

REFLEXIONES SOBRE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Pavel Augusto Ritto Mijangos

I. Breve historia de la investigación científica

El hombre moderno (*Homo sapiens sapiens*) tiene tan sólo cien mil años de existencia, pero el primer homínido (*Homo erectus*) tiene ya aproximadamente un millón de años sobre la superficie terrestre. La naturaleza le proporcionó más habilidades para resolver problemas que al resto de las especies a lo largo de millones de años. El cerebro y dos de sus extremidades son en nuestros días dos productos perfectos de la naturaleza.

¿Qué condiciones pudieron crear tales obras maestras? ¿Qué las originó? Existen diversas teorías; sin embargo, la que cuenta con más evidencias científicas a su favor, es la del origen de las especies, de C. Darwin (1809-1892). De acuerdo con esta teoría, el medio ambiente, combinado con el instinto de supervivencia característico de los seres vivos, fue el factor que motivó tal evolución: el origen de todo fue un problema de supervivencia y adaptabilidad. Desde entonces, el hombre está capacitado para superar las condiciones más adversas. Son millones de años de evolución los que produjeron un ser con nuestras cualidades. Las condiciones ambientales cambian y la perfección de la máquina humana no se detiene: nuevas condiciones de vida obligan al ser humano a cambiar y a adaptarse permanentemente; en caso contrario, sabemos que el destino es la desaparición como especie.

Los primeros instrumentos del hombre fueron los que le pudieron proporcionar alimento y seguridad. Estos avances fueron posibles mediante la observación de los fenómenos físicos, químicos, biológicos, fisiológicos, etcétera, del mundo que lo rodeaba. Con el tiempo, tales instrumentos se perfeccionaron, desde las armas de madera, piedra, bronce, hasta las hechas con hierro.

El factor que detonó el desarrollo humano fue la transición de nómada a sedentario. Cuando descubrió que podía sobrevivir sin tener que desplazarse en busca de alimento y seguridad, fue cuando su factor de crecimiento aumentó con el paso del tiempo. Hubo nuevos problemas para este "primer lujo" de la humanidad: la agricultura, la cocina, la domesticación, la vivienda, etcétera. Después de resolver los problemas básicos de supervivencia, el hombre descubrió que la solución de éstos arrojaba nuevas interrogantes. También descubrió que tenía más tiempo para realizar otras actividades, muy distintas de las relacionadas con la supervivencia, como, por ejemplo, la observación de los fenómenos naturales, el preguntarse sobre sí mismo, etcétera.

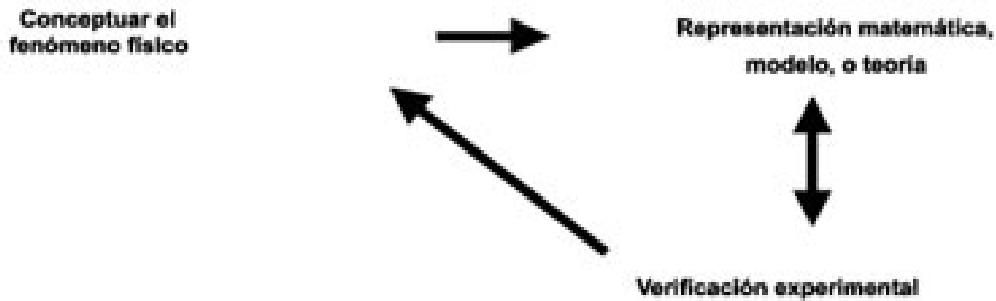


Estos antecedentes nos enseñan que el hombre sabe resolver problemas hace miles de años, y que la herramienta que ha utilizado principalmente, es la observación del mundo que lo rodea (mediante el uso de sus capacidades naturales). Desde entonces, el hombre desvió su atención hacia la indagación del origen de todo lo que lo rodeaba, y del por qué él era distinto del resto de las especies.

