

# EL ERROR: DISPARADOR EVOLUTIVO

Alumno: **OLIVERA, Victoria**

Escuela: Colegio Santa Catalina, San Miguel de Tucumán, Tucumán

Profesor Guía: MOLINA, María Laura

*<<Aparece antes la verdad del error que la de la confusión>>.*

*Francis Bacon (Novum Organum, Liber Secundus, XX)*

## Introducción

A partir del momento en que nacemos, la palabra “error” aparece en nuestras vidas como un concepto cotidiano. Etimológicamente, la palabra proviene del latín *error*, y éste del verbo *errare*, fallar, no dar en el blanco, equivocarse. Esta noción se introduce en el vocabulario de las personas como sinónimo de pérdida, fracaso. Por este motivo, luchamos siempre para evitar ese enemigo, intentamos sortearlo desde nuestras habilidades y conocimientos y sin embargo, ¿existió alguna vez alguien que jamás haya cometido un error? Aceptar el error como cualidad irrevocable del ser humano es el primer paso para comprender que no es posible vencerlo, por lo que una lucha contra este contrincante sólo consiste en un proceso improductivo. Desde las equivocaciones más comunes como un error ortográfico u olvidar las llaves dentro de casa y cerrar la puerta, hasta los errores más significativos que han dejado su huella en la historia de la humanidad, todos se corresponden dentro de la condición de la imperfección humana.

El fallo de un experimento, la refutación de una teoría aceptada durante años, o un error causado por la mala interpretación de los factores analizados, cumplen roles fundamentales en el avance de la búsqueda del conocimiento. Sin la aparición y comprobación de la existencia de una falla, no se habría despertado la necesidad de superar el obstáculo, y allí reside su lado positivo: el error debe ser provocador de evolución y progreso.

Partiendo de esta base, a lo largo de mi ensayo reflexionaré sobre la importancia que ha tenido la valoración de los errores a lo largo de la evolución de los conocimientos sobre la teoría cuántica, y lo que su desarrollo ha permitido impactando en todos los aspectos de la vida de las personas.

## Desarrollo

El desarrollo de la ciencia se ha llevado a cabo durante miles de años, constituyéndose como un campo activo, variable y fundamental para el proceso evolutivo de la vida del ser humano en el planeta Tierra (y también fuera de él). Al estudiar teóricamente que el método científico consiste en una serie de pasos que por tener su base en la observación y medición empíricas nos conducirán como una receta hacia un plato bien cocinado, el alumno se forma considerando el error como un caso excepcional de fracaso en la ciencia. Habitualmente las ciencias se enseñan a partir de los éxitos científicos, las teorías aceptadas y justificadas. Ésta característica de la pedagogía dificulta la identificación de los alumnos con los procesos de investigación, e indefectiblemente se asocia al error con la incapacidad de “realizar ciencia”. En cambio, si se entendiera la dinámica de ensayo-error en la que las disciplinas científicas quedan enmarcadas, sería más productivo para un alumno juzgar la práctica científica como sujeta a posibles equivocaciones, que contempla éxitos y fracasos, más cercana, posible y humana.

La necesidad de explicar la naturaleza y el comportamiento de las cosas se manifiesta como un menester inquietante en la mente de los hombres. Hoy en día, la física basada en la mecánica

newtoniana y las leyes del electromagnetismo de Maxwell pueden explicar el comportamiento de los cuerpos macroscópicos, sin embargo, todo intento de comprensión de la materia tiene su explicación fundamental en los procesos de nivel tanto atómico como subatómico, estudio de los cuales se encarga el campo de la teoría cuántica. La mecánica cuántica aparece entonces cuando la física clásica fracasa al intentar explicar fenómenos demasiado pequeños, fuera de su alcance y que además, ignoran el sentido de la intuición humana por el cual se rige la física clásica. Por ésta razón, la temática llamó mi atención y elegí desarrollarla a lo largo de este ensayo. Los modelos atómicos que se postularon a través de la historia se iniciaron hacia el siglo V a.C. con una hipótesis totalmente descabellada del filósofo griego Demócrito, donde consideraba que toda la materia se forma por partículas indivisibles a las que llamó *átomos*. Sin embargo, a partir de una idea imposible de comprobar para su época –no existía la tecnología para ello- y que había surgido sólo del uso de la razón, los estudios de la materia continuaron su curso para permitirnos hoy conocer el universo donde vivimos.

