



---

TIEMPO DE MEMORIA

**Tobias Hürter**

# TIEMPO DE INCERTIDUMBRE

Los brillantes y oscuros años  
de la física (1895-1945)

---

TUSQUETS  
EDITORES

TOBIAS HÜRTER  
TIEMPO DE INCERTIDUMBRE  
Los brillantes y oscuros años de la física  
(1895-1945)

Traducción del alemán de Carles Andreu

Título original: *Das Zeitalter der Unschärfe. Die glänzenden und die dunklen Jahre der Physik. 1895-1945*

1.ª edición: octubre de 2022

© 2021 Klett-Cotta - J.G. Cotta'sche Buchhandlung Nachfolger GmbH, Stuttgart  
Publicado por acuerdo con Michael Gaeb Literary Agency

© de la traducción: Carles Andreu, 2022  
Reservados todos los derechos de esta edición para  
Tusquets Editores, S.A. – Avda. Diagonal, 662-664 – 08034 Barcelona  
[www.tusquetseditores.com](http://www.tusquetseditores.com)  
ISBN: 978-84-1107-175-8  
Depósito legal: B. 13.531-2022  
Fotocomposición: David Pablo  
Impresión: Unigraf, S.L.  
Impreso en España

Queda rigurosamente prohibida cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación total o parcial de esta obra sin el permiso escrito de los titulares de los derechos de explotación.



El papel utilizado para la impresión de este libro está calificado como papel ecológico y procede de bosques gestionados de manera sostenible.

Prólogo .....	13
Las primeras grietas. París, 1903.....	15
Una decisión a la desesperada. Berlín, 1900 .....	25
El esclavo de las patentes. Berna, 1905 .....	37
Pierre Curie termina bajo las ruedas. París, 1906 .....	45
El final de los dirigibles. Berlín, 1909 .....	47
Einstein hace hablar a las flores. Praga, 1911 .....	49
Un danés alcanza la edad madura. Cambridge, 1911 ..	51
El naufragio de la infalibilidad. Atlántico Norte, 1912 ..	61
Llega un pintor a Múnich. Múnich, 1913 .....	63
De gira con el átomo. Múnich, 1914.....	65
Bueno con la teoría, malo con las relaciones.	
Berlín, 1915 .....	73
Guerra y paz. Alemania, 1916 .....	81
Einstein se derrumba. Berlín, 1917 .....	83
Pandemia. Berlín, 1918.....	85
La Luna eclipsa al Sol. El Caribe, 1919.....	89
Un joven lee a Platón. Múnich, 1919 .....	93
Los dos grandes se encuentran. Berlín, 1920.....	97
Un hijo encuentra a su padre. Gotinga, 1922 .....	105
El superdotado, a punto de suspender el examen.	
Múnich, 1923 .....	119
Bohr y Einstein viajan en tranvía. Copenhague, 1923..	127
Un último intento. Copenhague, 1924.....	131
Un príncipe halla el sonido de los átomos.	
París, 1924.....	137

La inmensidad del mar y la pequeñez de los átomos.	
Heligoland, 1925 . . . . .	147
El genio silencioso. Cambridge, 1925. . . . .	157
El profeta y los electrones giratorios. Leiden, 1925. . . .	163
Un arrebató erótico tardío. Arosa, 1925 . . . . .	167
Ondas y partículas. Copenhague, 1926 . . . . .	173
Una visita a los semidioses. Berlín, 1926. . . . .	177
Fiesta en casa de los Planck. Berlín, 1926 . . . . .	189
La realidad abolida. Gotinga, 1926. . . . .	193
Disputa territorial. Múnich, 1926. . . . .	203
Exquisitas estatuas de mármol que caen del cielo.	
Copenhague, 1926. . . . .	213
Un juego con cuchillos afilados. Copenhague, 1926 . . .	219
El mundo se vuelve borroso. Copenhague, 1927. . . . .	227
Ensayo general. Como, 1927 . . . . .	239
El gran debate. Bruselas, 1927 . . . . .	245
Alemania prospera y Einstein cae enfermo.	
Berlín, 1930 . . . . .	267
KO en el segundo asalto. Bruselas, 1930. . . . .	271
Pauli sueña. Zúrich, 1931 . . . . .	283
El doctor Fausto, en Copenhague.	
Copenhague, 1932. . . . .	301
Unos huyen y otros se quedan. Berlín, 1933 . . . . .	307
Un final triste. Ámsterdam, 1933 . . . . .	317
El gato que no existe. Oxford, 1935 . . . . .	321
Einstein vuelve a enfocar el mundo. Princeton, 1935 . . .	329
Nieve sucia. Garmisch, 1935. . . . .	337
En el otro lado. Moscú, 1937. . . . .	343
Núcleos que estallan. Berlín, 1938. . . . .	349
La terrible noticia. Océano Atlántico, 1939 . . . . .	357
Distanciamiento. Copenhague, 1941 . . . . .	363
Hitler se queda sin la bomba. Berlín, 1942. . . . .	367
La huida. Estocolmo, 1943 . . . . .	371
Einstein va perdiendo las aristas. Princeton, 1943 . . . .	377
La violencia de la explosión. Inglaterra, 1945 . . . . .	381
Epílogo . . . . .	389

