

Las consecuencias científicas, filosóficas y políticas de los aportes de Galileo

Francisco Melgar Brizuela

Introducción

El presente año, 2009, ha sido nominado como Año Internacional de la Astronomía. La justificación de esto la encontraremos si nos remontamos 400 años. Antes de esta fecha las observaciones del cielo se hacían a simple vista; sin embargo, para 1609 el famoso científico italiano Galileo Galilei (1564-1642) ya había construido su propio telescopio astronómico; desde sus primeras observaciones comprobó que la superficie de la Luna presentaba muchas irregularidades como protuberancias, depresiones, cráteres (similares a los de la tierra); es decir, no era perfectamente llana ni esférica, para decepción de algunos poetas y escuelas filosóficas de la época. Luego

construyó una versión mejorada de este instrumento y el 10 de enero de 1610 apuntó con este hacia el planeta Júpiter (el más grande de nuestro sistema solar) y encontró tres puntos luminosos, cercanos al planeta, que en un primer momento creyó que se trataba de pequeñas estrellas. Al día siguiente volvió a observar y encontró que eran cuatro; y luego constató que no eran estrellas sino «lunas» que además de seguir el movimiento celeste del planeta giraban alrededor de él. En realidad, lo que Galileo había observado eran las cuatro principales lunas de Júpiter: Io, Europa, Ganímedes y Calixto, las cuales fueron reconocidas por la posteridad como las «lunas de Galileo».

Galileo continuó perfeccionando su telescopio, lo que le permitió ser

el primero en observar centenares de nuevas estrellas y realizar importantes descubrimientos astronómicos como las fases de Venus, los anillos de Saturno, las manchas solares, la rotación del Sol y otros que publicó en su obra *Sidereus Nuntius*. «Podemos imaginar lo que esto supuso en la observación del Cosmos: una nueva ventana al Universo, gracias a la cual se comenzó a dibujar una innovadora forma de abordar la Astronomía»,¹ no con elucubraciones sino con observación científica.

Por todo esto, el aporte de Galileo a la ciencia y la filosofía, y por la enorme fuente de conocimiento científico y desarrollo tecnológico que ha constituido para la humanidad el estudio de la Astronomía, es que en todos los países del mundo se está celebrando el Año Internacional de la Astronomía. La UES, a través de la Escuela de Física de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, está realizando sus mejores esfuerzos para contribuir al logro de los objetivos de esta celebración.

1. Telmo Fernández Castro, *Historias del universo*, Editorial Espasa Calpe, Madrid, 1997, p. 123.

La ciencia experimental y el capitalismo

El capitalismo es ese sistema económico en el cual el capital se apodera de la primacía en los asuntos relacionados con la producción. Cuando se quiere caracterizar un sistema económico se debe responder a las siguientes preguntas: 1) ¿qué se produce?; 2) ¿cómo se produce?; 3) ¿para quién se produce? En el sistema capitalista la producción (lo que se produce, la forma de producir y el destino de lo producido) tiene un objetivo determinado: incrementar, a través de la mayor ganancia posible, el capital de los dueños de los medios de producción. ¿Por qué la industria farmacéutica no produce vacunas para el dengue? La respuesta es simple: el dengue es típicamente una enfermedad de gente pobre. Como sabemos, este es un sistema fracasado (la actual crisis económica lo confirma) pero va a seguir funcionando por un tiempo más o menos largo debido a que continúa generando grandes ganancias a un reducido sector de la población mundial. Eliminarlo completamente no será tarea fácil, por lo que conviene conocer al menos algunos aspectos de su origen, evolución y problemas actuales.

¿Cuándo surge el capitalismo?
El capitalismo surge en el siglo xvi

como una consecuencia del descubrimiento y la conquista de América, que le genera a la Europa de aquella época enormes riquezas provenientes del saqueo de los recursos naturales de nuestro continente. Los pilares fundamentales para el desarrollo de este sistema fueron el renacimiento científico, el renacimiento filosófico y el renacimiento cultural.

