El poder de la imaginación y de la creatividad para hacer ciencia

Marina García y Laura Matković*

Departamento de Química Biológica, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Ciudad Universitaria, Pab. II, 4to Piso, C1428EGA Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

*e-mail: lmat@b.fcen.uba.ar

Recibido 02/05/12

Aceptado 09/05/12

Resumen

La imaginación es la capacidad humana para formar nuevas ideas, nuevos proyectos, abrir puertas a mundos infinitos.

Imaginar es mirar más allá de lo que nuestros ojos pueden ver**.** Es observar, escuchar, tocar, oler, degustar algo más allá de lo que vemos; es atreverse a lo invisible, a lo ausente para crearlo. El Principito diría “Lo esencial es invisible a los ojos”

La imaginación tiene como característica ser **original**, pues cada persona posee una única y particular forma de producir imágenes mentales. Es uno de los motores que dan vuelo a la **creatividad**, la cual radica en la libertad de pensar, de soñar, de jugar.

La creatividad en las ciencias se nutre de la imaginación generando nuevas ideas o asociando conceptos sin una aparente conexión previa, dando origen a resultados originales y novedosos. El pensamiento creativo es un proceso mental que nace como producto de la imaginación, y se podrá evaluar su calidad por el resultado final. Este proceso en general no es inmediato y puede requerir de muchos años para lograr responder una pregunta, aparentemente simple, que puede abrir grandes caminos en el mundo científico.

El pensamiento creativo es un proceso mental que nace de la imaginación. No se sabe de qué modo difieren las estrategias mentales entre el pensamiento convencional y el creativo, pero la calidad de la creatividad puede ser valorada por el resultado final.

Pero, ¿Como surgen las grandes ideas?, ¿Es necesario memorizar muchos datos para poder plantear grandes preguntas?,¿Qué tan importante es la imaginación en la ciencia?

Déjennos entonces invitarlos a un largo y sinuoso camino a través de la imaginación y de la creatividad en las ciencias.

Abstract

Imagination is the human capacity to form new ideas, new projects and open doors to an endless world.

Imagining is looking beyond what our eyes can see. You can observe, hear, touch, smell, or taste something beyond reach, and believe in the unseen and the missing, creating it. The Little Prince would say “The essential is invisible to the eye”.

Imagination is **original**, because each person has a unique and special way to produce mental images. It is one of the engines that give flight to **creativity**, which lies in the freedom to think, to dream and to play. Creativity in science feeds on and generates new ideas or concepts associating those with no apparent previous connection, often giving rise to novel results. Creativity in science imagination is a mental process that is born as a product of imagination, and its quality can be evaluated by the final result. This process, in general, is not immediate, and several years may be required to answer an apparently simple question. You can open great roads in the scientific world in this way.

But, how do great ideas emerge? Is it necessary to memorize a lot of data to ask big questions? How important is imagination in science?

Come on, I invite you to travel across the long and winding imaginative and creative road to the science.

A medida que la ciencia avanza, cada vez son más los datos que un científico debería acumular en su cerebro pero ¿hasta cuanto puede acumular? Nuestra habilidad para absorber información es vasta. Según Thomas Landauer, (1986) investigador de Comunicaciones Bell en Nueva Jersey, analizó cuánta información visual y verbal podía almacenar un ser humano y cuan rápido se olvida. Estimó que el adulto promedio recuerda alrededor de 125 megabytes de este tipo de información durante toda su vida, el cual equivale a alrededor de 100 libros del largo aproximado de *Moby Dick* .Por cierto que no todo es ciencia, también guardamos la información de donde vivimos, que comida nos gusta y a quien amamos. Por lo tanto nos queda mucho menos de esta cantidad de bytes para guardar información puramente científica. Ya en 1963 un texto de biología (*Biological science: An Inquirity into Life* integrado por las contribuciones de diversos autores y publicado por Harcourt, Brace & World, Inc., 1963) anticipaba que "Con cada nueva generación, nuestra reserva de conocimientos científicos aumenta cinco veces. Con el ritmo actual de progreso científico hoy tenemos cerca de cuatro veces más conocimientos biológicos significativos que en 1930, y cerca de dieciséis veces más que en 1900. A este ritmo de crecimiento, para el año 2000 un curso de introducción a la biología deberá 'cubrir' cien veces más biología que a comienzos de este siglo". Por cierto que parece abrumador, y si le diéramos esta información a futuros científicos seguramente ¡¡¡huirían despavoridos!!!

¿Cómo hacemos entonces para mantenernos al día con los avances en ciencias y lo que es peor cómo hacer para que día a día no nos vayamos quedando más atrás??

