

LOS ERRORES EN EL AVANCE DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

Alumno: **GUTIÉRREZ RAMOS, Juan Inti de la Cruz**

Escuela: Escuela de Educación Técnica N°1 Gral. Savio, Palpalá, Jujuy

Profesor Guía: ENCINAS, Lucio

INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la ciencia y la tecnología se han producido una incontable cantidad de errores a lo largo de la historia. Muchas teorías luego de ser publicadas por los investigadores y aceptadas por gran parte de la comunidad científica luego han sido refutadas por otros científicos. Muchas veces, pequeños errores de cálculo, errores en mediciones o teorías desacertadas han producido desastres como, por ejemplo. La colisión del satélite Mars Climate Orbiter¹. Repetidos errores hacen dar vueltas y vueltas a los investigadores alrededor del mismo problema, al parecer, sin conseguir avances. Tanto en Hiroshima como en Nagasaki los avances científicos y tecnológicos fueron mal empleados cometiendo el grave error de atentar contra la vida del ser humano ¿Acaso no es posible evitar los errores y evitarnos tales sinsabores? ¿Sino, al menos podemos evitar los errores más graves? ¿Cuál es el rol del error en el camino del descubrimiento? De los errores se aprende, ¿y en la ciencia también se aprende de los errores? ¿Si es así, significa que no debe existir preocupación por no cometer errores? ¿La humanidad está preparada para ciertos avances tecnológicos que pueden ponerla en riesgo y perjudicarla gravemente? Responderé estas interrogantes en la conclusión luego del análisis a continuación.

DESARROLLO

a) Aprender de los errores

Entre los años 1200 a. C. y 146 a. C. los griegos desarrollaron su filosofía, arte, ciencia y tecnología. Ellos intentaron develar todos los secretos que les planteaba el universo. Durante el período helénico fueron muy aficionados a la Física pero lamentablemente los griegos no eran muy entusiastas de la ciencia experimental, consideraban que descubrir experimentando era de esclavos y por eso el estudio de la Física se realizaba de manera únicamente teórica. Esto frenó el avance de esta ciencia porque sin comprobaciones experimentales los principios en que se basaban no eran verificables. Por esto, ellos han cometido muchos errores, que quizá no son muy reprochables porque a pesar de no ser entusiastas de la experimentación tampoco tenían los medios suficientes como para realizar las comprobaciones necesarias para sus teorías. Pero debido a los acontecimientos históricos, la cultura griega se expandió por todo el occidente y se convirtió en una cuestión de fe todo lo que ellos alguna vez descubrieron o apuntaron práctica y teóricamente. Persiguieron y castigaron a quienes contradecían o se oponían a estos paradigmas provenientes de las teorías de los griegos. Por ejemplo, la persecución y condena a prisión perpetua de Galileo Galilei² quien defendía la teoría propuesta por Nicolás Copérnico³, según la cual, la Tierra y todos los planetas giraban alrededor del sol. Otro ejemplo son los alquimistas que practicaban la metalurgia quienes eran acusados de herejes porque resultaba muy extraño, para las personas de aquella época, ver cómo podían modificar las propiedades físicas y el aspecto, de los metales y rocas, lo cual, solo podían concebir como obra de brujos.

Desde mi apreciación, de este fragmento de la historia de la humanidad se puede aprender que es muy importante la experimentación como medio para descubrir los errores de una teoría y que es necesario tener siempre la mente abierta a la posibilidad de que una teoría se encuentre errada para luego retroalimentarse de ello, es decir, la ciencia debe aprender de los errores.

¹ Satélite estrellado en Marte en 1999 por la NASA debido a "el error de conversión de las unidades inglesas a unidades métricas".

² Astrónomo, filósofo, ingeniero, matemático y físico italiano, relacionado estrechamente con la revolución científica.

³ Astrónomo del Renacimiento que formuló la teoría heliocéntrica del Sistema Solar, Concebida en primera instancia por Aristarco de Samos.

b) El error como medio para lograr nuevos descubrimientos

Normalmente las personas prefieren evitar los errores porque si alguien quiere, por ejemplo, viajar hasta su trabajo, es mejor que no se equivoque de ómnibus o si alguien quiere realizar un cálculo numérico, es mejor que no equivoque las cifras. Pero aunque al principio parece mejor hacer todo lo posible por evitar los errores, estos juegan un rol fundamental en el avance de la ciencia y la tecnología.

