

EL ERROR COMO FACTOR INTRÍNSECO DE LA CIENCIA

Alumno: **MÓRTOLA, Valentino**

Escuela: Escuela Normal, Bella Vista, Corrientes

Profesor Guía: FEYEN, Clara Patricia

INTRODUCCIÓN

Los errores son fundamentales en el desarrollo del proceso creativo y la ciencia no es ajena a ello. El problema reside cuando pensamos que nuestros errores nos hacen menos capaces, lo que conlleva a subestimarnos y muchas veces dejar de intentarlo. Debemos tener en cuenta que nada en ciencia es 100% seguro, por lo que todo es relativo. La verdad puede ser como un límite matemático; nos acercamos infinitamente a ella, pero nunca la alcanzamos. De esta manera lo que en un momento dado es considerado como “real”, es decir, un paradigma, puede ser revisado. Un claro ejemplo es cómo la teoría de la relatividad, propuesta por Albert Einstein pone de manifiesto las incoherencias de la física clásica que había reinado por tanto tiempo abriéndonos los ojos a una realidad diferente y extraordinaria. Lejos de molestar, esta idea tendría que ser una de las más atractivas de la ciencia que tus ideales más firmes sean derribados por unos pocos experimentos ingeniosos y que ello te permita repensar y volver a empezar”.

Aunque los errores son omnipresentes en las investigaciones científicas o cualquier tipo de proyecto, generalmente se desea llevar su número al mínimo. Esto puede ser realizado con una minuciosidad extrema durante el proceso de investigación, empero en esta monografía se destacarán la relevancia de otros métodos no tan “técnicos”: **mantener la mente abierta**, para que las nuevas ideas puedan generar cambios de paradigmas y redireccionar el desarrollo de una investigación o de un proyecto, hacia un camino más acertado y **conformar un buen equipo de trabajo**, para aumentar el número de puntos de vista y así enriquecer o potenciar la producción.

Generalmente son indeseables los errores y/o accidentes, sin embargo, en ciertas circunstancias pueden tener giros inesperados pudiendo desencadenar en avances revolucionarios. Esto ocurre quizás con un poco de suerte, pero indiscutiblemente necesita de la capacidad de observación e interpretación del científico, como lo fundamentaré posteriormente en el caso del descubrimiento de la penicilina por Alexander Fleming.

El miedo al error condiciona al investigador como a cualquier persona y en tal sentido se aborda más adelante, en esta monografía el suicidio del japonés Yoshiki Sasai, como consecuencia de la desacreditación de su trabajo sobre células madre; aunque puede ser un caso extremo y posiblemente influenciado por la cultura de su país, refleja de alguna manera, que los científicos no son ajenos a la frustración por un fracaso y que tanto esfuerzo puesto en un proyecto fallido, puede llevar al investigador a situaciones como manipular los resultados de una investigación y/o exagerar la confiabilidad de sus resultados.

La comunidad científica nunca ha parado de generar conocimiento, de hecho, en la actualidad la información generada día a día es inmensa. Aunque paralelamente, pueden plantear problemas éticos, debido a su potencial uso devastador, de los cuales hay bastos antecedentes, como lo son el uso de la teoría de la relatividad en la construcción de la bomba atómica y la polémica actual sobre la manipulación genética en embriones humanos. Dichos planteos dividen a la sociedad en quienes están a favor y quienes en contra.

DESARROLLO

Evitar errores: el trabajo en grupo y la mente abierta

Trabajar colaborativamente mejorará significativamente el resultado de nuestro trabajo, ya que diferentes puntos de vista permitirán identificar con mayor facilidad los errores en nuestra metodología. En consecuencia, aferrarse demasiado a las ideas no escuchando las críticas o recomendaciones de las demás personas, influye en el curso de las investigaciones y proyectos pudiendo hacerlos resultar erróneos. Con

frecuencia, ocurre que planteamos hipótesis que nos parecen tan coherentes, que nos apresuramos a tomarlas como verdades, muchas veces involuntariamente. Esta situación puede revertirse compartiendo nuestras ideas con distintas personas y escuchando abiertamente lo que tienen para aportar. Sin dudas, el equipo de trabajo ayuda a obtener resultados más robustos y contundentes.