Isaac Asimov[1](1920–1992) en su libro “De los números y su historia” nos cuenta la siguiente anécdota:

Un día me encontré con un libro muy, muy viejo titulado Pike's Arithmetic (Aritmética de Pike). Al menos ése era el título en el lomo. Su traducción expresaba: "Un sistema de Aritmética nuevo y completo compuesto para el uso de los ciudadanos de los Estados Unidos, por Nicolás Pike, Artium Magister". Se publicó por primera vez en 1785, pero el ejemplar que yo tengo no es más que la "Segunda Edición, Aumentada", publicada en 1797. Es un libro voluminoso de más de 500 páginas, repleto de letra chica y sin ningún entretenimiento de ninguna clase, ya sea en forma de ilustraciones o de diagramas. Es un bloque sólido de aritmética, si exceptuamos las breves secciones que al final introducen el álgebra y la geometría. Yo estaba asombrado. Tengo dos hijos en la escuela primaria (yo mismo fui a la primaria alguna vez), y sé cómo son los libros de aritmética de nuestros días. No son tan largos, ni remotamente. Ni siquiera pueden llegar a tener la quinta parte de las palabras del Pike. ¿No será que nos estamos olvidando de algo?

Pike dedica un capítulo a la numeración romana. Los números arábigos llegaron a Europa en la alta Edad Media, y una vez que subieron a escena los números romanos pasaron completamente de moda. Perdieron toda posibilidad de uso. Desde ese entonces se pudieron realizar las mismas operaciones con la centésima parte de las explicaciones. No se perdió ningún conocimiento... sino sólo las reglas ineficientes. Y sin embargo quinientos años después

de la bien merecida muerte de los números romanos, Pike todavía los incluía y esperaba que sus lectores fueran capaces de traducirlos a la numeración arábiga y viceversa, aun cuando no daba ninguna instrucción sobre su manejo. En realidad, cerca de doscientos años después de Pike, todavía se siguen enseñando los números romanos. Pero, ¿por qué? ¿Cuál es la necesidad? Sin duda las personas podrían encontrar números romanos en piedras fundamentales y lápidas sepulcrales, en caras de relojes y en algunos documentos y edificios públicos, pero de ninguna manera se los usa por necesidad. Se los emplea por razones de prestigio, por ostentación, para dar un toque de antigüedad, por cierta clase de anhelo de falso clasicismo.

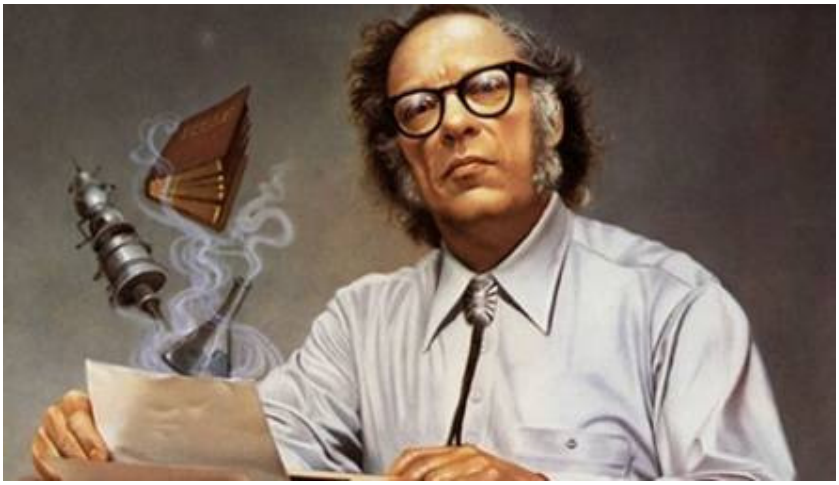


Imagen de Isaac Asimov http://cafemediterraneo.wordpress.com

Algunas personas piensan que olvidar los números romanos sería un sacrilegio cercano a demoler el Partenón. Pero según Asimov (coincido plenamente con él) esto sería similar a proponer que todo aquel que quiere obtener una licencia para conducir un automóvil, primero deba manejar un Ford T para conocer como es uno de los primeros vehículos construidos, como se manejaban y como fue avanzando la mecánica automotriz. Esto garantizaría al conductor, un conocimiento completo y una conducción adecuada de automóvil moderno.

Nuestro problema no es olvidar datos inservibles sino determinar qué es lo que queremos recordar.

Volviendo al libro de Pike, veremos tablas de conversión muy útiles para la época, aquí van unos datos: ¿Sabía usted que 2 1/4 pulgadas representan una "uña"? Y 16 uñas forman una yarda; 12 uñas hacen un ana. Esas 12 uñas (27 pulgadas) forman un ana flamenca. Se necesitan 20 uñas (45 pulgadas) para formar un ana inglesa, y 24 uñas (54 pulgadas) para

hacer un ana francesa. Si uno tiene 16 uñas más 1 1/5 pulgadas (o sea 37 1/5 pulgadas) entonces se posee una ana escocesa. No creo que encontremos muchos comerciantes de telas que utilicen estas medidas hoy en día y además serán mayoría aquellos que ni las conozcan (¡y vivan felices frente a esta ignorancia!). Sin embargo, pueden negociar sin ningún tipo de problema.

Por lo tanto, llegamos a la conclusión que para poder guardar en nuestro cerebro datos importantes, debemos tratar de guardar sólo los más importantes y usar el razonamiento y la imaginación. ¿La imaginación? Albert Einstein [2](1879–1955) decía: Tengo lo suficiente de un artista como para expresar libremente lo que mi imaginación produzca. La imaginación es más importante que el conocimiento. El conocimiento es limitado. La imaginación no.

