

Galileo y Vincenzo



La música y el nacimiento del método

José Luis Álvarez García



experimental

Para Frida y Güicho...

En el año 2009, el Año Internacional de la Astronomía, festejamos los descubrimientos que Galileo Galilei realizó en 1609, cuando dirigió el telescopio hacia los cielos convirtiéndolo en un instrumento de investigación científica. Al año siguiente plasmó en *Sidereus Nuncius* las maravillas que fue encontrando con el aparato. Los filósofos y los historiadores de la ciencia, así como los físicos, se han manifestado en múltiples y merecidos homenajes al ilustre pensador italiano, uno de los personajes que han modelado el destino humano.

Sin embargo, poco se habló de un personaje muy importante, cercano y vital para Galileo, el otro Galilei, Vincenzo, su padre, de quien Galileo hereda no sólo el amor a la música, su independencia de carácter y su espíritu fuertemente combativo, sino también las bases de su formación intelectual y espiritual.

Según la excelente biografía que Ludovico Geymonat hizo de Galileo, Vincenzo Galilei, nacido en 1520, era florentino y su familia fue una de las más ilustres de la ciudad. Entre sus antepasados se encontraba un tal Tommaso di Buonajuto, quien formó parte del gobierno democrático de Florencia, sucediendo al Duque de Atenas en 1343, así como el magister Galilaeus de Galilaeis, médico de fama y alférez de justicia —cuya tumba en Santa Croce se convirtió más tarde en la de la familia de los Galilei y del mismo Galileo—, quien fue hermano del bisabuelo de Vincenzo. Durante el siglo XVI la familia decayó financieramente, lo que obligó a Vincenzo a dedicarse al comercio, pero sin dejar la música, y a trasladarse a Pisa, en donde contrae nupcias con Giulia Amman-

nati en 1562, y nace Galileo dos años después.

Vincenzo Galilei tuvo una cultura bastante amplia, enriquecida por sus múltiples intereses. Dominaba el laúd —era un magnífico concertista—, fue un teórico de la música, y como tal formó parte activa de la Accademia o Camerata de' Bardi, y era un buen conocedor de las lenguas clásicas y la matemática. Se conservan varias obras suyas sobre teoría musical, además de algunas composiciones musicales. Entre las primeras destacan *Il Fronimo*, el *Dialogo della musica antica e della moderna* y el *Discorso intorno all'Opera di Messer Gioseffo Zarlino da Chioggia*, en las que polemiza agudamente con el maestro Zarlino, de quien había sido discípulo, sosteniendo la posición de que era necesario “volver a encontrar la música antigua”, esto es, la melodía de una sola voz en contraposición a la polifonía contrapuntista de los venecianos.

Vincenzo y su familia permanecieron en Pisa hasta 1574, para después regresar a Florencia. Fue allí donde decidió internar a su primogénito en la excelente escuela jesuita del monasterio de Vallombrosa, muy cercano a la ciudad de los Médicis. Los monjes habían puesto especial atención en el joven Galilei, ya que, se decía, Vincenzo era uno de los favoritos de la gran duquesa de Toscana —había compuesto madrigales para la veneciana Bianca Capello, esposa del gran duque Francisco I. En el internado pensaban que Galileo llegaría lejos en la carrera religiosa. Sin embargo, no contaban con la intervención de Vincenzo, quien al enterarse de que su hijo había decidido convertirse en sacerdote, de inmediato fue a rescatarlo, para lo cual ayudó la molesta infección ocular que en esos días padecía Galileo. Antes de

llevárselo, Vincenzo todavía reprendió a los religiosos, diciéndoles que estaban tan preocupados por la otra vida que eran incapaces de atender sus obligaciones en ésta.

Su táctica resultó exitosa y en las semanas siguientes Galileo renunció al sacerdocio. Su padre lo envió de vuelta a Pisa con un pariente que era su socio en el comercio de las telas, con quien aprendió el oficio pero iniciando al mismo tiempo sus estudios de medicina, pues Vincenzo estaba convencido de que el talento de su hijo merecía mucho más que una carrera de comerciante. Galileo ingresó en la Universidad de Pisa en el verano de 1581, accediendo a los deseos de su padre, quien estaba decidido a orientar a su hijo hacia una profesión práctica y bien remunerada; la familia ya tenía bastante con un artista como él. Galileo siguió los estudios médicos por corto tiempo y pronto se dio cuenta de que esa profesión no era lo que

deseaba. Descubrió el gusto por las matemáticas y se coló a tomar clases con Ostilio Ricci, un discípulo de Nicolo Tartaglia, algebrista italiano quien, entre otras cosas, había redescubierto la fórmula para la solución general de las ecuaciones de tercer grado. Galileo abandonó poco a poco sus estudios de medicina para dedicar sus esfuerzos a las matemáticas. Ricci no tardó en hablar con Vincenzo para convencerlo de que el joven Galilei se dedicara por completo al estudio de esta ciencia, a lo cual accedió, y el joven se dedicó por entero a seguir las enseñanzas del discípulo de Tartaglia.