Ocasionalmente el esfuerzo empleado en concebir las ideas, combinado con un poco de egoísmo da como resultado una gran afección a nuestros ideales y esto puede ser desfavorable, tanto para el aprendizaje como para el desarrollo del trabajo, porque cuesta aceptar que se está equivocado; cuando ideas nuevas con buenos fundamentos contradicen las creencias más arraigadas que se tenían. Puede ocurrir que un científico pase años en un proyecto y que algún descubrimiento nuevo deje sin sentido su trabajo, generando un sentimiento de “todo este tiempo estuve equivocado”, probablemente doloroso para muchas personas, pero un científico debe tener en cuenta que el error es parte del trabajo y sólo hay que volver a empezar.

Rol de los errores y los accidentes en el camino del descubrimiento:

Maquina voladora de Leonardo Da Vinci:

Un caso muy interesante donde se refleja que del error nadie se salva y que es parte fundamental del proceso creativo, es el caso de Leonardo Da Vinci, quien tenía el sueño de hacer una máquina voladora, esta genial idea fue revolucionaria para la época ya que durante mucho tiempo los hombres pensaron que sólo podría volar lo que fuera más ligero que el aire. Para llevar a cabo su sueño Leonardo pasó buena parte su vida haciendo una gran variedad de dibujos, bocetos y anotaciones de las acrobacias de pájaros e insectos. Hizo innumerables diseños de diferentes estilos, pero ninguno de ellos alguna vez funcionó. Los diseños, sin embargo, fueron geniales y realizó otros estudios increíbles que nadie habría osado siquiera imaginar hasta más tarde. Analizó los vientos, los efectos de la resistencia del aire, el movimiento de los fluidos, el principio del alcance de las alas, el equilibrio, la estabilidad y la dirección. Nadie antes y después de él, hasta el siglo XX, realizó un análisis tan exhaustivo y profundo de los fenómenos relacionados con el vuelo. También es particularmente precisa su formulación del principio de la reacción: «Tanta fuerza se hace desde la cosa contra el aire, como el aire contra la cosa». Leonardo es sin duda un científico ejemplar aplicando su método que consistía en analizar y estudiar el mundo bajo la observación, la prueba y el error. Leonardo tenía una mente científica tan precisa que incluso llegó a describir y anotar las situaciones peligrosas que se podrían plantear durante los eventuales vuelos que preparaba. A este italiano, los errores no lo paraban y sabía exprimir de ellos la mayor cantidad de aprendizaje posible. Siempre, cuando parezca que todo salga mal deberíamos recordar por todo lo que pasó Leonardo sin poder cumplir su objetivo completamente. A pesar de todos sus errores, él trascendió y quedó en los libros de historia.

Descubrimiento de la penicilina por Alexander Fleming:

El descubrimiento de la penicilina es un claro ejemplo de que un accidente puede resultar en un gran avance para la humanidad. Según Fleming ocurrió en la mañana del viernes 28 de septiembre de 1928, cuando estaba estudiando cultivos bacterianos de la conocida *Staphylococcus aureus*, en el sótano del laboratorio del Hospital St. Mary en Londres, situado en el Ala Clarence, ahora parte del Imperial College. Tras regresar de un mes de vacaciones, observó que muchos cultivos estaban contaminados y los dejó de lado. Afortunadamente, recibió una visita de un antiguo compañero y, al enseñarle lo que estaba haciendo con alguna de las placas que aún no habían sido lavadas, se dio cuenta de que, en una de ellas, alrededor del hongo contaminante, se había creado un halo de transparencia, lo que indicaba destrucción celular. La observación inmediata es que se trataba de una sustancia difusible procedente del contaminante. Posteriormente aisló y cultivó el hongo en una placa en la que disponía radialmente varios microorganismos comprobando cuáles eran sensibles. La identificación del espécimen como *Penicillium notatum*, la realizó Charles Tom. “La suerte siempre te encuentra trabajando” por eso a pesar de que el hongo creció en la placa de Petri por casualidad, Fleming no lo hubiera podido hacer sin estar trabajando arduamente. Además, la observación que hizo con su compañero de que las bacterias no crecían alrededor del hongo pudo ser ignorada teniendo la posibilidad seguir con sus experimentos normalmente, pero tuvo la suficiente capacidad de análisis y espíritu aventurero como para no ignorar el resultado y revolucionar al campo de la medicina. La escucha a la intervención de su compañero también marca que Fleming estaba abierto a que hagan comentarios sobre su trabajo, sin dudas la capacidad de escuchar nuevas ideas jugó un rol fundamental.