Para la ciencia la curiosidad, la imaginación, es el combustible del cohete que hace que se dispare el espíritu innovador. Eso es lo que mantiene viva la ciencia. Pero, por desgracia, a menudo, este combustible del cohete se desperdicia.

Nosotros nacemos preguntando ¿por qué brilla el Sol? ¿De dónde vengo? ¿Qué hay ahí fuera? ¿Qué tan grande es el mundo? Cuando llegamos a alrededor de 13, 14, 15 años comenzamos a perder estos jóvenes pensamientos científicos. Al momento de graduarnos en la escuela secundaria, quedará sólo una pequeña fracción, de aquellos jóvenes que tenían el espíritu científico al nacer.

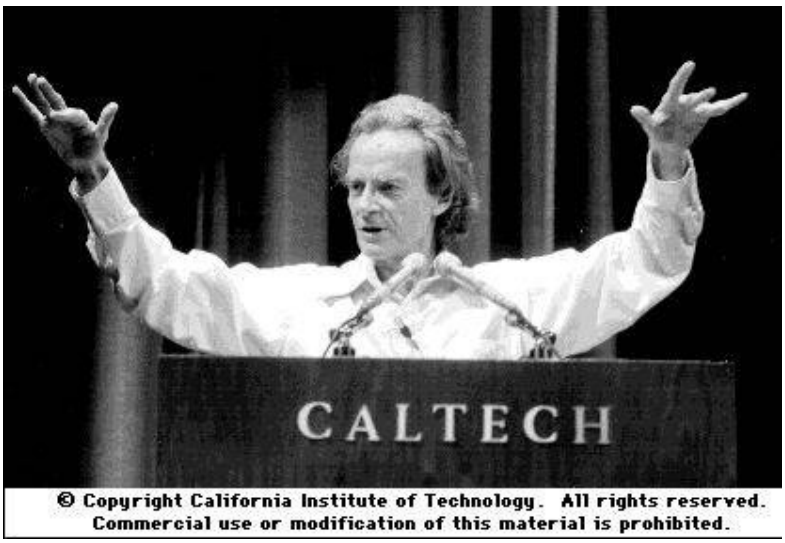
La ciencia se enseña como una lista de eventos y cifras que se deben memorizar y que anulan la curiosidad, el espíritu de la innovación y la imaginación de los educandos. Un ejemplo tomado de Michio Kaku[3] cuenta que su hija una vez se presentó al New York State Exam Regional en los Estados Unidos de Norte América, a rendir el examen para Ciencias Geológicas. El manual que debía utilizar, recomendado por la cátedra, consistía principalmente en la memorización de los nombres de los cristales, de los minerales, cientos de ellos, y por supuesto, todas esas cosas que uno olvida al día siguiente al examen.

La hija se acercó al padre, luego de luchar con la memorización de datos, y le pregunta: "Papá, ¿por qué a alguien se le ocurriría ser un científico?" Para Michio Kaku ese fue el día más humillante de su vida. Había pasado toda su vida siendo un científico, tratando de entender cómo funciona la naturaleza, como se trata de desmenuzar algunas de las leyes fundamentales de la física, y su propia hija le dice, "¿Cómo se le puede ocurrir a una persona ser un científico?"

La ciencia trata de conceptos, principios. ¿Cuántos hay? Los fundamentales no son muchos: el principio de la evolución, el principio de la relatividad, la física clásica, la teoría cuántica, no son tantos los principios que impulsan a la ciencia. Y es probable que en el futuro, cuando exista internet en todas partes, en todas las aulas, en los bares, en las plazas, en nuestros lentes de contacto, en nuestros anteojos, profesores y educadores van a tener que deshacerse de sus exámenes “by heart” y comenzar a enseñar la ciencia en la forma correcta.

Richard, ¿Cuánto sabes de aves?

Richard Feynman [4](1918-1988), cuenta que cuando era pequeño, su padre lo llevaba al bosque y le enseñaba todo lo que sabía de las aves, ¿por qué algunas aves tienen cierta forma para poder volar, a que se debe el color de su plumaje, la forma del pico (¿porqué algunos son rectos, otros curvos, unos anchos, otros angostos?), sus hábitos de alimentación, la forma de sus patas, etc. Absolutamente todo lo que podía enseñarle lo hizo. Un día, un hombre se acerca a Feynman y queda asombrado por su amplio conocimiento de las aves. Se le ocurre preguntarle entonces el nombre científico de una de ellas Feynman no lo sabía. Podía describir todo acerca de ellas, dando una explicación del porqué de cada una de sus características. Todo acerca de ese pájaro, excepto una cosa, su nombre. La persona queda perpleja y le dice "Dick, ¿qué ocurre? ¿Es verdad que desconoces el nombre?" En ese momento, él se dio cuenta que, para la mayoría de la gente, la ciencia no es más que la memorización de datos. Pero, ¿qué es la memorización? La ciencia no se trata de memorizar datos y cifras. Por supuesto, la persona tiene que tener conocimiento de lo básico, pero la ciencia se trata de principios. Se basa en conocimientos de conceptos. Esos conceptos fundamentales que hemos mencionado anteriormente.