Apéndices	
Bibliografía . . . . .	393
Índice onomástico . . . . .	399
Créditos de las fotografías . . . . .	405

## Las primeras grietas París, 1903

París, una tarde de verano de junio de 1903. Un jardín del bulevar Kellermann, en el distrito 13. La luz que sale de las ventanas se proyecta sobre el césped. Se abre una puerta, se oyen voces alegres, un pequeño grupo sale al caminito de grava. En medio del grupo hay una mujer con un vestido negro: se trata de la física Marie Curie, de treinta y nueve años. Su rostro, a menudo tenso, tiene hoy un aspecto relajado y alegre. Ha organizado una fiesta para celebrar que ha obtenido el doctorado.

Marie está en un momento cumbre de su carrera. Es la primera mujer en toda Francia que obtiene un doctorado en Ciencias Naturales, con la distinción *«très honorable»*. De hecho, es la primera mujer del mundo que recibe una nominación al Premio Nobel.

Al lado de Marie, su marido, Pierre, está radiante de puro orgullo. A Marie la acompañan su hermana mayor Bronia, su director de doctorado, Gabriel Lippmann, sus colegas Jean Perrin y Paul Langevin y varios de sus alumnos. El físico neozelandés Ernest Rutherford se ha unido también a la celebración; finalmente, tres años después de la boda, ha podido hacer el viaje de luna de miel con su esposa, Mary. Rutherford y Marie Curie son rivales, ambos investigan la estructura de los átomos y se contradicen con vehemencia. Pero esta noche su disputa queda aparcada. Hoy es día de celebración.

El camino que para Marie desembocará en esta feliz velada empieza muy lejos de la metrópoli francesa, en la Varsovia de la década de 1860. Polonia acaba de quedar dividida entre tres

grandes potencias: Prusia, Rusia y Austria. Varsovia se encuentra sometida a la tiranía del zar ruso, hasta el punto de que nadie puede referirse a su patria como «Polonia» en voz alta. Y allí es donde, el 7 de noviembre de 1867, nace Maria Skłodowska, la última de los cinco hijos de un matrimonio de maestros. La familia es contraria a los ocupantes. El padre hace todo lo posible por educar a sus hijas en el pensamiento independiente. Cuando *Mania* —como llaman a Maria en casa— tiene cuatro años, su madre, tuberculosa, decide evitar cualquier contacto con sus hijos para no contagiarlos, y finalmente muere tras una larga batalla contra una enfermedad en ese momento todavía incurable.

Mania tarda más de diez años en recuperar las ganas de vivir. Al principio se refugia en el aprendizaje, se entierra en los libros y, con implacable diligencia, se convierte en la mejor alumna de su curso en el Colegio Imperial. A los quince años sufre una crisis nerviosa, consecuencia de la presión a la que se somete a sí misma. Su padre, que la ha criado solo, la envía al campo para que se recupere. Allí se las arregla para dejar los libros de lado, descubre la música y las fiestas, coquetea y baila toda la noche. Comienza a estudiar en una universidad clandestina polaca que también acepta a mujeres, y pronto supera a todos sus compañeros. Su hermana Bronia, dos años mayor que ella, se va a París a estudiar medicina, y, para respaldarla económicamente, Mania acepta un trabajo como institutriz en casa de un fabricante de remolacha azucarera, cerca de Varsovia, y se enamora del hijo de la familia, un estudiante de matemáticas de veintitrés años llamado Casimir. El padre del muchacho reacciona horrorizado ante aquel amorío. En un primer momento, Casimir planta cara tímidamente a su padre, pero tras varios años de idas y venidas termina cediendo, y Mania se queda sola y abandonada, con el corazón profundamente herido y cargada de rabia contra los hombres: «¡Si no quieren casarse con las chicas pobres, que se vayan al infierno!».