En febrero de 1953 Linus Pauling⁴, un científico ganador de dos premios Nóbel, publicó su modelo de la estructura geométrica del ADN, según él, estaba formado por una triple hélice. El mismo Pauling tenía dudas sobre su modelo pero de todas formas lo publicó. James Watson y Francis Crick⁵ leyeron esta publicación y notaron el error. Estos dos científicos fueron quienes propusieron el modelo de la doble hélice que es hoy en día tomado como el modelo correcto.

Linus Pauling estaba errado y él ya lo presentaba. Pero a pesar de que su modelo estaba equivocado sirvió de inspiración a Watson y Crick lo que es para mí un buen ejemplo de cómo la ciencia puede construirse en base al error de lo que otros hicieron y de que es necesario asumir riesgos para hacer descubrimientos en la ciencia.

Pero si la ciencia aprende de los errores ¿Significa esto que sin errores no puede construirse? ¿Debemos evitar o permitir los errores científicos? Para empezar, ¿al menos es posible evitarlos?

c) ¿Hay formas de evitar que los errores se interpongan en el camino?

Los caminos hacia el descubrimiento suelen ser los siguientes:

- El chispazo del genio que “ve lo que todos hemos visto pero piensa lo que nadie ha pensado”
- La obtención de la respuesta adecuada a una pregunta intentando hallarla repetidas veces, sea con la misma o con diferentes técnicas.
- Un accidente afortunado, un hallazgo inesperado seguido de la interpretación sagaz de una persona preparada.

Estas tres formas no son mutuamente excluyentes y pueden coexistir de manera pacífica. Según pienso, en ninguna de las tres es obligatoria la existencia de un error: La primera no es causa de un error sino de un momento de genialidad; en la segunda puede que ocurran aprendizajes producto de un error lo que lleva a técnicas más adecuadas pero a veces simplemente puede ser cuestión de intentar una y otra vez hasta que por casualidad se logre un descubrimiento; y en el tercero, si se considera al accidente como producto de un error, sí, existe el error, pero parecería ser principalmente cuestión de suerte y casualidad. Esto hace pensar que sí podemos evitarnos los errores.

Pero Claude Bernard, un científico francés del siglo XIX considerado como el padre de la fisiología moderna, señalaba: “*Cuando se propone una teoría general científica, de lo que se puede estar seguro es de que, en sentido estricto, tal teoría seguramente está equivocada. Se trata de una verdad parcial y provisional, necesaria [...] para llevar la investigación adelante; tal teoría solo representa el estado actual de nuestra comprensión y debería ir siendo modificada por el crecimiento de la ciencia [...]*”. Es decir, **en la ciencia los errores son inevitables y totalmente necesarios.**

Esto es contrario a lo que la mayoría de las personas cree. Piensan que la ciencia puede brindar una prueba definitiva y que todo lo que descubra la ciencia debe ser considerado como una verdad absoluta irrefutable.

La ciencia tiene un mecanismo que corrige los errores en su propio seno. Cuando se ejerce la autocrítica, cada vez que se comprueban las ideas a la luz del mundo exterior se está haciendo ciencia.

⁴ Bioquímico y activista estadounidense. Fue uno de los primeros químicos cuánticos, recibió el Premio Nobel de Química en 1954.

⁵ Dos científicos biólogos famosos por haber descubierto la estructura de la molécula de ADN. Recibieron el Premio Nobel de Medicina en 1962 “por sus descubrimientos concernientes a la estructura molecular de los ácidos nucleicos y su importancia para la

Cuando se es acrítico y se mantienen las ideas en el plano teórico sin experimentaciones se está haciendo pseudociencia que es una especie de opuesto a la ciencia que se construye sin fundamentos suficientes, son ejemplos: las teorías sobre el triángulo de las Bermudas, las profecías de Nostradamus, la quiromancia o el continente perdido de la Atlántida. Muchos escépticos examinan estos temas con gran minuciosidad, pero se equivocan al hacerlo, porque no tienen reales fundamentos e ignoran que existen pruebas científicas reales en contra. **Los pseudocientíficos no aceptan los errores ni aprenden de ellos,** ignoran que pueden estar equivocadas sus fundamentaciones. Si un científico nunca se equivoca, sino es porque no está haciendo investigación científica original, es porque realmente no es científico y nunca se dio cuenta.

