Guillermo Coronado

El ingeniero ante el conocimiento (segunda parte)

Resumen.

El trabajo que sigue trata de la forma en que un grupo de ingenieros plasma la relación entre su quehacer y el conocimiento, entre el saber empírico y el científico. Consta de una serie de seis breves ensayos, dividida en tres partes, sobre ingenieros, artistas y científicos de los siglos XV a XVII, quienes, no obstante, presentan unas líneas comunes en su manera de enfrentar el conocimiento. Desde el punto de vista cronológico el más antiguo es Leonardo Da Vinci y el más reciente Galileo Galilei. Pero, en virtud de la trama conceptual que se plantea, se arranca con Tartaglia y se cierra con Galileo dada la conexión arquimedeana en su quehacer y pensamiento.

Palabras Claves: Ingeniería, conocimiento, Simon Stevin, Tartaglia, Galileo.

Abstract

The work that follows is about how a group of engineers that captures the relationship between his work and knowledge, between the empirical and scientific knowledge. It consists of a series of six short essays, divided into three parts, of engineers, artists and scientists from the fifteenth to seventeenth centuries, who, however, have some common lines in their way of dealing with knowledge. From the point of view is the oldest chronological Leonardo Da Vinci and Galileo Galilei latest. But under the conceptual framework that arises, is started with Tartaglia and closes the connection given Archimedean Galileo in his work and thought.

Keywords: Engineering, Knowledge, Simon Stevin, Tartaglia, Galileo.

IV. El ingeniero ante el conocimiento: el caso de Simón Stevin de Brujas

En esta nueva consideración en torno a la relación entre el ingeniero y el conocimiento, interesa destacar a Simón Stevin de Brujas, nacido en1548 y muerto en 1620 (4), y su experiencia relativa a la cuestión de la caída de los graves. Es decir, una experiencia sofisticada que supone una teoría; un auténtico experimento en el sentido moderno. Pero también el caso de un ingeniero enfrentando a un científico, el más connotado de los científicos-filósofos de la antigüedad, Aristóteles.

En particular, se trata de una de las dos leyes aristotélicas formuladas para comprender el movimiento de caída de los graves, o cuerpos pesados, a saber, que los "cuerpos pesados caen con velocidad proporcional a sus pesos"; la otra afirma que los "cuerpos caen con velocidad inversamente proporcional a la densidad del medio". Por supuesto, Aristóteles presupone

ciertas condiciones importantes, como que se está ante dos posibles situaciones: a- cuerpos de distinto pesos cayendo en el mismo medio, por ejemplo, aire; y b- el mismo cuerpo, es decir de mismo peso, cayendo en medios de diferente densidad: aire, agua, o aceite. Adicionalmente, supone que la resistencia del medio es vencida por la fuerza o peso del cuerpo, pues si ello no es así simplemente no habría movimiento o caída.

Simon Stevin

En concreto, Stevin de Brujas se enfrenta a la primera de las leyes de Aristóteles y por ende intenta mostrar si los cuerpos caen según esa proporcionalidad. El crucial experimento realizado por Stevin es como sigue según su propia descripción:

> "... tomemos... dos bolas de plomo, una de ellas diez veces mayor en peso que la otra, las dejamos caer juntas desde una altura de treinta pies sobre una tabla o algo parecido, con lo cual se produzca un sonido claro, y se verá que la bola más ligera no tarda diez veces más que la más pesada en caer, sino que caen tan simultáneamente sobre la tabla, que los dos ruidos aparecen como una sola sensación sonora". (5)

El ingeniero autodidacta, aunque en algún momento buscó infructuosamente –como Tartaglia-, retroalimentación de parte de los eruditos, "derrota" con su experiencia al gran científico-filósofo de la antigüedad.

Por cierto, esta no es la primera vez que se rechazaba la proporcionalidad en cuestión, como se desprende de la siguiente afirmación de Juan Filópono (bizantino del siglo sexto de nuestra era.)

> "[Según Aristóteles]... cuando cuerpos de peso diferente se mueven a través del mismo medio, los tiempos de sus movimientos son inversamente proporcionales a sus pesos. Por ejemplo, si su peso se doblara, el tiempo requerido sería la mitad. Pero eso es totalmente erróneo, como puede verse

> por la observación real de manera más efectiva que por cualquier género de argumento verbal. Pues, si se dejan caer dos pesos desde la misma altura, uno de ellos varias veces más pesado que el otro, veremos que los tiempos en los que se realiza el movimiento no están en ninguna proporción que dependa de la razón de sus pesos, sino que la diferencia real de tiempo es muy pequeña". (6)