En 1891, Mania sigue los pasos de su hermana y llega a París. Entretanto, Bronia se ha casado, ni más ni menos que con un tal Casimir. Él es médico, ella es médica y ambos están





Marie Curie obtendría dos Premios Nobel: el de Física en 1903 y el de Química en 1911. Aquí se la ve en su laboratorio de París en 1917.

colmados de ideales comunistas. Visitan en su propio piso, donde atienden gratuitamente a pacientes necesitados. Para Mania —que ahora se hace llamar Marie— es demasiado ajetreo, y se muda a un ático donde, durante las frías noches de invierno, se entierra literalmente bajo toda la ropa que posee. Para ahorrar dinero evita el uso de carbón y subsiste exclusivamente a base de té, fruta, pan seco y chocolate. Pero no le importa, ¡es libre! Eso sí, en el París de principios de siglo las mujeres son cualquier cosa menos iguales; la palabra *étudiante* se emplea tanto para referirse a una mujer que estudia como a la amante de un hombre que estudia. Pero al menos las mujeres pueden estudiar sin que las molesten, actividad a la que Marie se entrega con verdadera pasión: pasa los días en aulas, laboratorios y bibliotecas, y las noches, entre sus libros, siguiéndole la pista al legendario Henri Poincaré. Un día se excede y se desploma en medio de la biblioteca. Bronia se lleva a la agotada y desnutrida Marie a su casa y la alimenta con carne y patatas hasta que esta recupera las energías. Marie regresa inmediatamente a los libros y en los exámenes finales vuelve a ser la mejor de la clase.

¿Y ahora qué? Las mujeres pueden estudiar, sí, pero muchos hombres no están dispuestos a tolerarlas a su lado como investigadoras. Marie tiene la suerte de recibir una beca para investigar las propiedades magnéticas de diferentes tipos de acero. Cuando el instrumental de laboratorio se le resiste, un conocido le recomienda a un experto en magnetismo: Pierre Curie, de treinta y cinco años y aspecto juvenil, tímido y reflexivo. Pierre le enseña a utilizar los electrómetros; al fin y al cabo, los desarrolló él mismo. Marie se desdice de su intención de no volver a enamorarse después del fiasco con Casimir. Pierre y Marie se convierten en pareja.

Pero Marie descubre que el magnetismo del acero no es su vocación; existen cosas más emocionantes que investigar. En Wurzburg, Wilhelm Conrad Röntgen acaba de descubrir los misteriosos rayos X tras irradiarse accidentalmente la mano, que sostenía frente a un tubo de electrones. El día de Año Nuevo de 1896, Röntgen envía a sus colegas imágenes de los huesos

de la mano de su esposa, con anillo de boda y todo. Nadie había visto nunca nada parecido. Las imágenes de rayos X provocan un revuelo científico y social considerable.

Ese mismo año, en París, Henri Becquerel descubre (también por accidente) un tipo de radiación que denomina *rayons uraniques*; o sea, rayos uránicos, pues los descubre gracias a las radiaciones de un fragmento de uranio que tenía guardado en un cajón junto con una placa fotográfica. Pero eso es todo lo que Becquerel logra averiguar sobre esos rayos. No es capaz de explicar cómo se producen, aunque sospecha que tienen algo que ver con la fosforescencia, y de hecho lo desea, ya que él y sus predecesores llevan generaciones investigando ese efecto. Sus rayos causan mucho menos furor que los de Röntgen, y sus borrosas imágenes palidecen junto a las radiografías, que ocupan las portadas de los periódicos y se exponen en las ferias.

Pero Marie Curie queda fascinada por el descubrimiento de Becquerel y se da cuenta de que el asunto no está en absoluto resuelto. Viendo que Becquerel, que no es precisamente un adicto al trabajo, apenas ha llevado a cabo unos pocos experimentos, Curie desarrolla un nuevo método para medir los rayos de uranio basado en los electrómetros de Pierre. No solo eso, sino que se atreve a contradecir al poderoso Becquerel. Califica los rayos de *radiactivos* en lugar de *uránicos*, pues está convencida de que no solo proceden del elemento uranio. Para demostrarlo, se propone acreditar la existencia de nuevos elementos radiactivos, meta que logra en dos ocasiones durante los años siguientes, primero con el polonio y, más tarde, con el radio.