Richard Feynman en http://whatdoyouthinkeg.wordpress.com

Einstein dijo una vez: "Si una teoría no se la puede explicar a un niño, entonces la teoría es probablemente inútil". Lo que significa que las grandes ideas son pictóricas. Las grandes ideas pueden ser explicadas en el lenguaje de las imágenes. Las cosas que uno puede ver y tocar, los objetos que se pueden visualizar en la mente. Eso es lo que tiene que ver con la ciencia, no la memorización de hechos y números.

El conocimiento es limitado, la imaginación es ilimitada

La pregunta sería: ¿cómo utiliza entonces, un científico, estas herramientas?:

La imaginación, es la capacidad que poseemos los humanos de abstraernos más allá del "sentido común". Dando forma así, a la manera en que ocurren los eventos, funcionamiento de maquinarias y herramientas y los diferentes hechos observados. Durante el proceso de formación del pensamiento se observa que los niños pequeños, (aproximadamente los tres primeros años de vida), poseen un período de imaginación y abstracción que está caracterizado principalmente por el destrozo de los juguetes. Según los especialistas, ellos lo hacen con el fin de indagar acerca de como están constituidos.

La ciencia necesita de herramientas no sólo experimentales y lógicas, sino también de la imaginación y creatividad de los científicos. Con frecuencia se encasilla a esta disciplina dentro de cifras, métodos y experimentos. Lo cierto, es que la ciencia en sí misma trasciende las fronteras de lo meramente lógico y llega hasta las entrañas de la mente humana, a aquel sentido llamado imaginación.

¿Existe un solo tipo de imaginación?

Existen diferentes clases de imaginación. Por ejemplo, una de ellas es la imaginación visual, es aquella que trata de imaginar visualmente fenómenos que no pueden ser totalmente observables. Permite obtener grandes certezas de pequeñas pistas. Es cierto que muchas veces, nos conduce a errores, porque la imaginación es dejar volar la mente humana hasta salirse de los límites de lo terrenal. La ciencia en cambio busca explorar el mundo de la naturaleza, ese "mundo perfecto" y totalmente justificado.

Un buen ejemplo acerca del uso de la imaginación visual son las teorías que se han creado sobre el mundo atómico, un mundo que nunca hemos podido observar pero que se ha estudiado a fondo, demostrando por ejemplo la existencia de los núcleos atómicos.

Pero, ¿cómo nace la **"imaginación científica"?**. ¿Cómo se llega a esa función creativa de la mente capaz de plantear las hipótesis? Considerando que ellas son el primer paso imprescindible de toda investigación permitiendo su verificación mediante el método científico.

Para estudiar el método científico y el planteamiento de hipótesis, tomaremos como modelo al Dr. M. Qube, científico destacado en el área de la Química Biológica, candidato al Premio Nobel del año 2001. El Dr. Qube realiza numerosos experimentos, obtiene resultados, saca conclusiones, escribe manuscritos, pide subsidios para poder continuar con su investigación, trata no sólo de mantener su lugar de trabajo sino también avanzar en él. Debe mantenerse al día con la información científica. Pero además el Dr. Qube tiene familia (esposa, hijos, mascotas), quiere salir con sus amigos, ir una que otra vez al cine. ¿Tendrá tiempo para la imaginación?

¿Cómo pudo el Dr. Qube realizar el experimento sin una idea previa sobre lo que quería realizar?

¿Qué es más importante la idea o el experimento?

John Martin[5], en la sección "punto de vista" de septiembre del 2000 de la revista Lancet opina que la idea es la que le dará forma al experimento. Sostiene que: "Un experimento sin una idea tiene poco valor, está ausente de dirección. La ciencia tiene la capacidad de realizar un número casi indefinido de experimentos; se pueden invertir tiempo, dinero, y energía en una propuesta pequeña. Una idea es universal y trascendente; un experimento, aunque reproducible, está limitado a esas condiciones que lo hacen reproducible."

Volviendo a nuestro modelo control, el Dr. Qube, **debe** (como obligación, **sine qua non**) encontrar tiempo para la imaginación.

Las hipótesis de trabajo no se crean con método, sino con imaginación científica que muchas veces roza con la intuición. A veces existen rupturas de códigos o pensamientos bien establecidos.

Los hombres que han contribuido con aportes fundamentales a la ciencia y a la técnica, además de estar en el sitio preciso y en el momento adecuado, se caracterizan no sólo por ser inteligentes y sino también muy creativos.

O sea que nuestro modelo, el Dr. Qube también **debe** encontrar un tiempo para la creación.

El poder de concentración de un ser humano declina con el pasar de las horas. La persona se vuelve menos eficiente y tarda más en tomar decisiones. "Nuestra vigilia es una de las áreas que más se resienten por culpa de la fatiga", explica el neurocientífico David Dinges, de la Universidad de Pensilvania en Filadelfia.

Llegamos entonces a la conclusión que **además** el Dr. Qube debe estar descansado.

