

# SIMETRÍA Y LEYES DE CONSERVACIÓN. EL LEGADO DE EMMY NOETHER

**DOMÍNGUEZ CARRASCOSO, MARÍA LOURDES**

Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea.

---

**Palabras clave:** Simetría; Mujeres científicas.

En el presente trabajo voy a tratar dos aspectos relacionados con la ciencia y el género. Uno de ellos es una propuesta relativa a la enseñanza de la física; el otro, un recordatorio de la autora a la que debemos la posibilidad de la propuesta que apuntala sus cimientos en la presentación de la física como disciplina unificada o que persigue desesperadamente la unificación. “La mecánica newtoniana unifica la física terrestre y la celestial. La mecánica estadística absorbe la termodinámica en el modelo newtoniano. El electromagnetismo de Maxwell presenta una explicación de los fenómenos eléctricos, magnéticos y ópticos en términos de un campo electromagnético. La electrodinámica cuántica unifica la relatividad especial, la mecánica cuántica y la teoría de campo electromagnético. La teoría electrodébil muestra que la electricidad, el magnetismo y la interacción nuclear débil son manifestaciones de una única interacción electrodébil. Conforme la historia progresa, los modelos creados por físicos se han vuelto más potentes y generales. En el presente, las dos teorías cuánticas de campo relativista (la teoría electrodébil y la cromodinámica cuántica) y la teoría general de la relatividad cubren esencialmente todos los fenómenos” (Moore, 1998).

Al realizar un diagrama conceptual de la estructura de la física colocaremos en primer lugar el bloque donde estarían las ideas y modelos que representan las aproximaciones simplificadas a los modelos que aparecen debajo. Desde este bloque filtrarían las ideas más envolventes, más simples y probablemente más bellas que se dejarían caer sobre el resto. En este bloque primero, matriz, colocaremos las simetrías en la naturaleza de las interacciones físicas que nos llevan a las leyes de conservación.

A pesar de que esta relación entre simetrías y leyes de conservación data (y luego hablaremos de su gestación) de los años en que Einstein trabajaba en la teoría general de la relatividad, es relativamente reciente su impacto y su inclusión en los libros de texto. La simetría en física asume ideas tan simples como que “las leyes de la física deben ser las mismas ahora y en cualquier tiempo pasado o futuro”, ideas que tienen consecuencias muy importantes. Cada simetría implica una ley de conservación. En este caso, las ecuaciones son invariantes o simétricas con respecto al cambio en la variable tiempo; la magnitud que se conserva es la masa-energía. Si las ecuaciones son invariantes bajo cambios de la variable posición, se conserva el momento lineal. Si las ecuaciones quedan invariantes bajo la rotación de un sistema, se conserva el momento angular.

Las teorías fundamentales actuales proponen nuevas simetrías, no tan obvias, como la paridad, pero todas ellas conllevan un principio de conservación.

El teorema que relaciona la simetría y la consecuente ley de conservación se llama teorema de Noether.

Noether es el apellido de una mujer, Emmy Noether, matemática reconocida en círculos de matemáticos y apenas nombrada entre los físicos. Es más, se cita el teorema de Noether sin saber “quien es ese tal Noether”. Cuando se le menciona.

La propuesta consiste en presentar la materia de física desde las simetrías y las leyes de conservación y acabar la asignatura relacionando las leyes de conservación y las simetrías.

Mi segunda propuesta consiste en mencionar a la autora y realizar un trabajo de aula sobre su vida. Arroja luz sobre el hacer del científico y, sobre todo, de la científica. Nuestras alumnas necesitan referencias que interaccionen contra la desaceleración de su autoestima.

## **BREVE REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

La versión del texto titulado “Física” de M. Alonso y E. J. Finn (1995) presenta la nota 14.1 en su página 311 que titula “Invariancia, simetría y leyes de conservación” en la que correlaciona los principios de conservación del momentum, momentum angular y energía con las simetrías de traslación, de rotación y temporal. Como es un libro muy empleado en los primeros cursos universitarios, esta sencilla nota ha descubierto a un puñado de profesores y estudiantes las leyes de simetría.

En ningún momento aparece el nombre (ni el apellido) de Noether.

Richard P. Feynman dedica un capítulo entero al tema que titula “Simetría y Leyes de Conservación” (1971). Tampoco aparece el apellido Noether.

Ni qué decir tiene que en la “Enciclopedia biográfica de ciencia y tecnología” de Isaac Asimov (1987) no aparece.

