

## Una breve descripción del trabajo de un físico teórico

Mariano López de Haro  
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos  
Distinción Universidad Nacional para Jóvenes Académicos  
Premio de Investigación de la Academia de la Investigación Científica  
Presea Tlacaélel  
Medalla "Marcos Moshinsky"  
Premio de Investigación de la Sociedad Mexicana de Física  
Investigador del Centro de Investigación en Energía, UNAM  
Temixco, Morelos

En más de una ocasión, al asistir a alguna reunión de tipo social, me he visto confrontado con la siguiente pregunta: "Y usted, ¿a qué se dedica?" Cuando respondo que soy un físico teórico, las reacciones son de lo más diverso y en general me dan a entender que, salvo los que de alguna u otra manera trabajan en ramas de la ciencia o la tecnología y tienen una cierta idea de lo que hacemos, para los demás nuestra labor resulta bastante esotérica y prácticamente ajena a los intereses mayoritarios. En un plano anecdótico y porque en su ingenuidad muestra una faceta de la percepción que la sociedad puede tener de nosotros, quiero referirme a la respuesta que hace algún tiempo hizo la hija (entonces con ocho años) de quien fue mi supervisor de tesis doctoral respecto al trabajo de su padre. La niña simplemente dijo que él se la pasaba todo el día sentado en su escritorio haciendo pequeñas sumas con su calculadora electrónica. Pero, ¿cómo trabaja en realidad un físico teórico? Algunas otras percepciones pueden quedar esquematizadas en los siguientes dos casos [el primero semi-inventado y el segundo traducido del que aparece en el libro *A random walk in science. An anthology compiled by R. L. Weber, E. Mendoza, ed. (Institute of Physics, Londres, 1973)*]: Pongamos, por ejemplo, que a un físico teórico se le pide investigar cómo incrementar la producción lechera de una vaca. En primera aproximación, su respuesta sería: "Supongamos que la vaca es esférica..." "Cuando se le pide a un físico teórico que calcule, digamos, la estabilidad de una mesa ordinaria de cuatro patas, muy rápidamente es capaz de llegar a resultados preliminares que corresponden a una mesa de una pata o a una mesa con un número infinito de patas. Pasará el resto de



JUAN L. GARCÍA ROJAS

su vida tratando infructuosamente de resolver el problema ordinario de una mesa con un número finito arbitrario (diferente de uno) de patas" Ciertamente, las exposiciones anteriores son sólo una caricatura (y no muy favorable) de lo que realmente hacemos. Con estos antecedentes y aprovechando el foro que nos brinda La Unión de Morelos, en esta entrega me propongo proporcionar una visión que espero contribuya a una mejor comprensión de nuestras actividades. Comencemos con la palabra teoría, aclarando que, aunque tal vez con matices, lo que sigue no solamente se aplica a la Física. Las teorías se desarrollan como respuestas a preguntas del tipo ¿por qué? o ¿cómo? Siendo en principio la Física una ciencia experimental, el origen de cualquier teoría lo podemos situar en la observación, dentro de un fenómeno o de alguna secuencia de fenómenos similares, de cierta regularidad en torno al comportamiento de dos o más atributos (variables) del sistema bajo estudio. Entonces uno se pregunta por qué esto es así. Una teoría intenta explicar los hechos y consiste básicamente en:

- Σ Un conjunto de definiciones que claramente describen las variables que se van a utilizar y un conjunto

- de supuestos que delimitan las condiciones bajo las cuales se va a aplicar la teoría, con lo que se determina el sistema físico a estudiar
- Σ Una o más hipótesis sobre el comportamiento de estas variables
- Σ Predicciones que se deducen de los supuestos de la teoría, y que se pueden contrastar con datos efectivos obtenidos de observaciones o experimentos.