La revolución científica

Durante las primeras etapas del capitalismo la ciencia estaba poco desarrollada. El Cálculo Diferencial e Integral era desconocido para las Matemáticas. En otras áreas como la Física, la Química, la Biología y la Medicina solo se disponía de conocimientos empíricos que en su conjunto no constituían una disciplina científica, al menos no en el sentido que se le asigna a una ciencia a partir de Kant: «Un conjunto ordenado de conocimientos que tiene un objeto de estudio propio, una teoría para tratar su objeto de estudio, y un método propio que le permite incrementar y aplicar sus conocimientos y transformar su objeto». Por tanto, el desarrollo capitalista necesitaba como condición *si ne qua non* del surgimiento de la Física, la Química y la Biología como disciplinas científicas

y del avance de la Matemática para sustentar dicho desarrollo. «En la nueva época, cuando bajo la influencia de las necesidades de la naciente sociedad capitalista, aparecen las ciencias experimentales, comienza una esforzada búsqueda de métodos de investigación empírica».² De manera que, el surgimiento y avance del capitalismo demandó la aplicación de los métodos experimentales y la construcción de una ciencia con alguna capacidad predictiva y de descubrimiento de nuevos hechos y fenómenos.

Galileo es considerado el Padre de la Física, porque con él esta disciplina (a través de la Mecánica y la Astronomía, ramas de la Física) alcanzó el estatus de Ciencia. Fueron muchos y muy importantes los aportes de Galileo al desarrollo de la Física. Necesitaríamos varias páginas para describirlos, solo mencionaremos que contribuyó al estudio de la cinemática, de la caída libre de los cuerpos, la determinación del valor de la gravedad y el estudio del péndulo. Este último constituyó la base para la invención del reloj y la construcción de gravímetros. Fue también un pionero de los Métodos Matemáti-

2. Academia de Ciencias de Cuba, *Metodología del conocimiento científico*, Ed. Presencia Latinoamericana, México, D.F., 1985, p. 5.

cos de la Física y de la observación y experimentación científicas, es decir, de la metodología de la ciencia.

Estructura del método científico de Galileo

«La mayor aportación de Galileo a la metodología de la ciencia fue la unificación de las investigaciones teóricas y experimentales en un todo único. Al situar el experimento como base del conocimiento científico, Galileo no despreciaba el papel de la teoría. Por el contrario lo específico de su método consiste en el enfoque teórico del planteamiento del experimento y de la elaboración de los datos experimentales. Según Galileo, el experimento solo tiene valor científico cuando se convierte en objeto de interpretación teórica.»³

El método científico de Galileo se sintetiza en los siguientes pasos:

1. Partiendo de los datos de las investigaciones y del experimento burdo (o experimento de prueba) se crea el modelo ideal del experimento que es realizado más tarde, y de ese modo queda precisado.

2. Mediante la reiterada repetición del experimento se observa (se obtiene) el promedio de las magnitu-

des medidas, en las que se introducen correcciones teniendo en cuenta los diversos factores perturbadores.

3. Las magnitudes obtenidas por medio del experimento son el punto de partida al formular la hipótesis matemática, de la que se deducen las consecuencias mediante razonamientos lógicos.

4. Estas consecuencias se comprueban después en el experimento y sirven de confirmación indirecta de la hipótesis adoptada.⁴

Como puede observarse, aquí tenemos los fundamentos del método hipotético-deductivo con el que trabajan actualmente la matemática y las ciencias experimentales. Albert Einstein reconoció el gran aporte metodológico de Galileo.

La contribución del método científico propuesto por Galileo y sobre todo el proceso de investigación teórico-experimental fue de gran importancia para el desarrollo de las fuerzas productivas del naciente capitalismo en Europa; pero es necesario aclarar que el objetivo de Galileo estaba enfocado en la investigación científica y no en el establecimiento de un sistema económico de explotación. También es necesario señalar que el surgimiento del capitalismo

3. *Ibíd.*, p. 73.

4. *Ibíd.*, p. 74.

constituyó una etapa revolucionaria de la historia de la humanidad, porque liberó y desarrolló las fuerzas productivas que estaban restringidas en el sistema feudal o sistema de servidumbre. En dicho sistema se consideraba que el valor de la riqueza estaba centrado en la propiedad de la tierra y se despreciaba el valor del trabajo. El sistema capitalista comenzó reconociendo el aporte del trabajo en la construcción de la riqueza material, pero luego priorizó el capital sobre el trabajo, lo que permite a los dueños de los medios de producción apropiarse de la plusvalía generada por los trabajadores.