Más aún: tal como escribe en 1898, Marie Curie considera «que la misteriosa radiación del uranio es una propiedad atómica», afirmación que supone una verdadera provocación teniendo en cuenta el estado de los conocimientos científicos en la época. Los investigadores no logran aclararse con los átomos. El problema es que tienen de demasiados tipos. Por un lado están los átomos de los químicos, los elementos fundamentales de la materia, indivisibles e inmutables, que se desprenden de sus compuestos durante las reacciones químicas para luego volver a combinarse entre sí. Luego están los recién-

temente descubiertos átomos de los físicos, que salen proyectados a través del vacío como diminutas bolas de billar y chocan entre sí para generar presión y calor en los gases. Y finalmente están también los átomos de los filósofos, que desde tiempos de Demócrito componen los cimientos imperecederos sobre los que se construye el mundo. Lo que no existe, en cambio, es ningún tipo de conexión teórica entre esos diferentes tipos de átomos, más allá de que todos se llaman *átomos*. Y de pronto llega Marie Curie y asegura que dentro de esos átomos ocurre algo.

¿Cómo es posible? ¿Cómo funciona el mecanismo que hace que los átomos irradien radiactivamente? Los experimentos muestran que, al parecer, dicho mecanismo no tiene nada que ver con los procesos químicos, la luz o la temperatura, ni con los campos eléctricos o magnéticos. Pero, entonces, ¿qué es lo que lo desencadena? Marie Curie tiene una sospecha escandalosa: nada. El proceso de radiación se origina por sí mismo, de forma espontánea. En una ponencia para el Congreso Internacional de Física celebrado con motivo de la Exposición Universal de París de 1900, escribe una frase siniestra: «La espontaneidad de la radiación es un misterio, un objeto de profundo asombro». La radiactividad aparece por sí misma, ajena a cualquier causa. Con esa observación, Curie sacude el fundamento de la física: el principio de causalidad. Se plantea incluso rechazar la ley de conservación de la energía, el principio angular de la física según el cual la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma. El hombre que arroja luz sobre el enigma de Curie es el físico neozelandés Ernest Rutherford, que desarrolla la teoría de la transformación radiactiva: cuando un átomo se vuelve radiactivo, se transforma de un elemento químico en otro. La teoría echa por tierra otro dogma de la ciencia. Una transformación de esa naturaleza se considera algo imposible, una mistificación propia de alquimistas y charlatanes. Incluso la misma Marie Curie se resiste durante mucho tiempo a la teoría de Rutherford, pero al final resulta que ambos tienen razón: Curie con la espontaneidad y Rutherford con la transformación. Es la vieja física la que tiene que ceder.

Los Curie instalan su laboratorio en un cobertizo del patio de la École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris, en pleno Barrio Latino, el barrio académico de la capital francesa. El viento silba a través de las grietas y el suelo nunca llega a secarse del todo. Anteriormente los estudiantes usaban el cobertizo para diseccionar cadáveres, pero lo abandonaron porque les resultaba demasiado incómodo. Así pues, las mesas de autopsia dan paso a instrumental de todo tipo: matraces de cristal, cables eléctricos y bombas de vacío, balanzas, prismas y baterías, quemadores de gas y crisoles. Más tarde, después de que se le permitiera visitarlo atendiendo a su «petición urgente», el químico báltico-alemán Wilhelm Ostwald describirá el rústico laboratorio de los Curie como «un cruce entre un establo y una bodega. [...] Si no hubiera visto el instrumental químico sobre la mesa de trabajo, habría pensado que se trataba de una broma». Pero es en ese entorno, que recuerda a la recámara de un alquimista, donde los Curie hacen algunos de los descubrimientos más decisivos de los albores del siglo xx. Todavía no sospechaban que en aquella choza húmeda y llena de corrientes de aire iban a colocar la primera piedra de una nueva concepción física del mundo.

En su cobertizo, los Curie se proponen producir una sustancia que, hasta hace poco, muchos de sus colegas consideraban también una quimera: radio en estado puro. Pero no pueden hacer magia, el radio tiene que venir de alguna parte. Necesitan materia prima. Durante sus largos y fastidiosos experimentos, Marie se topa con un mineral radiante llamado peblenda. Lo necesitan a toneladas, pero en París es imposible encontrarlo y, además, los Curie no tienen dinero. Pierre pregunta por toda Europa y descubre que, en las profundidades de la Selva de Bohemia, la mina de Jáchymov (de donde también proceden los metales con los que se acuñan los táleros) genera abundante peblenda entre sus escombros. Finalmente, Pierre logra convencer al director de la mina para que le regale diez toneladas. El transporte lo financia el barón Edmond James de Rothschild, heredero de la riqueza procedente de los negocios bancarios de su padre que, sin embargo, está más inte-

resado en el arte, la ciencia y los caballos que en los negocios financieros.