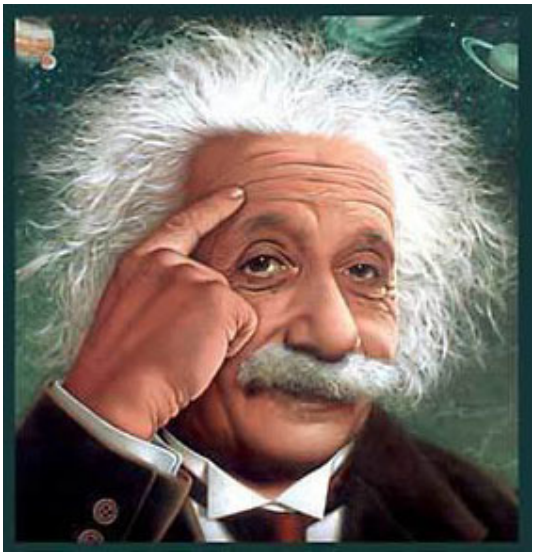
Con todo lo ante escrito podríamos citar a Albert Einstein, cuando comentaba: *"Procuro no cargar mi memoria con datos que puedo encontrar en cualquier manual. El gran valor de la educación, no consiste en atiborrarse de datos, sino en preparar al cerebro para pensar por su propia cuenta y así llegar a conocer algo que no figure en los libros".*

En ocasiones, las ideas surgen en un estado de cierta **inconsciencia**. Se pone a la mente en un estado de abstracción, en el cual la conciencia y la experiencia cotidiana perturban menos.

Un ejemplo paradigmático es el mencionado en la biografía de Kekulé[6] (1829-1896). Él cuenta que mientras dormitaba en un transporte público, en el trayecto se le ocurrió entre sueños, que la estructura de los seis carbonos que componían la molécula del benceno podría

realmente ser una estructura hexagonal y cerrada. Bajó del ómnibus de principios de siglo, el cual debía moverse lo suficiente como para no permitirle un sueño completo, de forma tal de poder seguir elucubrando la conformación espacial de la molécula.

Podemos encontrar muchísimos ejemplos de inteligencia y creatividad. Uno de ellos podría ser la lógica matemática desplegada por Pitágoras (580- 500 AC) para comprender el mundo desechando las religiones en nombre de la racionalidad. Galileo Galilei (1473- 1543) que halló un modelo del Universo con el sol en el centro y la tierra girando a su alrededor. Isaac Newton (1642- 1727) quien estableció que existe una atracción física entre objetos que poseen cierta masa y dicha fuerza resulta directamente proporcional a las masas de los cuerpos e inversamente proporcional a las distancias que los separa. Podemos sumar a Max Planck (1858- 1947) creador de los principios de la física quántica en 1889, fue quien halló el valor de una constante fundamental, la denominada **Constante de Planck,** usada para calcular la energía de un fotón. La ley de Planck además establece que la radiación no puede ser emitida ni absorbida de forma continua, si no, sólo en determinados momentos y en pequeñas cantidades denominadas cuantos o fotones. La energía de un cuanto o fotón depende de la frecuencia de la radiación. Esta ley demás permite explicar el espectro de emisión de un cuerpo negro. A su vez la ley se convirtió en una de las bases de la teoría cuántica, que emergió unos años más tarde con la colaboración de Albert Einstein y Niels Böhr[7]. Es así como Albert Einstein demostró que la velocidad de la luz en el vacío es constante. Desarrolló la teoría de la relatividad, resumida en la fórmula $e = mc^2$, que altera las nociones de espacio y tiempo conocidas hasta esa época. Gracias a ella, pudo entender las variaciones inexplicables del movimiento de rotación de los planetas y logró predecir la inclinación de la luz de las estrellas al aproximarse a cuerpos como el Sol.



"Los grandes espíritus siempre han encontrado una violenta oposición de parte de mentes mediocres". Albert Einstein de http://lanarrativabreve.blogspot.com.ar

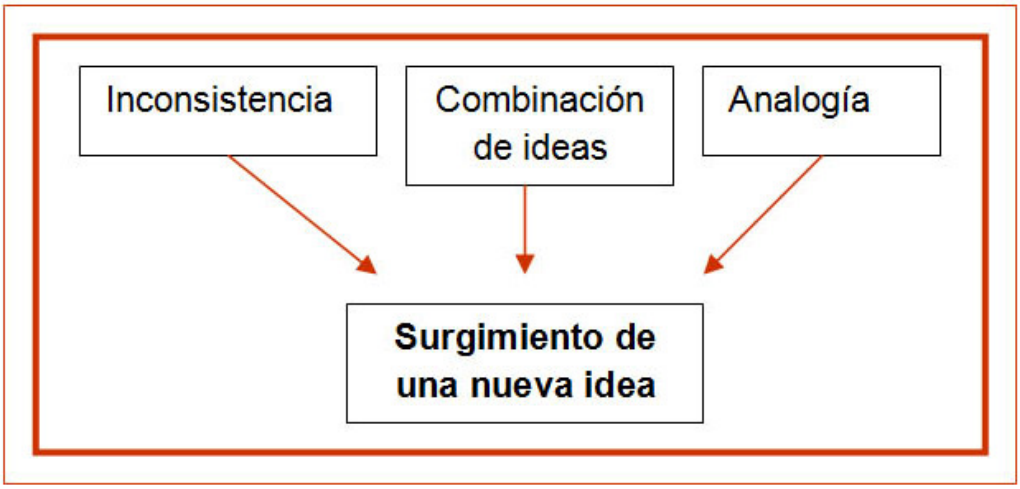
Pero tengamos en cuenta que no cualquier idea absurda se va a ver coronada por el éxito. Existe un sesgo en la publicación de trabajos de investigación, las historias que todos citan, son sólo las historias con final feliz.