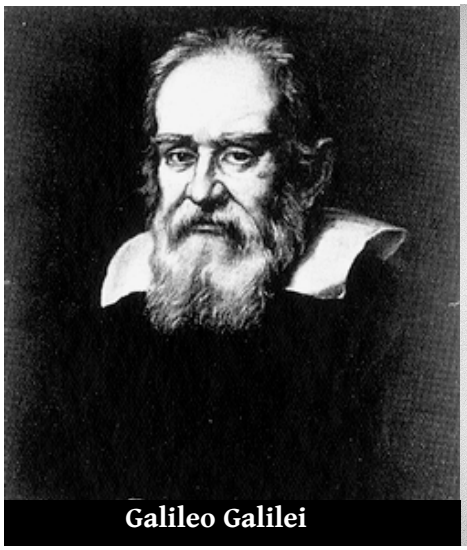
Ahora bien, en el caso del crítico de la antigüedad no queda claro la realización o no de la experiencia a pesar de la expresión "veremos" que aparece en el texto; bien podría ser la simple aplicación del sentido común junto a la fuerza del razonamiento. Sí es claro el rechazo de la proporcionalidad de Aristóteles. Pero también lo es que la observación de Filópono no hace mella en la dinámica aristotélica y ella sigue reinando por muchos siglos más. En especial, porque no se propone una explicación alternativa. (7)

Por el contrario, no se puede dudar de la realización de la experiencia, mejor aún, experimento de Simón Stevin. La descripción remite a la ejecución de todo un arreglo artificial para poner a prueba la tesis de Aristóteles; por ello afirmamos que se está ante un estricto experimento en el sentido moderno del término. Pero de manera más interesante, Stevin hace un arreglo experimental que busca ser más controlable, esto es, no solamente por el sentido de la vista sino también por el del oído. En efecto, la tabla o tarima de madera –agregamos nosotros-, tiene como razón de su diseño y construcción reforzar la posibilidad de control de los resultados. En consecuencia, en el arreglo experimental de Stevin no solamente la vista sino el hecho de que "los dos ruidos aparecen como una sola sensación sonora", confirman la falsedad del aserto del estagirita. El control de lo experimental se manifiesta en grado sumo.

No obstante, se debe reconocer que Stevin tampoco proporciona una explicación del fenómeno de caída en cuestión, es decir, no ofrece una nueva ley de caída de los graves que sustituya a la proporcionalidad o ley de Aristóteles. Pero el impacto de su trabajo no se pierde, como sucedió con Filópono, por la investigación ulterior de su contemporáneo Galileo Galilei.

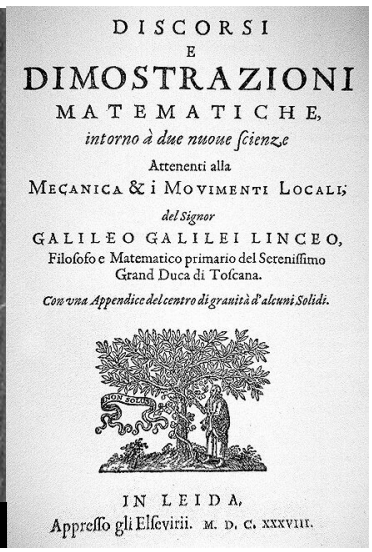
V. El ingeniero ante el conocimiento: la relación Tartaglia-Galileo

Galileo Galilei (1564-1642), ejemplifica al científico teórico que no desprecia lo práctico y emula la actividad del ingeniero. Por ello trabajará sobre los elementos planteados por los ingenieros de nuestra historia, Tartaglia y Stevin, resolviendo en última instancia la cuestión de la caída de los graves y la trayectoria de los proyectiles. Pero antes de tratar tal solución se debe establecer la conexión entre el enfoque ingenieril y Galileo.



Galileo Galilei

En un contexto biográfico, recordemos que Tartaglia tiene entre sus discípulos a un artista matemático, Ostilio Ricci de Fermo (1540-1602), profesor de la Academia florentina de dibujo, quien a su vez enseña matemática a un ex estudiante de medicina de la Universidad de Pisa, a saber Galileo. En consecuencia, Galileo será un practicante de las matemáticas no en la tradición clásica, la euclideano-platónica de la contemplación de las formas perfectas, sino del enfoque de Arquímedes, de la aplicación de las matemáticas a la resolución de problemas que pueden tener una dimensión práctica. Muestra de esta conexión está en sus primeras investigaciones científicas, a saber, los "Teoremas acerca del centro de gravedad de los sólidos" y la "Bilancetta", que con sus títulos mismos denotan la influencia de Arquímedes.