Los constantes errores producidos en la ciencia y la tecnología y los sucesos lamentables que han ocasionado me llevan a preguntar lo siguiente.

d) ¿Estamos preparados para manejar nuevas tecnologías que podrían terminar perjudicando a la humanidad? ¿Seguir estudiándolas es un grave error?

Los errores son inevitables pero claramente permitir que se vea perjudicada la humanidad por el error de estudiar una tecnología peligrosa es otra cuestión. Si suponemos que todos los científicos del mundo acordaron dejar de estudiar, por ejemplo, la clonación de seres humanos porque a pesar de sus posibles buenos usos su uso con fines bélicos puede ser fatal, sigue existiendo la posibilidad de que se hagan descubrimientos sobre tal tecnología de manera accidental y, además, seguramente, lograr un acuerdo de tal magnitud sería muy difícil. Pero si se permite que continúen las investigaciones corremos cada vez más riesgo.

El excepcional científico Albert Einstein, un hombre pacífico que sentó las bases de la fisión nuclear cuyas intenciones no eran perversas (no así la de las personas al mando), dijo en una conocida frase que la bomba atómica no era el problema del hombre que el problema está en su corazón⁶. Para nuestro caso podemos reformular su frase así: **“El problema del hombre no está en los avances tecnológicos, sino en su corazón.”**

En congruencia con la importancia de verificar las ideas he preguntado sobre los temas ya desarrollados a un profesor de mi colegio, el cual, resulta ser un defensor de la importancia de la práctica para obtener un buen profesional universitario. Él opina, desde un punto de vista más tecnológico, que los errores son causados por la falta de práctica. Para él la práctica o experiencia, está compuesta en gran parte por errores, lo que permite, por ejemplo, que un operador de alguna maquinaria pueda resolver un problema técnico de la máquina más rápido que si posee escasa experiencia y muchísimo más rápido que un ingeniero que conozca teóricamente el funcionamiento de la máquina pero cuya experiencia práctica con la misma sea escasa o nula. Para mí es una opinión que remarca la importancia de la práctica, en la cual se suelen cometer errores, en busca de evitar y resolver otros errores con consecuencias más palpables, lo que vendría a apoyar, de cierto modo, mi conclusión.

Para finalizar con el desarrollo cito a dos grandes científicos:

“La historia de las ciencias nos demuestra que las teorías son perecederas. Con cada nueva verdad revelada, tenemos una mejor comprensión de la naturaleza y nuestras concepciones, y nuestros puntos de vista, se modifican”.

Nikola Tesla⁷

“Tenemos que darnos cuenta de que la ciencia es en realidad un arma de doble filo. Una parte de la espada podría cortar la pobreza, la maldad, la enfermedad y traernos más democracias y democracias nunca entran en guerra con otras democracias, pero el otro lado de la espada podría darnos la proliferación nuclear, biogérmes e incluso las fuerzas de la oscuridad”.

Michio Kaku⁸

⁶ La frase original es: *“El problema del hombre no está en la bomba atómica, sino en su corazón”.*

⁷ Inventor, Ingeniero mecánico, ingeniero eléctrico y físico, de origen serbio.

⁸ Físico teórico estadounidense, especialista destacado de la teoría de campo de cuerdas, una rama de la teoría de cuerdas.

CONCLUSIÓN

En respuesta a las primeras cinco preguntas de la introducción sobre si es posible evitar los errores para evitarnos los sinsabores que pueden ocasionar, si al menos pueden evitarse errores más graves, si la ciencia aprende de los errores, cuál es el rol del error en el camino del descubrimiento y si no debe haber preocupación por cometer errores, desde mi opinión: En la ciencia no es posible evitar que existan errores debido a la naturaleza de la misma basada en el aprendizaje del error, pero **sí podemos utilizar la experiencia y sobre todo la experiencia que brinda el error para evitar equivocaciones, desatinos, o que se produzcan más atrocidades en contra de la humanidad.** Se deben aceptar los errores y aprender de ellos. Y tratar de hacer ciencia respetando su filosofía para no caer en la pseudociencia. Para un verdadero científico investigador no es vergonzoso equivocarse y sí es vergonzoso creer que se ha llegado a una perfecta e irrefutable descripción de la realidad. Seguramente no es una descripción perfecta y terminará siendo retocada o refutada. Un verdadero científico investigador entiende que debe tomar riesgos, defender sus ideas aunque todos se opongan a ella, no puede quedarse solo en la teoría y debe realizar experimentaciones. **Como puede observarse, el rol del error en el camino del descubrimiento ha sido y es de fundamental y grandísima importancia.**

