportes de la mecánica cuántica. Considero que el período seleccionado es uno de los más ricos de su obra.

El esquema de este trabajo será:

- a. Un pequeño contexto ampliado de sus primeros años como físico relativista.
- b. Algunos detalles sobre su relación con el episodio de las ondas gravitacionales.
- c. Breves pensamientos suyos posteriores intercalados con la trama temática anterior y algunas palabras acerca de su cambio de orientación en la investigación.

La RG en la década de 1920:

Voy a comenzar con un contexto muy general en torno de la RG en la década de 1920. He tratado de reflejar una hipotética mirada de Beck sobre estos temas en esa época. Aún cuando el recorte es grande, creo que se pueden caracterizar ciertos perfiles principales de la investigación de entonces:

- cosmología
- principio de Mach
- ondas gravitacionales
- singularidades
- soluciones y estrategias aproximativas
- contexto neo-newtoniano
- protagonismo de las matemáticas

A cada uno de estos puntos, los especialistas en historia de la RG le han dedicado extensos escritos. Puede decirse que se ha avanzado bastante en la comprensión de cada uno de estas áreas de investigación. El tema de la cosmología, brevemente, tenía mucho que ver con el famoso debate entre Einstein y De Sitter, con epicentro entre 1916 y 1918. Está relacionado, entre otros puntos, con la relatividad de la inercia y con lo que se va a llamar el principio de Mach, aunque para esa época este último tema ya estaba activo y había ocupado un lugar en reflexiones previas. Ver, por ejemplo (Hofer, 1994). El tema va a influir en los escritos posteriores de Beck. Con respecto a las ondas gravitacionales, se menciona el tema porque el aporte suyo es, como veremos, original. Actualmente este sector ha recibido una buena literatura. Ver, por dar un ejemplo, (Kennefick, 2016). El aporte de Beck es consecuencia directa su tesis doctoral de 1925. Hay que recordar que ya Einstein había considerado el tema en su etapa

inmediatamente posterior a la elaboración de la RG en noviembre de 1915. Incluso en alguna carta con Schwarzschild, ya trata el tema en 1916.

Con respecto a las singularidades, aunque el tópico ha sido analizado con bastante detalle, como puede verse en (Earman y Eisenstaedt, 1999), hay una zona de interpretaciones que involucra tanto a Beck como a Einstein. Cabe señalar que la especulación siguió viva de diversas maneras. Por ello, parece adecuada la frase de Peter Bergmann: ellas llevan las semillas de su propia destrucción (Bergmann, 1980). El tema de las singularidades presenta muchas aristas interesantes. Sintéticamente, podría decirse que Einstein no se dedicó demasiado al asunto. Hay consideraciones suyas en 1918, en 1935-36 y en 1939, aunque no hay acuerdo sobre el real valor de este último trabajo. Lateralmente, conviene aclarar que no siempre se trataba sólo del espacio-tiempo; a veces se incluía también a la materia dentro de este enfoque teórico.

El tema de las soluciones es un problema estratégico que era presentado como un tema central en la década de 1920, porque había una fuerte búsqueda de soluciones exactas, pero se habían encontrado muy pocas para esa época. No quedaba totalmente en claro qué significaba tener una estrategia por vía de aproximaciones. Esto estimuló intentos de buscar soluciones lineales y aproximadas; aunque el mismo Einstein y otros, seguían motivados por encontrar soluciones exactas. Esto tiene relación, por un lado, con lo que alguien ha llamado “un contexto neo newtoniano”. No resultaba sencillo separar lo puramente einsteniano de los intentos de modificar y adaptar el trabajo de Newton. Pero también tiene que ver con el cambio en la percepción de las matemáticas dentro de esta teoría. Desde esa época hasta 1955, para muchos físicos, la RG pertenecía más al ámbito de las matemáticas que al de la física experimental. Obviamente, era casi imposible, chequear efectos sutiles por vía de cálculos aproximados. La imagen de la RG fue cambiando en la década de 1920; se la vió cada vez más como un área de las matemáticas. Esto puede haber motivado a muchos físicos, como Beck, a investigar en otros terrenos más cercanos a lo empírico. Las múltiples secuelas de la mecánica cuántica ofrecían un paisaje muy seductor en este sentido.