DISCORSI
E
DIMOSTRAZIONI
MATEMATICHE,
intorno à due nuoue ſcienze
Attenenti alla
MECANICA & i MOVIMENTI LOCALI;
del Signor
GALILEO GALILEI LINCEO,
Filoſofo e Matematico primario del Sereniſſimo
Grand Duca di Toſcana.
Con vna Appendice del centro di grauità d'alcuni Solidi.
IN LEIDA,
Appreſſo gli Elſeuirii. M. D. C. XXXVIII.

Discorsi e dimostrazioni matematiche, intorno à due nuove scienze, 1638

Por otra parte, Galileo en una etapa temprana de su carrera como profesor

universitario en Padua, hacia 1597, inventa un compás geométrico-militar, una especie de regla de cálculo para satisfacer las necesidades de los artilleros, el que no solamente vende con cierto éxito sino que muestra que Galileo no es un simple teórico, sino un claro heredero de la tradición ingenieril en el espíritu de Tartaglia. En 1606 publicará un opúsculo exponiendo su invención, La operación del compás geométrico-militar. Y al año siguiente

Niccolò Fontana Tartaglia

iniciará gestiones en contra de supuestos plagiarios quienes fueron condenados por las autoridades de Venecia encargadas de los asuntos universitarios.

Desde una perspectiva temática, la presencia del estilo de pensamiento ingenieril en Galileo se hace patente en su homenaje al Arsenal de Venecia con que inicia su libro de 1638, *Discursos y demostraciones matemáticas sobre dos nuevas ciencias*, conocida también como *Diálogos sobre dos nuevas ciencias*; obra en que comunica la resolución a los problemas antes mencionados. En este caso el texto es un diálogo entre dos de los tres interlocutores de la obra, a saber, Salviati, vocero de Galileo y Sagredo, el inquieto y curioso intelectual – no aparece Simplicio el representante de las tesis tradicionales:

> "Salviati. Extenso campo de investigación ofrece a los entendimientos estudiosos la constante actividad de vuestro famoso arsenal, venecianos, y muy particularmente en lo que a la mecánica se refiere: puesto que aquí se halla, entregado constantemente a la construcción de toda clase de artefactos y de máquinas, un gran número de artesanos, entre los cuales forzosamente ha de haber algunos muy peritos y con gran habilidad en la exposición, no sólo a causa de las observaciones realizadas por sus antecesores, sino también en virtud de las que ellos mismos van continuamente haciendo.

> Sagredo. Estás en lo cierto. Y yo, que soy curioso por naturaleza, visito con frecuencia estos lugares, por mero pasatiempo, y para observar la labor de estos a quienes nosotros, por la superioridad que tienen sobre los demás artesanos, llamamos "principales". El trato con estas gentes me ha ayudado más de una vez en mis investigaciones sobre la razón de algunos hechos, no sólo maravillosos, sino también recónditos y aún increíbles. También es verdad que a veces me han dejado perplejo y sumido en la desesperanza de llegar a comprender, cómo se explica aquello, cuyas razones no alcanza mi entendimiento, pero cuya verdad atestiguan mis sentidos". (8)

Si desmenuzamos el texto, se tiene que Galileo está reestableciendo la fecunda relación entre experiencia y teoría que se daba en los primeros momentos de la ciencia y filosofía griega, en los siglos VI y V A.C. Relación que lamentablemente se interrumpió en el siglo de oro de Atenas, el siglo IV A.C., en especial por los planteamientos de Platón y Aristóteles. En efecto, el primero, y como muestra definitiva, en la *República*, libro séptimo, al discutir la naturaleza de la astronomía no solamente rechaza toda justificación práctica de la misma, sino que declara que para hacer astronomía no se debe perder el tiempo observando los cielos sino construir modelos geométricos. (9) O bien, cuando Aristóteles demerita el trabajo manual de los artesanos al contraponerlo al quehacer teórico. ¡Qué lejos se está de las investigaciones con vocación práctica de Arquímedes! Obviamente, Galileo Galilei no podía sentirse cómodo operando dentro de un enfoque tal. Y por el contrario, se inclinaría por un enfoque teórico-práctico del pensamiento científico de nuevo estilo. Este enfoque nuevo se discute en la siguiente y última parte de este trabajo.

Este trabajo se origina en una serie de conferencias sobre el tema de la ingenieria y la ciencia ofrecidas en el curso Introducción a la Ingeniería y la Ciencia, de la Facultad correspondiente en la Universidad de Costa Rica. Luego, algunas de sus partes aparecieron como contribuciones a la columna Perspectivas, en el Informatec, del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Agradezco a ambas instancias por la oportunidad de continuar el tema que se culmina con esta publicación.

Notas.