En la primavera de 1899, los Curie reciben una montaña de peblenda, que queda amontonada en el patio que hay frente al cuartel. Marie se lleva un puñado de aquel «polvo marrón mezclado con agujas de pino» a la cara. Ya pueden ponerse manos a la obra.

Se trata de una tarea agotadora: Marie arrastra pesados cubos, trasvasa líquidos y remueve el contenido de crisoles burbujeantes con la ayuda de varillas de hierro. Hay que lavar la peblenda con ácido, sales alcalinas y cientos de hectolitros de agua. Para la extracción, los Curie desarrollan una técnica a la que dan el nombre de *fraccionamiento*, consistente en hervir repetidamente el material y dejarlo enfriar hasta que cristaliza. Los elementos ligeros cristalizan más rápido que los pesados, por lo que el proceso permite a los Curie enriquecer gradualmente el radio. Se trata de una operación que requiere mediciones precisas y grandes dosis de paciencia, pero, a pesar del agotador trabajo, ambos son felices. En sus paseos nocturnos, cuando regresan a casa desde el laboratorio, fantasean con el aspecto que tendrá el radio puro. Su mezcla de radio es cada vez más pura, y el brillo que por las noches se expande por el laboratorio procedente de los matraces de vidrio es cada vez más intenso. En el verano de 1902 alcanzan por fin su objetivo y sostienen en las manos unos decigramos de radio en estado puro. Marie determina el peso atómico del elemento y le asigna el número 88 en el sistema periódico.

Pero no todo el mundo es feliz. Irène, la hija de los Curie, nacida dos años antes de que estos instalaran su laboratorio en el cobertizo, apenas puede ver a sus padres, que cada día regresan a casa agotados. El abuelo Eugène cuida de Irène, que muestra todos los síntomas de una hija con ansiedad de apego. Cuando mamá Marie sale de la habitación, la niña se aferra a sus faldas, llorando. Un día le pregunta a su abuelo por qué mamá pasa tan poco tiempo con ella. El abuelo la coge de la mano y la lleva al barracón del laboratorio, donde Irène queda horrorizada por «aquel tristísimo lugar». Otra hija que echa de



menos a su madre. Tres décadas más tarde, Irène Joliot-Curie recibirá el Premio Nobel (la segunda mujer después de su madre) por sus investigaciones sobre la radiactividad. Y la hija de esta, Hélène, también se convertirá en física nuclear.

Pero esta tarde de junio, en el bulevar Kellermann, Marie Curie todavía no sospecha nada acerca del infortunio que se cierne sobre su familia. Ha mandado hacer un vestido nuevo especialmente para la fiesta, de tela negra para que no se vean tanto las manchas del laboratorio. Ni la curva cada vez más pronunciada de su vientre. Marie está embarazada de tres meses. Unas semanas más tarde sale de excursión en bicicleta con Pierre. A los Curie les encanta viajar por el país sobre ruedas y, de hecho, también se fueron de luna de miel en bicicleta. Pero Marie está ya embarazada de cinco meses. Su cuerpo no soporta las sacudidas por los caminos de grava llenos de baches y sufre un aborto espontáneo. Para huir de la pena, Marie se refugia en su trabajo, al que se entrega con denuedo hasta que vuelve a desplomarse de agotamiento. Así pues, no puede viajar a Estocolmo para recoger el Premio Nobel que les han concedido a ella, Pierre y Henri Becquerel por el descubrimiento de la radiactividad. El escenario de Estocolmo pertenece por completo al vanidoso Becquerel, que recoge el galardón ataviado con una falda de brocado verde bordada en oro, el pecho cubierto de medallas y un sable en el costado.

Pero durante esa noche de verano, en la fiesta de celebración de su doctorado, Marie sale al jardín del brazo de Pierre, y los invitados levantan sus copas y brindan por ellos. La pareja se aleja de los focos, hasta quedar a solas un momento. Bajo las estrellas, Pierre mete la mano en el bolsillo de su chaleco y saca un frasco de cristal con bromuro de radio. El resplandor ilumina sus rostros, dichosos y arrebolados por el alcohol, y también la piel de los dedos de Pierre, quemada y cubierta de grietas, un presagio de la enfermedad por radiación que un día se cobrará la vida de Marie, además de un primer indicio de la potencia del conocimiento que persiguen.