Influencias

Cambiando el ángulo de observación, voy a considerar brevemente algunas influencias intelectuales que tuvo Beck. Comienzo por Einstein. Un amigo de este científico, M. Besso, lo puso en contacto en una oportunidad. “[Besso] lo llevó a mi casa...Tuve una impresión personal sobrecogedora...sentí miedo de él” (Beck, 1994, p. 54). En Berna, Besso, Gönseth y Beck se reunían a compartir intereses intelectuales comunes. Gönseth tuvo incidencia en tópicos de fundamentos de las matemáticas, pero eso escapa a esta monografía. Lateralmente, Beck comenta que tuvo margen para comentar con Einstein algo sobre el efecto Compton. Pero el párrafo siguiente refleja, en mi opinión, un aspecto más importante de su influencia intelectual,

... entendí por qué... la Física Cuántica era tan diferente de la Física que yo había aprendido del trabajo de Einstein... En lo que yo había estado interesado era en la descripción física a ser asociada a cierta teoría... Más tarde encontré que era más útil comparar una teoría física con la representación de una obra en el escenario de un teatro...Creo que ésta es la gran lección dada a nosotros por la Física de Einstein. (Beck, 1994, pp. 58-59).

Esta expresión presenta aires de familia con Popper, pero también con Lessing, a quien cita en este contexto con cierto detalle. Por cierto, es bien conocida la influencia que tuvo Einstein sobre Karl Popper.

Quiero mencionar también a Herman Weyl. En esa época, Beck había estudiado profundamente una de las ediciones de “Espacio, Tiempo, Materia” y tenía un gran respeto por el autor.

Otro caso especial fue Hans Thirring. Como ha sido en buena medida eclipsado por otros episodios en la historia de la física, conviene dedicarle un párrafo. Además de dirigirle la tesis doctoral, fue un científico destacado. El mismo Einstein en una carta le expresa que [lo que Thirring había encontrado] era “el efecto más hermoso en toda la relatividad general”. Como escribiera Walter Thirring, su hijo:

mi padre se hizo la siguiente pregunta. Supongamos que estás sentado en un cilindro que rota, qué aceptas como determinante de la rotación: el cilindro cercano o las estrellas lejanas. Cuando Einstein publicó su teoría de la relatividad general, se dio cuenta que ella debería contener la respuesta a su pregunta y la calculó (Thirring, 2005).

Pero el efecto que encontró Thirring con un colega ha seguido ocupando a los científicos. He aquí dos ejemplos: “*A confirmation of the general relativistic prediction of the Lense-Thirring effect*” (Ciufolini y Pavlis, 2004). Este resultado está relacionado con el Gravity Probe B. “*Lense-Thirring frame dragging induced by a fast rotating white dwarf in a binary pulsar system*” (Krishnan et al., 2020).

Por último, un científico que merece ser citado en otro sentido es Peter Havas. Fue un importante discípulo de Guido Beck. Quizás el más destacado en el ámbito de la RG. Es clara la influencia que tuvo Beck en su formación y trayectoria posterior. Según Havas, Beck le había transmitido el amor por la física y el sentido del humor como inspiración.

La producción de Beck en RG:

Pasando a su producción estrictamente relativista, caben mencionar tres trabajos principales,

- a. “*Zur Theorie binärer Gravitationsfelder*” (Beck, 1925).
- b. “*La propagation des ondes électromagnétiques dans la theorie de la relativité général*” (Beck, 1927).
- c. “*Allgemeine relativitätstheorie*” (Beck, 1929).

Como puede observarse, los tres trabajos corresponden a la década de 1920. Luego sus intereses rotaron en otras direcciones. Pero vale comentar que aún en una época tan tardía como 1979, Beck asistió a una reunión internacional sobre RG en Argentina. Es posible que nunca haya abandonado totalmente a la RG, ni al pensamiento de Einstein.

Voy a comenzar por el tercer artículo, de 1929. Como le habían encargado a Thirring la edición general de un volumen sobre el tema, éste le pidió a Beck que escribiera un panorama del estado de la RG. Lo hizo en un largo artículo. Hans Reichenbach fue autor de otro artículo en ese volumen. Era un gran filósofo de la física en esa época. Lateralmente, quizás valga la pena un comentario menor. De acuerdo con Bunge, Reichenbach tuvo considerable influencia sobre el pensamiento filosófico de E. Gaviola, pero esto nos llevaría a otro terreno más alejado de este artículo.

Según una anécdota que se ha difundido bastante, es este artículo de Beck de 1929 el que llamó la atención de la comunidad física argentina. Ver, por ejemplo, (López Dávalos y Badino, 2000, p. 58-59).

Como se trata de una especie de revisión del tema para la época, veamos en forma esquemática sus contenidos:

-Llama la atención el rol de los principios: de relatividad, de equivalencia. La covariancia es un caso especial. Es interesante el debate Einstein-Kretschmann, el cual se extendió por décadas posteriores. Una zona conceptual no bien definida enfatizaba dos opciones principales. O la covariancia era sólo una consecuencia de las matemáticas, o tenía algún significado físico propio. Para un análisis del tema, ver (Norton, 1995).

-Las ecuaciones de campo desde el principio de Hamilton. Las ecuaciones de movimiento de un punto material, la integración de las ecuaciones de campo en el caso de campos débiles, la teoría de Newton como una primera aproximación.