Sin embargo, en los textos más actuales de física se incluyen las leyes de simetría (Moore, 1998) y se menciona a la autora. Es posible que el ninguneo de Emmy Noether más que un olvido intencionado sea producto de la ignorancia. Como dato curioso y que abunda en esta posibilidad, Gerald Holton en sus primeras versiones de su obra “Introducción a los conceptos y teorías de las ciencias físicas” (1989) no menciona las simetrías en el capítulo de las leyes de conservación. En la versión corregida del año 2002, en el capítulo 17 incluye un apartado (17.11 Conservation Laws and Symmetries) en el que repasa la vida de la autora apostillado, sorprendentemente: “La carrera de Noether, como la de muchas otras mujeres en ciencia y profesionales, sufrió la discriminación que prevaleció en todo el mundo hasta muy recientemente”.

## **ENTORNO PROFESIONAL DE EMMY NOETHER**

El 16 de julio de 1918, en Gotinga (Königliche Gesellschaft der Wissenschaften) fue presentado el artículo de Emmy Noether “Invarianten Variationsprobleme”. No fue la propia autora quien lo mostró en público, sino Felix Klein, posiblemente porque ella no era miembro de la Gesellschaft. En este trabajo se probaban dos teoremas que revelan la conexión entre las simetrías y las leyes de conservación en física.

Estos teoremas, curiosamente, son una deriva de la línea de investigación matemática principal de Emmy que era el álgebra abstracta moderna. ¿Cómo fueron las circunstancias que le lanzaron a desviarse tan productivamente?. En aquella época Felix Klein y David Hilbert, entre otros y en Gotinga (era el centro de la matemática en el mundo) estaban muy interesados en la teoría general de la relatividad, en la que se resistía el problema de la conservación de la energía. Hilbert solicitó la ayuda de Noether que cristalizó en su famoso artículo de los invariantes. Hilbert actuó de varón legitimador cuando en 1924 acreditó la autoría imprescindible de la matemática Noether.

No era la primera vez que el famoso autor de los espacios n-dimensionales jugaba este papel. En efecto, el año 1919 Noether consiguió con su trabajo de los invariantes más doce artículos previamente publicados y dos inéditos relacionados con el álgebra moderna la habilitación en Gotinga, en un ambiente de posguerra algo más abierto que el precedente. La habilitación se la habían negado en los años del conflicto arguyendo el ejemplo nefasto que sería para los soldados volver del frente y encontrarse con una mujer en posesión de un reconocimiento tan poderoso. Hilbert, que apadrinaba a Emmy, tuvo una respuesta que ha adquirido ya un gran valor simbólico: “No creo que el sexo del candidato sea un argumento contra la admisión como Privatdocent. Después de todo, estamos en la universidad, no en un establecimiento de baños”. La vida profesional de Emmy Noether estuvo teñida de una grandeza reconocida por los matemáticos más eminentes del momento mezclada con la miseria que instila la misoginia y el racismo. No sólo trabajó con los más grandes, como Gordan que le dirigió su tesis doctoral, o Hilbert, que solicitó su saber para colaborar con Einstein, sino que ella formaba parte de los grandes. Textos como “Modern Álgebra”, de van der Waerden (1930) consiste mayoritariamente en las clases de Noether. Era lo suficientemente influyente como para recomendar candidaturas a la beca Rockefeller, como hizo con van der Waerden. Colaboró con Brauer en el álgebra no-conmutativa. Fue premio Alfred Ackermann-Teubner en 1932.

Sin embargo, era una mujer. Por lo tanto, sin salario durante toda su dedicación docente e investigadora en Erlangen en compañía de su padre. La habilitación le permitió un estipendio pero no el reconocimiento de lo que ahora llamaríamos “plaza en propiedad”. Expulsada de Alemania por judía, fue acogida en Estados Unidos, pero tampoco allí fue contratada en Princeton. Con el olimpo en el que se había convertido Princeton mantenía contactos esporádicos, pero su relación contractual fue en un college femenino el Bryn Mawr donde vivió de forma reposada y amable hasta que murió repentinamente. Testimonios directos de personas que la conocieron, como alumnas que todavía viven, dicen que ella siempre se mostró satisfecha de su cercanía a Princeton. Creo que este último dato es sumamente revelador.

## REFERENCIAS

- ASIMOV, I. (1987) *Enciclopedia biográfica de ciencia y tecnología*. Madrid: Alianza Editorial.
- FEYNMAN, R.P. (1971) *The Feynman Lectures on Physics*, Caracas: Fondo Educativo Interamericano.
- HOLTON, G. (1989) *Introducción a los conceptos y teorías de las ciencias físicas*. Barcelona: Ed. Reverté
- HOLTON G. y BRUSH, S.G. (2001) *Physics, The Human Adventure*, London: Rutgers University Press.
- MOORE, T.M. (1998) *Six Ideas That Shaped PHYSICS. Unit C: Conservation Laws Constrains Interactions*, New York: McGraw-Hill.