Hipótesis

Para formar una hipótesis debe existir por lo menos **una combinación de ideas**. En una sola hipótesis poder reunir distintas ideas tomadas de las mismas o diferentes ramas de la ciencia. Por lo tanto **"el investigador debería ser una persona científicamente culta".** Debería tener una cultura científica lo suficientemente amplia como para conocer otros desarrollos en el campo de la ciencia y no limitarse al estrecho campo de los especialistas o expertos que a veces solo se muerden la cola con sus ideas poco fructíferas. Es así como decía el filósofo de la ciencia Paul Feyerabend[8] (1924-1994), "formar un experto no es difícil, sólo se necesita un promedio de tres años de estudio, pero formar un científico necesita tiempo, condiciones y audacia creativa".

Aquí podríamos citar nuevamente a Albert Einstein del cual muchos historiadores científicos cuentan que cuando formuló su teoría de la relatividad, contaba ya con todos los elementos para plantearla. Estos habían sido desarrollados a principios del siglo XX. Pero, justamente, la originalidad de Einstein fue reunir esos elementos dispersos y crear una teoría comprensiva que permitió que las ciencias físicas avancen.

Hay ideas científicas que se crean por **analogía**. Se toma prestada una idea ajena a la disciplina científica que se está trabajando y muchas veces, también ajena a la ciencia propiamente dicha, y se la incluye como idea en el campo al que uno se dedica. De hecho, un equipo multidisciplinarlo es más probable que dé nacimiento a ideas no lineales que un equipo monodisciplinario.



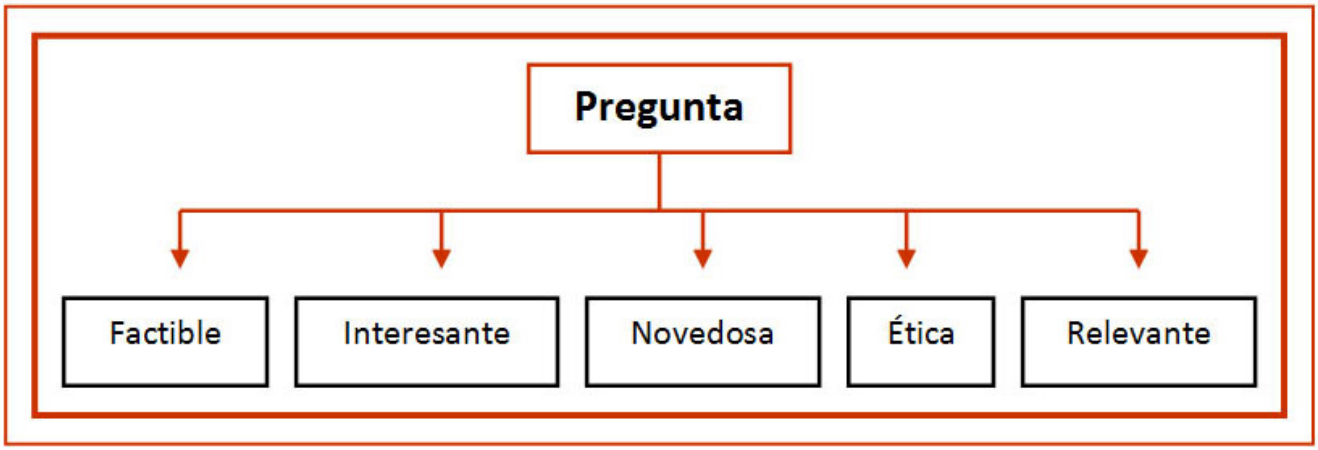
El Dr. Qube, al tanto de las ideas surgidas por analogía, en el año 1995 amplió su laboratorio con el firme propósito de incorporar científicos de diferentes disciplinas que aportarían nuevas ideas. Formaría así un buen equipo multidisciplinario. Para ese entonces, en un Congreso en Canadá se encontró con su fiel amigo J. F. Martin quien aprovechó la oportunidad para contarle una de sus tantas anécdotas. Una vez un equipo multidisciplinario formado por médicos de diferentes disciplinas, estaban hablando y discutiendo sus hallazgos en la miocardiopatía dilatada. Un joven ginecólogo, que se encontraba entre ellos, sugirió que el útero era muy parecido al corazón; su función era contraer, el útero raramente y el corazón 72 veces por minuto. Se preguntaron si el óxido nítrico entregado al útero no podía inhibir su contracción de la manera como inhibía la contracción del miocardio. Observaron que el trabajo prematuro de parto era una causa común de mortalidad infantil e incapacidad, y no había tratamiento convincente que pudiera inhibir las contracciones no buscadas del útero durante la fase precoz de la gestación. Se preguntaron entonces si los parches de nitroglicerina (que produce liberación de óxido nítrico) utilizados en el tratamiento de la angina de pecho pueden inhibir el trabajo de parto prematuro.