Influencia de los errores en el investigador y en el financiamiento de su proyecto:

El miedo al error está siempre presente, por eso es necesario planear minuciosamente la investigación y debatir con varios colegas. Un ejemplo de cómo puede influir el error en un científico es el caso de Yoshiki Sasai coautor japonés de un estudio desacreditado sobre células madre. El científico se suicidó después de meses de estrés y agotamiento ocasionados por los cuestionamientos sobre una de las investigaciones en la que participó. Paradójicamente, la misma fue aclamada internacionalmente más tarde, debido a la esperanza que ofrece, tanto en la sustitución de células madres dañadas como en los tratamientos para el crecimiento de órganos humanos. Todo comenzó cuando científicos de la universidad de Harvard quisieron replicar sus resultados, no pudiendo hacerlo, por lo que optaron por desacreditarlo, diciendo que partes de la investigación habían sido plagiadas y manipuladas. Este suceso, aunque también puede estar relacionado con la cultura, refleja que el error para un científico puede ser fatal e influye mucho en el llevado a cabo de la investigación. Frecuentemente se dificulta ser objetivo cuando la investigación lleva una gran carga emocional para la persona debido al esfuerzo empleado en ella. Los investigadores, como así también los inversores en investigación deben tener en cuenta que lo que se quiere, no necesariamente es lo que sucede en la realidad y que el error es intrínseco en toda investigación científica. Muchas veces los inversores quieren respuestas rápidas, concisas y absolutas, la ciencia no se maneja así, “nada en ciencia es 100% seguro” y es algo que todos tendríamos que tener en claro.

Dilemas éticos en el avance científico:

Cuando los avances científicos representan un gran salto en vez del más habitual pequeño cambio gradual, las implicaciones de nuestros descubrimientos pueden suponer grandes dilemas éticos. Muchas veces se puede percibir una idea como errónea desde el punto de vista ético pero esta decisión puede estar influenciada por tremendismos, supersticiones o intereses ocultos. Por eso, es necesario conocer en qué consisten los avances científicos con rigor, mente abierta y objetividad.

El Proyecto Manhattan fue el nombre en clave de un proyecto científico llevado a cabo durante la Segunda Guerra Mundial por los Estados Unidos con ayuda del Reino Unido y Canadá. Los científicos nucleares Leó Szilárd, Edward Teller y Eugene Wigner, refugiados judíos provenientes de Hungría creían que la energía liberada por la fisión nuclear podía ser utilizada para la producción de bombas por los alemanes, por lo que persuadieron a Albert Einstein, el físico más famoso en Estados Unidos, para que advirtiera al presidente Franklin D. Roosevelt de este peligro por medio de una carta que Szilárd escribió y fue enviada el 2 de agosto de 1939. En respuesta a la advertencia, Roosevelt incrementó las investigaciones acerca de las implicaciones en la seguridad nacional de la fisión nuclear. Después de la detonación sobre Hiroshima, Einstein comentó: "debería quemarme los dedos con los que escribí aquella primera carta a Roosevelt.". Este hecho, sin duda aberrante, refleja que avances tan útiles para el desarrollo humano pueden usarse para generar catástrofes. Sin embargo, el error no es del científico, que lo único que hace es desplazar un poco más la línea de la ignorancia de la sociedad hacia el conocimiento, el error está en cómo es usada esa información. Si nos detuviéramos a pensar por un momento nos daríamos cuenta que casi todos los avances revolucionarios en la ciencia se pueden aplicar para el mal y para el bien. No hay que olvidar que la energía nuclear nos aporta una manera muy eficaz de abastecer de electricidad las casas o el tratamiento a enfermedades degenerativas como el cáncer. Hasta uno de los más primitivos descubrimientos como el manejo del fuego se sigue usando hasta hoy para causar daño, lo mismo sucede con la pólvora, las armas, los medios de transporte, etc. Todos tienen aplicaciones para el mal, pero se debe mantener en mente que también tiene muchas aplicaciones buenas.