Este segundo bloque temático es demasiado técnico para esta exposición, pero en todos estos puntos hay historia relacionada con investigaciones previas.

-Ordenes de magnitud. Principales soluciones exactas conocidas. Resultados experimentales. Revisión de la electrodinámica en la relatividad general. Principio de Mach.

Estos temas son tratados de una manera bastante estándar. Algún historiador ha remarcado lo de los órdenes de magnitud, por considerar que en Beck existía un interés destacado por la actividad experimental.

Sin dudas, se trató de aporte erudito y razonablemente maduro para la época. No seguiremos analizando esta revisión para compatibilizar el punto con la ponencia oral presentada oportunamente.

Al artículo de 1925, "A la teoría de los campos gravitacionales binarios" lo he traducido del alemán al castellano vía google, porque no conozco una versión en inglés o francés. Este artículo está directamente relacionado con su tesis, pero lo curioso es que no fue aceptado por W. Wien,

entonces editor de *Annalen der Physik*, por considerar que la RG no era física. Según Beck, Wien no creía que los métodos especulativos pudieran traer algún adelanto en física. Lo más importante de este artículo es que presenta la solución exacta de las ecuaciones de la RG para ondas gravitacionales cilíndricas. Lo de cilíndrico es un largo tema, pero está relacionado con la rotación y con la obra de autores anteriores, como Weyl. En la fábrica de los modelos matemáticos relacionados, por ahí se pueden evitar singularidades al recurrir a un eje en lugar de un punto, con lo cual se evitan algunas de las molestas consecuencias de la intratabilidad. Conviene aquí enfatizar la riqueza expresiva de los modelos.

La estructura del artículo presenta los siguientes tópicos:

- El campo axialmente simétrico independiente del tiempo
 - a. El caso estático
 - b. El caso dinámico
- Campos temporalmente variables
- El campo estacionario como primera aproximación
- Algunas observaciones basadas en principios.

Entre varios nombres que cita, hay dos que ocupan un lugar especial, sobre todo al comienzo: Hermann Weyl y Tulio Levi-Civita. Aunque no sea demasiado relevante para este artículo, el trabajo de Weyl mencionado, fue publicado en inglés en 2012 en la revista *General Relativity and Gravitation*.

Hay consenso sobre el artículo de 1927. Las interacciones entre electromagnetismo y RG fueron una de las fuentes motivadoras de numerosas investigaciones. Este trabajo de Beck encuadra dentro de este panorama, pero por su influencia, se lo ha considerado un aporte menor en relación con los otros dos anteriores.

Antes de pasar al episodio de Einstein sobre este punto, es de señalar que en algunas descripciones actuales sobre soluciones, ya aparece el nombre de Beck, como referente de ciertas clasificaciones. Lo que signifi-

ca, en mi opinión, que el tema está siendo reconsiderado históricamente. Ver al respecto, por ejemplo (Wikipedia, 2009).

El caso de Einstein:

Einstein encontró esta solución 12 años después: la llamada solución Einstein-Rosen, sin conocer el trabajo de Beck. Lo curioso, y muy bien documentado hoy, es que lo hizo luego de usar argumentos equivocados. Luego de vaivenes conceptuales llegó a una solución que esencialmente ya había sido dada por Beck en 1925. Cito para dar un contexto al estado de sus reflexiones en esa época, -alrededor de 1937-, una parte de una carta de Einstein a Born:

Junto con un joven colaborador, he llegado al interesante resultado de que no hay ondas gravitacionales, a pesar de que se tenían por seguras en primera aproximación. Esto demuestra que las ecuaciones del campo generales y relativistas no lineales no nos pueden decir más, o mejor dicho limitar más, de lo que hasta ahora se creía. Si siquiera no fuera tan endiabladamente difícil hallar soluciones rigurosas. (Einstein y Born, 1973).

Brevemente, porque sobre esto hay información detallada, Einstein envió un artículo al *Physical Review* en Junio de 1936. El artículo fue enviado a un referí. Volvió objetado. Einstein se enfadó y ni siquiera leyó las críticas, pero no volvió a enviar trabajos a esa revista; finalmente el artículo corregido salió en 1937 en una revista menor: *Journal of the Franklin Institute*. La segunda parte de ese artículo es la que está relacionada con lo hecho por Beck. En la parte final del abstract puede leerse “*it turns out that rigorous solutions exist and that the problema reduces to the usual cylindrical waves in Euclidean space*” (Einstein y Rosen, 1937).