En su evolución el capitalismo creció y se benefició con la ciencia. También financió las investigaciones científicas. Entre ambos surgió una relación de interdependencia pero manteniendo el primero la hegemonía, es decir que las empresas y las universidades (salvo algunas excepciones) apoyaron aquellas investigaciones que estaban en correspondencia con los intereses de este sistema. No sería justo si se negara que aun en estas circunstancias la ciencia creció grandemente a lo largo de estos últimos cuatro siglos, pero tampoco se puede negar que en la actualidad la ciencia se encuentra prisionera y al servicio de los intereses de las grandes corporaciones internacio-

nales. Los beneficios que la humanidad ha recibido de la ciencia se han dado de manera indirecta, más por el trabajo de los científicos que por consecuencia del sistema económico mencionado. El fracaso actual del neoliberalismo, y del capitalismo en general, plantea el reto de romper las ataduras que ligan la ciencia a dicho sistema y liberarla para poner sus potencialidades al servicio de la humanidad.

La revolución intelectual

Los aportes de Galileo provocaron una revolución filosófica importante, no solo en el aspecto epistemológico sino también en la concepción antropológica, en la ideología religiosa y en la interpretación del cosmos. Por ejemplo, el método de Galileo implicaba la no aceptación de explicaciones extracientíficas y por tanto, la Biblia no es más que un referente de conocimiento científico como tampoco lo es la autoridad religiosa. Otro cambio importante ocurre en la concepción del cosmos. Desde tiempos prehistóricos hasta la segunda mitad del siglo xvi casi todos los pensadores creían que la tierra estaba fija en el centro del universo y que todos los cuerpos celestes giraban a su alrededor. A finales del siglo xvii la mayo-

ría de los pensadores había llegado a creer que la Tierra era el tercer planeta que revoluciona alrededor del Sol, que tarda un año en describir su órbita y que además gira alrededor de su eje una vez al día. ¿Cómo se dio ese cambio? En 1543 Nicolás Copérnico, un astrónomo polaco, publicó su obra *De Revolutionibus Orbium Caelestium*, que adoptaba la teoría heliocéntrica y que más tarde sería comprobada por Kepler, Galileo y Newton.

Este lapso de tiempo, que comienza con Copérnico y finaliza con Newton, es considerado como el período de la Revolución Científica o Revolución Copernicana. Pero hay que tomar en cuenta que debido a la relación existente entre ciencia y filosofía, las revoluciones científicas generan transformaciones filosóficas importantes. Por eso, Butterfield (1949) sostiene que esta revolución ha sido «la más importante transformación intelectual en la historia de la humanidad» y proporciona las siguientes razones:

1. La ciencia se convierte en la fuerza cultural determinante para el dominio de las sociedades humanas en cualquier parte de la Tierra.
2. Esta transformación es de carácter multidisciplinario. Esta

transición de un punto de vista geocéntrico a otro geocinético involucra no solo disciplinas científicas, sino otras disciplinas y actividades: filosofía, teología, religión, arte, literatura, tecnología, industria, comercio y, en general, modifica la imagen que la humanidad tiene de sí misma.⁵

Transitando por la crisis

Con la llegada de la época moderna, el pensamiento filosófico y científico sufre modificaciones sustanciales. Respecto al hombre no solo se busca una teoría basada en principios generales sino también en observaciones empíricas y de igual manera respecto a la naturaleza. La obra de Copérnico dará origen a una crisis del pensamiento antropológico que persistirá, al menos, hasta el siglo XIX. «La cosmología, el sistema heliocéntrico introducido por Copérnico, representa la única base sana y científica para una nueva antropología».⁶ La pretensión del hombre de constituir el centro del universo pierde todo su fundamento. El hombre

5. Maurice A. Finocchiaro, *Galileo on the world systems*, University of California Press, Los Angeles, 1984, p. 2.

6. Ernst Cassirer, *Antropología filosófica*, Fondo de Cultura Económica, México, 1993, p.33.

se encuentra en un espacio infinito en el cual su ser no parece otra cosa que un punto perdido en la inmensidad. El escepticismo y el agnosticismo encontraron la ocasión propicia para fortalecerse:

- «Nada mejor para humillarnos y para quebrantar el orden de la razón humana que una mirada sin prejuicios del universo infinito (Michael de Montaigne).
- ¿Se puede imaginar algo más ridículo que esta miserable y frágil criatura, quien lejos de ser dueña de sí misma se halla sometida a la injuria de todas las cosas, se llame a sí misma dueña y emperatriz del mundo, cuando carece de poder para conocer la parte más ínfima, y no digamos para gobernar el conjunto? (Raimundo Sabunde)».⁷