Un ejemplo de la ambigüedad mencionada en el párrafo anterior es la que sigue a continuación, la posibilidad de editar con precisión y eficiencia el genoma gracias al desarrollo revolucionario de la tecnología CRISPR/Cas9 planteó casi de inmediato la visualización de curas para un gran número de enfermedades. Sin embargo, la alteración del genoma en los primeros pasos del desarrollo embrionario implica la generación de un individuo con información genética nueva, diseñada, con el potencial de ser transmitida a sucesivas generaciones (de tener éxito reproductivo) y por tanto de establecer una nueva estirpe de humano. Aunque todavía tiene unas limitaciones esta técnica es muy prometedora. Uno de sus objetivos es el diseño de humanos inmunes a la infección por HIV y siguiendo procedimientos similares se podría hallar la cura para el cáncer, el Alzheimer y la diabetes. También se podrían crear humanos con huesos más resistentes, músculos más poderosos y hasta con mejor olor corporal. Todo un escenario de ciencia ficción de

consecuencias inquietantes. Dichas consecuencias deberían ser analizadas de manera inteligente y responsable por las personas, independientemente de si pertenecen a la comunidad científica o no. El primer paso es la difusión del conocimiento y el interés por parte de la sociedad para poder decidir de manera informada sobre el futuro del hombre como especie. Muchos acuerdan con su uso para dar cura a muchas enfermedades, pero hay cuestiones que generan mucho más debate, como decidir la futura estética de los hijos o, tal vez, su manera de pensar. Aunque puede ser escalofriante para muchos, merece ser puesto en una balanza, comprando los pros y contras que conllevarían sus aplicaciones.

CONCLUSIÓN

El error es un factor con el que la humanidad lidia cotidianamente, pero un grupo en particular, el de los científicos debe aprender a manejarlo, minimizándolo en cada uno de sus trabajos. Innumerables veces, las personas se pierden de emprender sus sueños por temor al error. Afortunadamente, han existido y aún existen valientes, de otra manera ¿qué hubiera pasado con Leonardo Da Vinci? Pues, no habría hecho sus grandes aportes al avance del conocimiento humano, ni habría trascendido su increíble legado. Errar puede ser emocionalmente agotador, pero se debe saber que es parte del proceso, como Leonardo en la travesía del diseño de su máquina voladora. Una vez hecho un descubrimiento revolucionario, el uso que pueda darle la sociedad también es relevante y tiene que estar previsto porque, aunque pueda tener aplicaciones excepcionales todo puede ser usado con fines malintencionados como ocurrió, tristemente, con la bomba atómica.

Desearía cerrar este escrito con la respuesta a una pregunta, que me gustaría hacerle al científico que yo elija, si tuviese esa oportunidad y en tal sentido, interrogaría a **Carl Sagan** respecto a qué es lo que más le gusta de la ciencia. Me encantaría que me transmitiera en vivo y en directo esa pasión por el mundo que nos rodea, la curiosidad y la adoración que tiene por ese estilo de vida. Desde que vi la serie “Cosmos” en la cual él es el conductor, lo respeto mucho y siempre que estoy haciendo algún trabajo de investigación o estudiando para un examen, me acuerdo de su forma de ver el mundo y me dan más ganas de seguir aprendiendo, es un gran referente para mí.

BIBLIOGRAFÍA

<https://ingaeronautica.wordpress.com/2010/10/28/las-maquinas-voladoras-de-leonardo-da-vinci/>
https://www.youtube.com/watch?v=pKf_wrK73ss
<http://archivo.eluniversal.com.mx/cultura/2014/impreso/un-cientifico-japones-se-suicida-tras-ser-desacreditado-74874.html>
<https://www.youtube.com/watch?v=jlH1QtFuDGk>
<https://es.wikipedia.org/wiki/Penicilina>
<http://naukas.com/2016/02/10/llega-la-modificacion-genetica-embriones-humanos-crisprcas9/>