Volviendo a Beck:

El trabajo de Beck de 1925 no fue reconocido por la comunidad especializada. En general, pasó desapercibido. Esto suena como algo injusto, pero quizás para atenuar un poco esta impresión, podría decirse que hay algunos otros casos con derroteros similares:

- a) El teorema de Birkhoff en relatividad, de 1923 (no confundir con el del teorema ergódico). Según Deser, este resultado ya había sido publicado dos años antes por otro físico.

b) “The Relativity Theory of Plane Waves” (Baldwin y Jeffery, 1926). Este segundo caso, conocido sólo parcialmente en la época, retrotrae a H. Weyl y a su intento de reducir el espectro de ondas de baja amplitud a tres tipos básicos: longitudinales-longitudinales, longitudinales-transversales y transversales-transversales. Luego Eddington encontraría que las dos primeras podían ser ficticias. Se podían eliminar por un cambio de coordenadas. Mientras que las terceras podían tener algún significado físico.

Estos ejemplos muestran que el caso de Beck no era un caso aislado. No todos los investigadores competentes estaban familiarizados con la producción de sus colegas.

Finalizando, creo que una reflexión tardía de Beck puede estar relacionada con algo de lo mencionado en este artículo:

La Física depende esencialmente de dos diferentes conjuntos de factores: los que permiten describir con precisión las mediciones que pueden hacerse y los que aseguran que la descripción dada responde a los requerimientos de la gente a quien va dirigida. (Beck, 1994).

Comentarios finales

Todo parece indicar que sus primeras investigaciones ya presentaban a un físico de primera magnitud. Su nivel de conocimiento de la RG era destacable y su “olfato” físico puede observarse en diferentes episodios de esa época. Sin dudas, es uno de los más destacados científicos que se radicaron temporalmente en Argentina. El Observatorio Astronómico de Córdoba se benefició notablemente al poder incorporarlo como parte de su personal por unos años y nuestro país siguió disfrutando de una fructífera interacción con él durante el resto de su vida.

Nota: el autor agradece a Antonio Passos Videira y a Jean Eisenstaedt por los valiosos y generosos aportes suministrados.

Bibliografía

Baldwin O., Jeffery G. (1926); The relativity theory of plane waves. *Proc. of the RAS of London, series A* 111, pp. 95-104.



- Beck G. (1925); "Zur Theorie binärer Gravitationsfelder". *Zeit. für Phys.* 33: 713-728.
- Beck G. (1927); "La propagation des ondes électromagnétiques dans la theorie de la relativité générale". *Arch. des Scie. Phys. et Nat.* 8: 75-77.
- Beck G. (1929); "*Allgemeine relativitätstheorie*". Allgemeine Grundlagen der Physik. Handbuch der Physik, 4.
- Beck G. (1994); Aspectos de la Física durante los últimos cincuenta años. *Revista de Enseñanza de la Física* 7(2), p. 56.
- Bergmann P. (1980), en: Wolf H. (Ed.); *Some Strangeness in the Proportion*. Addison-Wesley P. Co, p. 156.
- Bernaola O. (2001); *Enrique Gaviola y el Observatorio Astronómico de Córdoba*. Ed. Saber y Tiempo, Bs.As.
- Ciufolini A., Pavlis E. (2004); "A confirmation of the general relativistic prediction of the Lense-Thirring effect". *Nature* 431, pp. 958-60.
- Díaz L., Díaz M., Gonzalez G., Pullin J. (2021); *La música del universo*. Siglo XXI Editores Argentina, Bs.As.
- Earman J., Eisenstaedt J. (1999); Einstein and Singularities. *Stud. Hist. Phil. Mod. Phys.* 30(2).
- Einstein A., Born M. y H. (1973); *Correspondencia. (1916-1955)*. Ed. Siglo XXI, México, p. 160.
- Einstein A., Rosen N. (1937); On Gravitational Waves. *Journal of the Franklin Institute*. Vol. 223, pp. 1333-54.
- Hoefer C. (1994); Einstein's Struggle for a Machian Gravitation Theory. *Stud. Hist. Phil. Sci.*, vol 25, 3, pp. 287-335.

- Kennefick D. (2016); *Traveling at the Speed of Thought. Einstein and the Quest for Gravitational Waves*. Princeton U.P.
- Krishnan V. et al. (2020): "Lense- Thirring frame dragging induced by a fast rotating white dwarf in a binary pulsar system". *Science* 31 Jan.
- López Dávalos A., Badino N. (2000); *J.A.Balseiro: crónica de una ilusión*. Fondo de Cultura Económica, México, 3-Guido Beck.
- Norton J. (1995); Did Einstein Stumble? The debate over general covariance. *Erkenntnis* 42: pp. 223-245.
- Pasos Videira A., Puig C. (2020); *Guido Beck*. Liv. Da Física, CBPF, Brasil.
- Thirring W. (2005); Reminiscences about Hans Thirring. *Int.J. of Mod. Phys. D*. 14, 12, pp. 1971-72.
- Wikipedia (2009); *Vacuum solution (general relativity)*.