Anteriormente se hizo hincapié en la importancia de la cultura científica del investigador, ahora conociendo la imaginación científica por "analogía", que es conveniente que un científico sea "culto". La experiencia histórica da cuenta con creces que los que crearon los nuevos paradigmas científicos eran personas de una amplia cultura, y muchos de ellos comprometidos en las luchas sociales de la época que les tocó vivir. Ocupar el tiempo en otros aspectos de la ciencia, la filosofía y la vida no es una pérdida de tiempo para un científico, sino por el contrario el estímulo para nuevos y originales desarrollos.

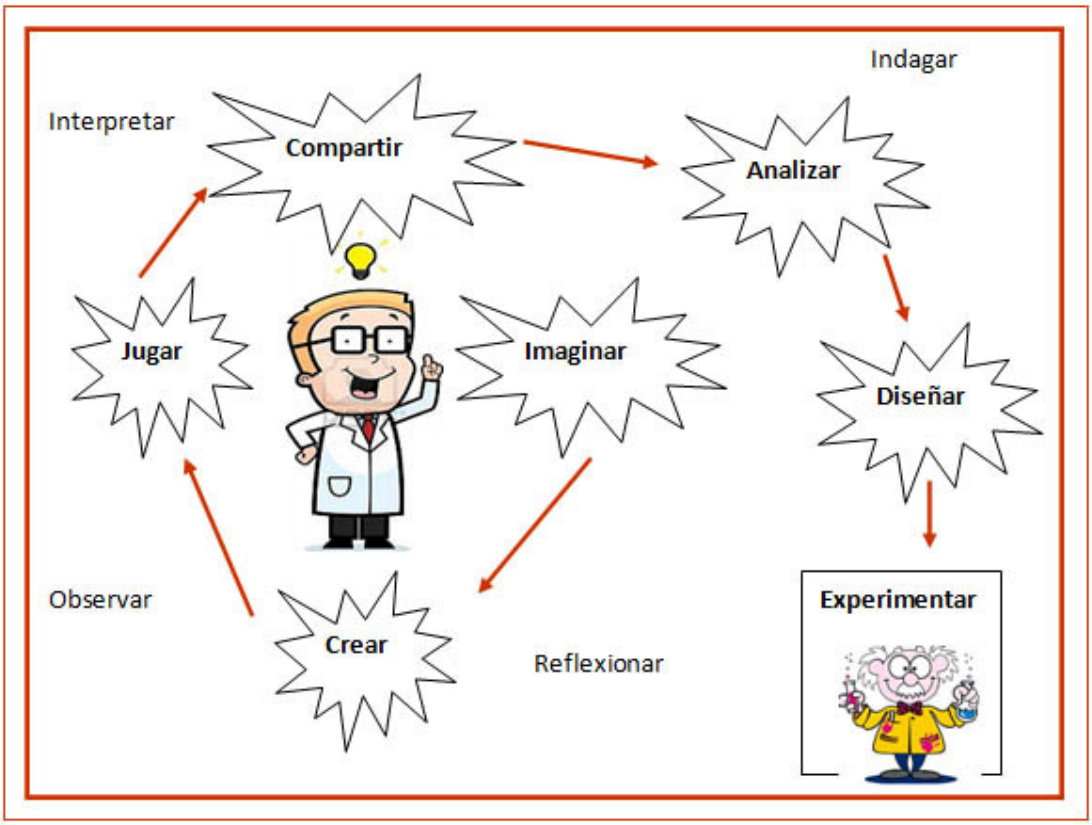
Con lo cual el Dr. Qube estaba totalmente de acuerdo y comenzó a ir al cine, teatro, practicar deportes y a socializar más en su tiempo libre.

¿Cómo formular una buena pregunta de investigación?

Supongamos que ya tenemos una idea, tal vez brillante. ¿Cómo podríamos reconocer que esa propuesta es una pregunta que se puede verificar o rechazar en la investigación? La "pregunta a contestar" debe cumplir las siguientes consignas: *factible, interesante, novedosa, ética y relevante*. O sea, que sea posible de realizar experimentos que puedan demostrar la hipótesis. También se debe conocer de forma tentativa el costo para la realización y el tiempo de las personas involucradas en el estudio.



Toda idea creativa, necesita un tiempo de diseño y luego un esfuerzo sostenido para su implementación, es casi imprescindible que la pregunta sea realmente *"interesante"* para el investigador. El científico debe sentirse atraído por la búsqueda de la respuesta. Las ideas originales, total o parcialmente, mantienen el interés del investigador para llegar a la meta.