A comienzos del siglo XX, la revolución del estudio de la radiación permitió la recopilación de un gran número de datos sobre la emisión luminosa de los átomos excitados por descarga eléctrica, así quedaron renegadas todas las teorías que admitían al átomo como una partícula indivisible (Demócrito y los postulados de John Dalton). Hacia 1885 Johann Balmer, un maestro de escuela suizo, pudo representar por medio de una expresión matemática las longitudes de onda de las líneas del espectro visible del hidrógeno y Johannes R. Rydberg y Walter Ritz lograron formular la expresión general para otros elementos.

A partir de estos primeros avances, se realizaron muchos intentos de construir un modelo de átomo compatible con las fórmulas de espectros de radiación. El modelo más popular, el de J.J. Thomson, identificó a los *electrones* distribuidos dentro de algún tipo de fluido de carga positiva, y con la mayor parte de la masa de un átomo de carga neutra. Sin embargo, el mayor error de Thomson fue admitir a los electrones como partículas estáticas, y fue incapaz de proponer un modelo que explicara las frecuencias observadas en los espectros de cualquier átomo.

El modelo de Thomson fue descalificado por una serie de experimentos realizados por H. Geiger y E. Marsden bajo la supervisión de Rutherford en 1911, en los cuales un haz de partículas alfa, emitidas por un elemento radiactivo, era dispersado por los átomos de una lámina de oro. Con este experimento propuso que la carga positiva debiera estar concentrada en un conglomerado central denso, y la mayor parte del átomo debía ser espacio vacío. Este modelo fue la primera aproximación más cercana al modelo actual. Sin embargo, Rutherford dejaba sin explicación la relación de las masas atómicas entre los distintos elementos.

En 1912, Niels Bohr que trabajaba con Rutherford, propuso un modelo del átomo que extendió el trabajo de Planck (concepto de "cuanto de energía"), Einstein (teoría de la dualidad onda-partícula) y Rutherford y predijo con éxito los espectros observados. En este nuevo modelo, el electrón del átomo de hidrógeno se mueve bajo la influencia de la fuerza de atracción de Coulomb hacia el núcleo positivo en órbitas circulares, como ocurre en el movimiento de los planetas alrededor del Sol. Bohr postuló que sólo existen ciertas órbitas, llamadas estados estacionarios, donde el electrón no irradia energía. La energía se emite sólo cuando el electrón transita de una órbita a otra. El modelo de Bohr aplicó perfectamente al átomo de hidrógeno, aunque no se adaptó a los demás elementos. Fue Sommerfeld quien modificó el modelo de Bohr, al deducir que en cada nivel energético existían subniveles.

La teoría mecánico-cuántica resuelve todas estas dificultades. Los estados estacionarios del modelo de Bohr corresponden a las soluciones de la onda estacionaria de la ecuación de Schrödinger. En esta teoría el electrón se describe por su función de onda, y se añade el útil concepto de orbital.

Mediante esta breve descripción de la evolución de los modelos atómicos, pretendo ilustrar sobre lo anteriormente introducido: *el error*, cuyo rol permite al ser humano ampliar sus conocimientos. Todos los nombres mencionados corresponden a científicos, reconocidos o no,

hombres (y también mujeres) que contribuyeron a lo que hoy constituye la mecánica cuántica. Viéndolo en retrospectiva, gran parte de las teorías, postulados o modelos planteados no pretendían exponer una verdad acabada en sí misma, si no que abrían el campo de estudio para proyectarlo hacia posibles y esperadas evoluciones.