Históricamente se sabe que los griegos fueron los que mayor impulso dieron al estudio del pensamiento humano, aunque los hindúes y los chinos también desarrollaron una filosofía del universo que no es tan ampliamente aceptada en nuestros días, más que en el terreno espiritual. Sócrates-Platón (Aprox. 427-347 A. C.), Aristóteles (Aprox. 348-322 A. C.), Arquímedes (Aprox. 287-212 A. C.), Heráclito (Aprox. 540-475 A. C.), entre otros, fueron los que sugirieron los posibles mecanismos lógicos del pensamiento humano y del mundo que los rodeaba. El desarrollo de la geometría, llevado de la mano de Euclides (IV-III A.C.) y Pitágoras (VI A.C.), fue el primer conjunto sistemáticamente armado de conocimientos científicos. Sus aplicaciones más importantes se vieron reflejadas en las construcciones y en el estudio de los astros. N. Copérnico (1473-1543), T. Brahe (1546-1601) y J. Kepler (1571-1630) lograron la primera aportación de significación al estudio de la naturaleza, aplicando solamente la geometría euclideana.

Consecuentemente, Galileo Galilei (1564-1642) sentó las bases de lo que se conoce como investigación científica en la era moderna. Su método consistió en describir matemáticamente los fenómenos naturales y su verificación mediante la experimentación (lo que se conoce en el terreno filosófico como el método inductivo-deductivo). Actualmente se considera que Galileo es el padre del "método científico". Su trabajo, que revolucionó la forma de concebir y estudiar la naturaleza, constituye una de las mayores aportaciones al conocimiento humano. Es el resultado de un largo proceso de aprendizaje del ser humano en conjunto y no un hecho aislado. Lo que hizo Galileo fue desarrollar, lo más que pudo, el

conocimiento que sus predecesores le habían legado. La principal aportación de Galileo a la investigación científica, fue el descubrimiento de un proceso eficaz para la descripción de los fenómenos físicos (ver diagrama de la figura).



La descripción del fenómeno físico mediante aproximaciones sucesivas, es el fundamento de la aportación de Galileo a la ciencia. El procedimiento general es:

1. Al conceptuar se extraen las propiedades básicas del fenómeno que se desea estudiar.
2. Con la matemática se obtiene la capacidad de "predicción": ¿qué pasaría si las condiciones cambiaran?
3. Con la experimentación controlada se trata de reproducir el fenómeno con los parámetros deseados.
4. Con los resultados de las mediciones se puede saber la precisión de la descripción matemática.
5. Esto último ayuda a un mayor entendimiento del fenómeno en sí, y a conceptuar.
6. El ciclo se repite tanto como se requiera.

Los pasos anteriores son lo que en un momento dado representaría la parte fundamental del llamado método científico. Todo lo demás que rodea a la metodología de la investigación científica, concierne a la búsqueda y al orden sistemático del conocimiento y a la transmisión del mismo. Queda claro que lo más importante en la investigación científica, es la indagación de la naturaleza, en busca de fenómenos para ser explicados.

Éste es el primer paso. No se puede hablar de investigación sin interés en la solución de un problema determinado. Después se requiere un aprendizaje del legado de Galileo, para poder hacer un estudio "científico" que es tal, que a largo plazo nos permite una descripción más precisa del fenómeno. Si se quiere, esto es una receta.

Cómo conceptuar, cómo se hace la descripción matemática, modelo o teoría, y cómo se experimenta es algo para lo cual no se puede señalar un solo camino. Sobre todo con la avalancha de nuevas teorías físicas a las que dieron origen la Mecánica Cuántica y la Teoría de la Relatividad (en sus dos versiones), que han cuestionado aspectos muy profundos de la realidad. Por esto, en los últimos años se sigue debatiendo acaloradamente si existe algo llamado "método científico", y, si lo hay, en qué consiste.¹

Esto nos debe motivar a despertar en los alumnos su interés por lo que los rodea y su deseo por explicarlo, más que forzarlos a aprender teorías de la investigación científica o método científico en la forma en la que se hace tradicionalmente. Es más importante despertar la curiosidad, la creatividad, la observación y el razonamiento. En pocas palabras, enseñarlos a pensar en vez de rellenar sus mentes con información incierta.