Una de las principales consecuencias de las teorías es que nos sirven para predecir hechos que todavía no han sucedido. De esta forma podemos comprobar si una teoría es correcta o no, haciendo nuevos experimentos y observaciones cuyos resultados pueden no sólo demostrar que la teoría es válida, sino también sugerir dónde se equivoca, y en su caso proporcionar elementos para corregir la teoría original o para desarrollar una nueva teoría totalmente distinta. Cabe aquí preguntarse acerca de cuáles son los criterios necesarios para convencer a alguien de que una teoría dada es correcta. De hecho, puede haber más de una explicación científica sobre una cuestión. Supongamos que en un período de la historia se haya aceptado una teoría sobre la naturaleza que proporciona una explicación adecuada de la ma-

yor parte de la fenomenología conocida pero que tiene algunos defectos en ciertas situaciones. En estas condiciones debe proponerse una nueva teoría, en cierto modo para subsanar estos defectos, pero teniendo en cuenta ciertas recomendaciones.

A veces la nueva teoría puede ser una generalización de otra u otras y en este caso es un requisito indispensable que debe conducir a los mismos resultados obtenidos con las teorías aceptadas previamente en todos los casos que se ha probado que las teorías anteriores son útiles. Además, la nueva teoría debe explicar hechos que no hayan sido abarcados por teorías previamente aceptadas o que hayan sido predichos de forma incorrecta. Adicionalmente, deben poderse obtener consecuencias de la nueva teoría que difieran de las demás teorías similares, y estas consecuencias deben prestarse a comprobación experimental inequívoca. Finalmente y en aras de la estética, una nueva teoría debe en la medida de lo posible inclinarse por un enunciado universal de sus principios que sea breve y de gran contenido.

En el contexto del trabajo teórico y nuevamente no restringido sólo al ámbito de la Física, hay otra pregunta importante que ha sido motivo de reflexión para los filósofos de la ciencia. La cuestión es cómo discriminar entre una hipótesis o resultado científicos y otros que fuesen más bien una especulación filosófica o metafísica o pseudociencia. La solución racional la aportó Karl Popper (1902-1997) para quien un enunciado será científico en la medida en que más se arriesgue o se exponga a una confrontación que evidencie su falsedad. De acuerdo con esta visión, que yo comparto, se puede decir que la ciencia es simplemente un asunto de tener ideas y ponerlas a prueba, una y otra vez, intentando siempre demostrar que las ideas están equivocadas, para así aprender de nuestros errores.

Ya he mencionado que la Física es una ciencia experimental. Debe enfatizarse ahora que la elección no es entre teoría y observaciones, sino entre mejores o peores teorías para explicar las observaciones; los hechos son intocables. De hecho ambos aspectos son complementarios y para un físico teórico los experimentos actúan como elementos cruciales que permiten decidir entre las varias posibles interpretaciones teóricas. Veamos ahora de manera esquemática cómo se ubica el tra-

bajo de un físico teórico dentro del planteamiento que usualmente se emplea en la enseñanza secundaria para describir el llamado método científico, que en la práctica puede resultar bastante más complicado de lo que aquí presentamos. En esta descripción se recurre a la siguiente secuencia: 1. Plantear un problema; 2. Observar algo; 3. Buscar una teoría que lo explique; 4. Hacer predicciones usando esa teoría; 5. Comprobar esas predicciones haciendo experimentos u observaciones; y 6. Si los resultados están de acuerdo con la teoría, volver al paso cuatro, si no, volver al tercero.

El trabajo puramente teórico puede contribuir tanto al planteamiento del problema como al desarrollo de la teoría correspondiente. Más aún, como actualmente hay "experimentos" que se pueden hacer en una computadora, en estos casos el físico teórico interviene en todas las etapas anteriores. Antiguamente las herramientas de trabajo que un físico teórico utilizaba se restringían a libros y artículos científicos y a desarrollos matemáticos realizados con lápiz (o pluma) y papel. En la actualidad, a estos elementos se han añadido las computadoras y las bases de datos electrónicas, con lo que el trabajo manual se ha visto grandemente simplificado. En cuanto a las teorías resultantes, los canales usuales de comunicación son la publicación de artículos en revistas, la escritura de libros, la presentación en congresos especializados y las pláticas y conferencias de divulgación.

Para finalizar quiero señalar un aspecto que todavía no he tocado y que se refiere al reto intelectual de poder comprender cómo y por qué ocurren los fenómenos naturales y al goce interior que se obtiene cuando uno lo ha logrado o cree haberlo logrado. Podría hacer comparaciones con otras sensaciones placenteras pero dejo al lector la invitación a descubrirlo por sí mismo.