La pregunta a investigar debe ser *"novedosa"* esto va más allá de un hallazgo nunca visto, puede ser la confirmación de resultados en poblaciones no estudiadas hasta el momento. Por ejemplo, en medicina muchos tratamientos de pacientes no fueron estudiados para poblaciones de más de 75 años. Hoy en día resulta novedoso conocer el efecto en estas poblaciones, que cada vez son más numerosas. Por lo tanto podemos decir que en algunos casos, refutar o extender los hallazgos previos puede, muchas veces, ser tan interesante y novedoso como desarrollar una idea completamente original.

Cuando la investigación está dirigida a trabajos con seres vivos es muy importante a la hora de realizar el experimento, la salvaguardia *"ética"* que debe estar siempre en la mente del investigador, sobre todo si se trata de seres humanos. Hay estudios que no pueden efectuarse por impedimentos éticos. En estos casos el investigador debe basarse en los antecedentes experimentales y los informes de distintos casos ya reportados.

Por último se debe pensar en un futuro hipotético, ¿que aportará el resultado de este estudio al conocimiento actual sobre el tema. Esto implica entonces que el ensayo clínico sea *"relevante"*.

Existe en inglés el acrónimo “FINER” que resume adecuadamente las características que debe tener una pregunta de investigación: ***F**actible, **I**nteresante, **N**ovedoso, **É**tico y **R**elevante.*

Cabria ahora mencionar que el Dr. Qube nunca se imaginó el cambio que produciría en él estas nuevas fronteras que le proporcionó la integración de nuevo personal a su laboratorio, las nuevas actividades desarrolladas para aumentar su cultural general. Su imaginación voló, voló…. Hasta que encontró el verdadero amor de su vida, la observación de las estrellas de mar en las aguas claras del Caribe. Fue allí donde encontró su motivación y se dio cuenta que, en estas condiciones podía dar rienda suelta a la imaginación y formularse miles de preguntas que serian imposibles de contestarlas a todas a lo largo de su vida.

Bibliografía de consulta

1) Martin J. The idea is more important than the experiment. The Lancet 2000; 356:934-937.

2) Medawar PB. Consejos a un joven científico. Fondo de cultura económica 1979.

3) Wagensberg J. Sobre la imaginación científica. Metatemas de Tusquets 1990.

4) Swedberg K., Hjalmarson A., Waagstein F., Wallentin I. Prolongation of survival in congestive cardiomyopathy by betareceptor blockade. Lancet 1979; i: 1364-66.

5) Hulley S. B. And Cummings S. R. Designing Clinical Research. An epidemiologic approach. Williams & Wilkins 1988.

6) *Isaac Asimov De los números y su historia* 6a. ed. - Buenos Aires Traducción de: Félix Luis Rodríguez Trelles ISBN 950-524-932-2

7) http://bigthink.com/ideas/19053

---

[1] **Isaac Asimov** fue un autor norteamericano y Profesor de Bioquímica de la Universidad de Boston, fue más conocido por sus trabajos en ciencia ficción y sus libros de divulgación de temas científicos.

[2] **Albert Einstein** físico alemán que en 1921 obtuvo el Premio Nobel de Física por el desarrollo del efecto fotoeléctrico y sus innumerables contribuciones a la física teórica. Llamativamente no se le concedió tan importante premio por la Teoría de la Relatividad, pues el jurado a quien se encomendó la tarea de evaluarla, no la entendió, y temieron que luego de uños años se demostrase errónea.

[3] **Michio Kaku** es divulgador científico y físico teórico. Es el co-fundador de la teoría de cuerdas de campo (una rama de la teoría de las cuerdas), y continúa la búsqueda de Einstein para unir las cuatro fuerzas fundamentales de la naturaleza en una teoría unificada.

[4] **Richard Feynman** físico estadounidense, considerado uno de los más importantes de su país del siglo XX. Su trabajo en electrodinámica cuántica le valió el Premio Nobel de Física en 1965, compartido con Julian Schwinger y Sin-Ichiro Tomonaga.

[5] **John Martin** es Profesor de Medicina Cardiovascular en la Universidad de Londres, UK.

[6] **Friedrich August Kekulé von Stradonitz** Químico orgánico alemán especializado en el campo de la química teórica, es considerado uno de los principales fundadores de la Teoría de la Estructura Química.

[7] **Niels Henrik David Bohr** (1885–1962) Físico danés que realizó contribuciones fundamentales para la comprensión de la estructura del átomo. En 1922 recibió el Premio Nobel de Física por sus trabajos sobre la estructura atómica y la radiación. Numerosos físicos, basándose en este principio, concluyeron que la luz presentaba una dualidad onda-partícula con propiedades mutuamente excluyentes según sea el caso.

[8] **Paul Feyerabend** Epistemólogo austríaco, con un pensamiento con un alto grado de anarquismo y sentido crítico que lo llevarían a postular el anarquismo epistemológico. Es uno de los dos autores de la"Tesis de la Inconmensurabilidad".

QuímicaViva
ISSN 1666-7948
www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar

*Revista **QuímicaViva***
Número 1, año 11, Mayo 2012
quimicaviva@qb.fcen.uba.ar