II. La investigación científica moderna

Teléfonos celulares, clonación, plasma, la estación espacial, virus informáticos, inteligencia artificial, láseres, agujeros negros, satélites, esto y más es lo que caracteriza nuestra vida moderna. Es imposible negar que estamos rodeados de productos tecnológicos y de información de índole científica. Pero, ¿qué tan involucrados estamos?, ¿el avance tecnológico nos controla o nosotros tenemos la capacidad de utilizar este conocimiento para nuestro provecho, es decir, para mejorar nuestro nivel de vida?

¿En qué grado somos conscientes de nuestro entorno y del mundo en el que vivimos? ¿Qué hacemos para que nuestro país sea un protagonista del desarrollo tecnológico y del avance de la ciencia? Sabemos que son muchos los beneficios que el hombre ha recibido con el desarrollo de la ciencia. También sabemos que el abuso y mal uso del conocimiento científico han traído males para la humanidad, como son las armas de destrucción masiva y los alimentos artificiales. Los países más desarrollados en el aspecto científico y tecnológico, se alejan cada vez más de nuestros países del tercer mundo; ellos son más ricos y poderosos, y nosotros, más pobres e ignorantes.

¿Qué hacer para que la diferencia en desarrollo tecnológico con estos países se reduzca en vez de incrementarse?
¿Existe una solución o estamos condenados a ser absorbidos completamente por nuestro país del norte (lo cual se ve venir día con día)? ¿Quiénes pueden realizar este cambio? ¿Cuándo se debe comenzar? ¿Por dónde empezar? ¿Cuánto costará?

Hemos sido espectadores del desarrollo del mundo moderno. Alemania y Japón fueron destruidos completamente en la Segunda Guerra Mundial; sin embargo, hoy son protagonistas. Hong Kong, China, Vietnam y Singapur hace 20 o 30 años estaban sumidos en la miseria, pero hoy son protagonistas. Hace 80 años que México quiere serlo, pero hoy no lo es, ¿por qué?

Nuestro país era de los más ricos en recursos naturales hasta hace unas décadas, pero día con día éstos se van agotando. Los mexicanos (¡y las mexicanas!) no entienden, en su mayoría, que todos los países desarrollados apoyan de manera primordial la investigación científica, ya que ésta es el detonador de su crecimiento en otros aspectos. ¿Qué se hace en ciencia en los países desarrollados?, ¿a dónde dirigimos? No podemos comenzar desde el principio. Debemos adquirir el conocimiento ya generado por los países líderes. ¿Cómo?

Después de la Segunda Guerra Mundial, Japón emprendió un plan de desarrollo que le dio los resultados que vemos actualmente. Su crecimiento no se realizó de un día para otro. El plan consistió en: 1) invertir en la capacitación de sus jóvenes en el extranjero, y después ofrecerles un buen empleo, y 2) fomentar una cultura de competitividad, produciendo aparatos de uso común con la misma calidad, pero más baratos. Actualmente Japón: 1) ya no tiene que enviar a sus estudiantes al extranjero, sino que jóvenes de otros países anhelan educarse ahí, y 2) ya no tiene que copiar tecnologías, sino que él mismo las desarrolla.

Japón no tiene recursos naturales. Este país oriental no tiene petróleo, pero, en cambio, tiene una de las industrias petroquímicas más importantes a nivel mundial. A México todavía le quedan recursos naturales, todavía le queda petróleo, pero sigue siendo pobre. Seguimos vendiendo petróleo barato a nuestro vecino del norte para después ¡comprárselo a un precio mayor!

III. La investigación científica en México

México lindo y querido, dice la canción. Basta con salir a la calle, prácticamente en la mayor parte del territorio mexicano, para darnos cuenta de que la letra de la canción ya no es tan cierta. ¿Qué se puede hacer para cambiar esta realidad? ¿Qué se está haciendo? Hemos visto que buena parte de la solución está en la inversión en ciencia y tecnología, pero eso no es todo. Hace falta un cambio de mentalidad en la gente, pues, como vimos en I, no se puede hacer investigación científica si no hay motivación e interés para hacerla. ¿Cómo hacerlo?