Las palabras de Montaigne sirvieron para la reflexión y el subsiguiente desarrollo de la teoría del hombre. Giordano Bruno señaló la ruta por la que había de transitar la metafísica moderna. Con Bruno lo infinito dejó de ser algo negativo (sin límites, sin forma, indeterminado), por el contrario, «significa la inmensurable e inagotable abundancia de

la realidad y el poder ilimitado del intelecto humano».⁸

Bruno interpretó la teoría copernicana como el primer paso decisivo para la autoliberación del ser humano. Este filósofo italiano, quizá el mejor representante del panteísmo de la época renacentista, exacerbó aun más la crisis, no solo del pensamiento filosófico sino también del teológico. El punto crítico se basaba en su concepción del universo infinito y en la nueva forma de conceptualizarlo infinito. ¿Cuál es el centro de una línea infinita? Si el universo es infinito, entonces no tiene centro, la tierra no es más el centro del universo, el hombre no es el centro de la creación de Dios y el Vaticano no es el centro del poder de Dios sobre la tierra. Bruno nunca negó la existencia de Dios, pero fue incomprendido en su época. Por ejemplo, afirmó: «Las ideas humanas, por su parte son sombras y reflejos de las ideas divinas, aunque el conocimiento humano es capaz de progresar y profundizar en proporción a la elevación de la mente desde los objetos de la percepción sensible hacia la unidad divina originaria, que, no obstante, es en sí misma impenetrable por el entendimiento humano».⁹ Fue con-

7. Citados por Ernst Cassirer, *Ibíd.*, p. 33

8. *Ibíd.*, p. 35

9. Frederick Copleston, *Historia de la*

denado a la hoguera y murió el 17 de Febrero del año 1600.¹⁰

Galileo, Descartes, Leibniz y Spinoza contribuyeron a la solución de este problema. Con la creación del cálculo infinitesimal e integral, la Matemática enfrentó el problema de lo infinitamente grande y de lo infinitamente pequeño. Diderot, uno de los grandes representantes de la filosofía de la ilustración, comienza a poner en duda algunos ideales de esta. «Considera que hemos sobreestimado demasiado nuestros métodos lógicos y racionales».¹¹ Propone una nueva forma de hacer ciencia, basada en la observación de los hechos.

En el siglo XIX, con el avance logrado por la química, la matemática y la física, el mayor nivel científico alcanzado por las ciencias biológicas y el apareamiento de la obra *El origen de las especies* de Darwin, se tuvo la impresión de que «el verdadero carácter de la filosofía antropológica se había fijado de una vez para siempre».¹² Pero luego surgirían nuevos problemas tales como la interpretación metafísica del fenómeno de la evolución y de la cultura humana.

filosofía, vol. III, pp. 247-252.

10. *Ibíd.*, p. 248

11. Ernst Cassirer, *Ob. cit.*, p. 37.

12. *Ibíd.*, p. 42

A modo de conclusión

La ciencia, la filosofía, la economía y la cultura son sistemas dinámicos que continuaron y continuarán cambiando con la humanidad, mediante procesos de continuidad o de rupturas y revoluciones. Galileo y otros genios de su mismo talante nos han dotado de la capacidad de análisis para interpretar la realidad, la cual nos permite concluir que hasta este momento histórico que nos ha tocado vivir, la ciencia, la filosofía y la cultura han estado, en gran medida, al servicio del interés económico. Esta situación fue claramente entendida por Einstein, quien además de ser un gran científico fue también un filósofo y un profundo conocedor de la sociedad humana. Einstein sabía que el capitalismo era un sistema inviable (lo expresó en diferentes artículos); sin embargo, así como en el caso de la teoría de la relatividad, la humanidad tarda algún tiempo en comprender la verdad de algunos planteamientos de filósofos y científicos; pero, afortunadamente, cada día va quedando más claro que el sistema económico y político actual necesita, con urgencia, cambios estructurales profundos antes de que sea demasiado tarde, antes que la destrucción del medio ambiente alcance

niveles de irreversibilidad, antes de que sea imposible alcanzar la paz y la armonía social en este planeta sin necesidad de destruirlo. Por tanto, es cuestión de la supervivencia de la

especie humana liberar la ciencia y el pensamiento filosófico del sistema económico y político que no les permite dedicarse al ciento por ciento al servicio de la humanidad.