(4) Simón Stevin de Brujas, también ingeniero militar autodidacta, tenedor de libros, quien por su gran éxito llega a ser consejero del gran príncipe Mauricio de Nassau e Intendente del ejército de Holanda. Publica en 1586 un grupo de trabajos muy importantes en mecánica, a saber, *Principios de estática*, *Aplicaciones de la estática* y *Principios de hidrostática*. Como Tartaglia busca complementar su arte con la teoría de los eruditos, e ingresa a la Universidad de Leiden en 1583 [según Sarton (Ensayos) y Westfall], o bien Lovaina según (Mason), a sus treinta y cinco años. Edad que era, para aquellos tiempos, sumamente avanzada para un estudiante universitario.

(5) Citado en Mason, *Historia de las Ciencias*, 174.

(6) Tomado de Toulmin & Goodfield, *La trama de los cielos*, 131.

(7) Un estudio muy amplio de diversas facetas del pensamiento de Juan Filópono se puede encontrar en la importante obra de Sambursky, *El mundo físico a fines de la antigüedad.*

(8) Galileo. *Diálogos acerca de dos nuevas ciencias*, Jornada I.

(9) Para un estudio cuidadoso de la cuestión, véase mi trabajo "En torno a la Revolución Astronómica: un comentario al Commentariolus de Copérnico (I)".

Bibliografía

Banfi, Antonio. *Vida de Galileo Galilei*. Madrid: Alianza Editorial. 1967.

Bassols Batalla, Narciso. *Galileo ingeniero y la libre investigación.* México: Fondo de Cultura Económica. 1995.

Boas, Marie. *The Scientific Renaissance: 1450-1630*. New York: Harper & Row, 1966.

Bunge, Mario. L*a ciencia: su método y su filosofía*. Buenos Aires: Ediciones Siglo Veinte. 1968.

Coronado, Guillermo. "Causalidad y ciencia en el siglo XVII". En Camacho, Coronado, et alii. *Causalidad y determinación*. San José, Costa Rica: Editorial Universidad de Costa Rica. 1979, 13-37.

----- "En torno a la Revolución Astronómica: un comentario al Commentariolus de Copérnico (I)". *Revista de Filosofía de la Universidad de Costa Rica*. Vol XXIX, #69. 1991. 23-33.

----- “Ciencia y Tecnología: desafíos y exigencias de la capital costarricense”. En: Zamora y Alfaro, (Compiladores) *Dédalo y su estirpe: Historia, Tecnología, Filosofía*. Cartago,

Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica. Segunda reimpresión, 1998. pp 221-231.

---- "Una reflexión en torno a la ciencia". *Ateneo*. Revista del Ateneo de Costa Rica. #3, Julio-Diciembre 1986. 20-24."

Crombie, A. C. *Historia de la Ciencia*. Vol I-II. Madrid: Alianza Editorial. 1974.

Galileo Galilei. *Diálogos acerca de dos nuevas ciencias*. Buenos Aires: Librería del Colegio. 1945. O bien en otra traducción como *Consideraciones y demostraciones matemáticas sobre dos nuevas ciencias.* Barcelona: Editorial Planeta-DeAgostini. 1996.

Geymonat, Ludovico. *Galileo Galilei*. Barcelona: Ediciones Península. 1969.

Hall, A. Rupert. *The Formation of the Modern Scientific Attitude. The Scientific Revolution 1500-1800.* London: Longmans, Green and Co Ltd. 1967.

Koyré, Alexandre. *Estudios de historia del pensamiento científico*. México: Siglo XXI. 1995. (103-124)

Laird, W.R. "The Scope of Renaissance Mechanics". *Osiris*, 2nd series, 1986, 43-68.

Leonardo. *Aforismos*. Selección, traducción y prólogo de E. García de Zúñiga. Madrid: Espasa-Calpe. 1965. 146-148.

Mach, Ernst. *Desarrollo histórico crítico de la mecánica.* Buenos Aires: Espasa Calpe. 1949.

Mason, Stephen F. *Historia de las ciencias*. Barcelona: Ediciones Zeus. 1966.

Rei, Darío. *La revolución científica.* Barcelona: Icaria Editorial. 1978.

Sambursky, S. *El mundo físico a fines de la antigüedad.* Buenos Aires: Eudeba. 1962.

Sarton, George. *Seis Alas*. Buenos Aires: Eudeba, 1965.

----- *Ensayos de historia de la ciencia*. México: UTEHA. 1968.

Toulmin, Stephen & Goodfield, June. *The Fabric of the Heavens*. New York: Harper y Row, 1961. En español como *La trama de los cielos*. Buenos Aires: Eudeba. 1963.

Westfall, Richard S. *The Construction of Modern Science: Mechanisms and Mechanics.* New York: John Wiley & Sons, 1971.