Y en respuesta a la pregunta: ¿La humanidad, está preparada para ciertos avances tecnológicos que pueden ponerla en riesgo y perjudicarla gravemente?: Para mí, no lo está y creo que no podemos frenar los avances en la investigación de ciertos hechos y fenómenos tan interesantes y tan atrapantes que ni siquiera querríamos frenar. Entonces queda darnos cuenta que somos los humanos quienes decidimos nuestro futuro, y que **solo tomaremos el rumbo pacífico y fructífero cuando nuestros pensamientos lógicos, deseos y almas dejen de estar errados.**

Creo que podemos aprender de nuestros errores y lograr grandes avances científicos y tecnológicos. También podemos ignorarlos, estancarnos, retroceder y autoaniquilarnos. Nosotros elegimos olvidar o recordar que "*Errare humanum est, sed perseverare diabolicum*"⁹.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Carl Sagan: "*El Mundo Y Sus Demonios. La Ciencia Como Una Luz En La Oscuridad.*" Editorial Planeta. 1995.
- Saturnino de la Torre: "*Aprender De Los Errores. El tratamiento didáctico de los errores como estrategia de innovación.*" Editorial Magisterio Del Río De La Plata. Buenos Aires (Argentina). Primera Edición: 2004
- Robert Youngson: "*¡FIASCO! Aprendiendo De Los Errores De La Ciencia.*" Editorial: MA NON TROPPO. 2003.
- Juan Samit Martí: "*Historia De Las Ciencias. (Física y Química).*" Editorial: Bruguera, Barcelona. 1ª edición. 1972.
- Ruy Pérez Tamayo: "*Acerca de Minerva.*" Editorial: S.L. Fondo De Cultura Económica De España. 2008.
- Explorable. Martyn Shuttleworth. "*Ideas Equivocadas En La Ciencia*". <https://explorable.com/es/ideas-equivocadas-en-la-ciencia>
- Daniel Torregrosa. (23/07/10). "La triple hélice de Linus Pauling". <http://naukas.com/2010/07/23/la-triple-helice-de-linus-pauling/>
- Wikipedia. "*Antigua Grecia*". https://es.m.wikipedia.org/wiki/Antigua_Grecia
- (16/04/05). "*Einstein y la bomba atómica*". La Nación. <http://www.lanacion.com.ar/696678-einstein-y-la-bomba-atmica>
- Wikipedia. "*Claude Bernard*". https://es.m.wikipedia.org/wiki/Claude_Bernard
- (23/05/14). BBC Mundo. "*10 errores grandes de cálculo de la ciencia y la ingeniería*". http://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/05/140523_ciencia_diez_errores_de_calculo_np
- Fernando Pino. "*25 grandes frases sobre las ciencias para reflexionar*". <http://www.batanga.com/6098/25-grandes-frases-sobre-las-ciencias-para-reflexionar>
- Wikipedia. "*Errare humanum est*". https://es.m.wikipedia.org/wiki/Errare_humanum_est
- Wikipedia. "*Michio Kaku*". https://es.m.wikipedia.org/wiki/Michio_Kaku
- Wikipedia. "*Nikola Tesla*". https://es.m.wikipedia.org/wiki/Nikola_Tesla
- Wikipedia. "*Francis Crick*". https://es.m.wikipedia.org/wiki/Francis_Crick
- Wikipedia. "*James Dewey Watson*". https://es.m.wikipedia.org/wiki/James_Dewey_Watson
- Wikipedia. "*Linus Pauling*". https://es.m.wikipedia.org/wiki/Linus_Pauling
- Wikipedia. "*Galileo Galilei*". https://es.m.wikipedia.org/wiki/Galileo_Galilei
- Wikipedia. "*Nicolás Copérnico*". https://es.m.wikipedia.org/wiki/Nicol%C3%A1s_Cop%C3%A9rnico

⁹ Significa literalmente: "errar es humano, pero perseverar (en el error) es diabólico".