En paralelo, como con todas las áreas de las ciencias, las repercusiones de la mecánica cuántica exigen en las sociedades modernas cierto grado de desarrollo moral y ético, que permita a los humanos resolver los dilemas que pueden plantearse en el camino del conocimiento (como en el caso de la creación de la bomba atómica, a partir de los saberes aportados por la mecánica cuántica). Es decir, para que un descubrimiento sea bien asimilado por una sociedad, y más a nivel global actual, entran en juego nuevas disciplinas, valores y concepciones humanas fundamentales para evitar potenciales desastres.

En pocas palabras, la construcción de una teoría aceptable debe ser inevitablemente una consecuencia del trabajo de muchas personas y por consiguiente, de cuantiosas equivocaciones. En muchas ocasiones, el error se alía con el azar en numerosos descubrimientos científicos, y dispara la creatividad, valiéndonos como estrategia de ideación. El valor de la existencia del error, radica en que con su aceptación, se admite directamente la existencia de una verdad.

## **Conclusiones**

Lo que conocemos hoy como las ciencias físicas y químicas, son el fruto de un largo camino, irregular y a veces ilógico, que aún no ha culminado. Los descubrimientos y verdades aceptadas en la actualidad son el producto de contribuciones de múltiples investigadores a lo largo de la historia.

La aplicación del conocimiento surgido de la mecánica cuántica ha tenido consecuencias inimaginables en nuestra vida cotidiana tales como teléfonos, relojes, aviones, sensores y computadoras, rayos X, resonancia magnética, entre otros. Sus efectos han alcanzado repercusiones desde culturales y filosóficas, hasta en el campo científico y tecnológico. Esta rama de las ciencias naturales introdujo un nuevo modo de percibir el universo, la presencia y existencia de la materia. Sin pensarlo, los científicos dejaron planteado un problema existencial sobre el ser y el estado de las cosas. Amplió nuestra visión intelectual de la realidad rompiendo los esquemas de la intuición básica, mediante experimentos comprobables.

Debido a su alcance trascendental, es indispensable para el desarrollo de la ciencia contemplarla dentro de un contexto global, en constante interacción con otras disciplinas científicas y filosóficas y atendiendo su repercusión en la vida de los seres humanos, en la actualidad y en proyección futurista.

## **Bibliografía consultada**

- *Química*; Raymond Chang – Williams College; Editorial McGraw-Hill; Séptima edición: 2002.
- *Física Cuántica: Átomos, moléculas, sólidos, núcleos y partículas*; Robert Eisberg – Robert Resnick; LIMUSA Noriega Editores, 2000.
- *Introducción a los conceptos y teorías de las ciencias físicas*; Gerald Holton; Editorial Reverté s.a. ; Segunda edición, 1993.
- *Introducción a la Física Cuántica*; A. P. French – Edwin F. Taylor; Editorial Reverté s.a.; 1982.
- *Física para la Ciencia y la tecnología*; Paul A. Tipler – Gene Mosca; Editorial Reverté s.a; 2005.
- *Conjeturas y refutaciones. El desarrollo del conocimiento científico*; Karl R. Popper; Editorial Paidós; edición 1983.

- *Aprender de los errores: El tratamiento didáctico de los errores como estrategias innovadoras*; Saturnino de la Torre; Editorial Magisterio del Río de La Plata, Buenos Aires; Primera Edición: 2004.
- *Error y Conocimiento: Un modelo filosófico para la didáctica de la ciencia*; Vallverdú, Jordi - Izquierdo, Mercè; Departamento de Filosofía, Universidad Autónoma de Barcelona; Abril de 2009.
- *Verdad, error y aprendizaje: problemática filosófico-rosminiana en torno a la verdad, el error y a su posible función educativa*; W. R. Daros; Universidad del Centro Educativo Latinoamericano (UCEL), Rosario; Segunda edición, 1994.
- *Usos y Abusos de la mecánica cuántica*; Alberto C. De la Torre; Pensar: Revista iberoamericana para la ciencia y la razón. (en línea)

<http://www.pensar.org/2005-04-contracorriente.html>