Una forma posible de detonar el cambio en la mentalidad del mexicano, es mediante la interacción con otros ambientes. Se comentó antes que el hombre es observador por naturaleza, y también que es una máquina que aprende a través de la experiencia con su entorno. Es necesario distribuir el conocimiento y la tecnología a lo largo y ancho del territorio mexicano, para forzar un cambio de mentalidad. Recordemos que las especies que no se adaptan a su medio ambiente, se extinguen.

Estamos saturados de información científica y tecnológica. El problema es que hace falta EDUCACIÓN en ciencia y tecnología; que la gente observe y entienda los usos y beneficios de la ciencia y la tecnología, y que ella misma puede generarlas. Es necesario que los programas educativos contemplen este paradigma. En México, la investigación científica y tecnológica se limita a unos cuantos que son conscientes de la importancia de dedicarse a esta actividad.

Se requiere urgentemente multiplicar este número. Para ello, es importante fomentar la ciencia y la tecnología en todos los niveles de la educación. Se han hecho esfuerzos, pero no es suficiente. Si queremos cambiar a los alumnos, primero hay que cambiar a los profesores y su sistema de enseñanza. El docente es el profesionista más anticuado que hay: sigue enseñando igual que hace 400 años. Si entendieran que ellos mismos pueden y deben generar la educación científica, las cosas cambiarían.

Ya que los maestros no se modernizan, vemos cómo día con día son sustituidos por la computadora, el Internet, la televisión por cable, las revistas. Día con día el docente se está extinguiendo, y no se da cuenta. Los dinosaurios tampoco se dieron cuenta, hasta que un día desaparecieron. Pero los dinosaurios no tenían nuestra inteligencia. O nos adaptamos al mundo actual o desapareceremos. Una forma de hacerlo es que los docentes se involucren más en la ciencia y la tecnología y determinen cuál es su nueva función en el mundo actual. Éste puede ser el primer paso para el desarrollo de la investigación en México. De otra forma, la investigación está condenada a ser una actividad aislada, propia de gente considerada como desubicada y rara.

A veces se piensa que en nuestros genes traemos algo que nos impide desarrollarnos como los países del primer mundo. Esto es falso. En México se está generando ciencia y tecnología por los mismos mexicanos, pero no es suficiente. Científicos exitosos en el extranjero, premiados internacionales, organización de congresos internacionales, inventos, descubrimientos, colaboraciones. Hay muestras de que el problema no está en la genética, sino en la mentalidad del mexicano. Lo que falta es multiplicar la producción científica y tecnológica. Al haber más gente interesada e involucrada con la ciencia y la tecnología, se tendrán que invertir más recursos federales, y eso, a su vez, propiciará un desarrollo constante.

Estamos a tiempo de corregir el rumbo y enfocar los esfuerzos de todos nosotros en el desarrollo del país.

Agradecimientos

A mis alumnos del curso de metodologías; al Ing. José Luis Orta Acuña, director de la Facultad de Ingeniería; al Prof. Andrés Salazar Dzib, encargado de la Secretaría Académica, y al Dr. Francisco Ortega Quijano, responsable de la Dirección de Investigación y Posgrado de la Unacar, por las facilidades otorgadas para elaborar este artículo.

¹ Dos de los pensadores más famosos de finales del siglo pasado, Karl Popper (1902-1993) y Roger Penrose (1936-¿?), han hecho aportaciones importantes al respecto.

Fuentes de información

Academia de ciencias de Cuba. Academia de ciencias de la URSS. *Metodología del conocimiento científico*. México, Presencia latinoamericana, 1985.

Pérez Tamayo, Ruy. *¿Existe el método científico?: historia y realidad*. México, El Colegio Nacional-FCE, 1990.

Disponible también en Internet en
<http://dieumsnh.gfb.umich.mx/MCIENTIFICO/> .

Rius. *Cómo acabar con el país (sin ayuda extranjera)*. México, Grijalbo, 2003.

Smalheiser, Ken. "Building a sustainable future". *Forbes*. Vol. 172, núm. 5. 2003. pp. 129-144.

Sobel, Dava. *La hija de Galileo: una nueva visión de la vida y obra de Galileo*. Madrid, Debate, 1999.