De inmediato se percibe la diferencia entre el ambiente de la infancia de Galileo con el de la de los demás protagonistas de la revolución científica. Kepler, quien vivió permanentemente visitado por la pobreza, fue prácticamente huérfano de padre, un soldado mercenario siempre ausente de la vida del gran astrónomo alemán. Ty-



cho, aunque siempre vivió en la opulencia de la nobleza de Dinamarca, fue secuestrado por su tío al poco tiempo de nacer. Copérnico, el tímido canónigo, quien también tuvo una infancia libre de pesares económicos, quedó huérfano de padre a la edad de diez años, para quedar bajo el cuidado de su tío, Lucas Watzelrode. Newton, huérfano de padre, recibió en sus primeros años el amoroso cuidado de su madre, Hannah Ayscough, pero lo dejó al cuidado de su abuela materna al contraer segundas nupcias, separación que al parecer caló hondo en el ánimo y la formación personal del genio inglés.

El historiador Stillman Drake, en su libro *Galileo Studies*, exploró la influencia que Vincenzo Galilei pudo haber tenido en estos años sobre su joven hijo a propósito de la necesidad de recurrir a la experimentación y la medición precisa para impedir que el conocimiento se reduzca a una mera disquisición teórica sobre “un mundo de papel” (una expresión recurrente en los escritos de Galileo).

Vincenzo mantenía una polémica con Zarlino acerca de los intervalos permisibles para la música; el veneciano admitía los de la escala pitagórica (octava, quinta y cuarta, que corresponden respectivamente a longitudes de cuerdas en relación $2/1$, $3/2$ y $4/3$), a los que agregaba la sexta mayor ($5/3$),



la tercera mayor ($5/4$) y la tercera menor ($6/5$), aunque vacilaba en adoptar la sexta menor ($8/5$). Para Vincenzo todo ello era numerología y sumisión de la práctica musical a una teoría preestablecida; señalaba que de hecho los músicos utilizaban otros intervalos, pues la consonancia es asunto de oído bien entrenado y no de prejuicios teóricos. A su modo de ver, el intervalo definido de la relación $8/27$ era tan consonante como cualquiera de los que en exclusividad permitía Zarlino, aunque fuese poco grato a los pitagóricos.

Su contemporáneo, el matemático e ingeniero belga Simón Stevin, entendía que era posible concebir una escala musical más adecuada para la modulación armónica cuyos intervalos estuviesen definidos por medio de un mismo número irracional y no de cocientes entre distintos enteros (concretamente, la raíz duodécima de 2, aproximadamente igual a 1.059, que permite la división de la octava en doce intervalos de la actual escala temperada). Vincenzo se adhirió a ello, y diseñó una serie de experimentos con cuerdas en los que estudió la influencia no sólo de su longitud sino también de la tensión a la que se hallan sometidas; en particular, estableció que cuerdas construidas con un mismo material, de igual grosor y longitud, producen la quinta justa cuando la relación de tensiones es $4/9$, la inversa del cuadrado de $3/2$.

Según Drake, Galileo asistió a estos experimentos e incorporó luego las ideas de su padre no sólo en cuanto al equilibrio que debe primar entre teoría y experiencia, sino también en sus consideraciones posteriores sobre el sonido. Pero no menos influencia parece haber tenido Galileo en cuanto a su desdén por el criterio de lo establecido: “Me parece —escribió el padre de

Galileo— que quienes confían sin más en la autoridad como prueba de una cosa cualquiera y no tratan de aducir una razón válida, proceden de forma ridícula”. Vincenzo Galilei pertenece por derecho propio no sólo a la historia de la música sino también a la de la acústica. En opinión de autores como Boido, de no haber prevalecido a la larga sus puntos de vista, no hubiesen existido la armonía moderna ni la ópera, ni Bach hubiera escrito *El clave bien temperado*.

La relación de Galileo con su padre maduró y se hizo más profunda en aquellos años difíciles. Vincenzo se acercaba ya a los setenta, llegando al final de una vida difícil pero fecunda. La subida al poder de Fernando I como nuevo gran duque de Toscana tuvo consecuencias para Vincenzo, ya que el haber dedicado un libro entero de madrigales a Bianca Capello trece años atrás lo ponía en una situación delicada con el nuevo gran duque, quien despreciaba todo lo relacionado con la veneciana. La posición de Vincenzo en la corte de los Médicis declinó rápidamente a partir de 1587. No le encargaron ninguna obra nueva para los festejos de la corte. Especialmente decepcionante resultó que le excluyeran de la boda del nuevo gran duque con Cristina de Lorena en 1589. Vincenzo también podía enseñar a su hijo bastante sobre las alegrías y caprichos del mecenazgo.

Mientras su carrera estaba en los inicios y la de Vincenzo declinaba, Galileo disfrutaba acompañando a su padre con el laúd o el órgano. La unión de música y ciencia se convirtió en un interesante y animado tema de conversación entre ambos. Las matemáticas y la física de Galileo estimulaban el pensamiento de Vincenzo sobre problemas técnicos como la acústica que



preocupaban al anciano en 1588. Vincenzo intentaba comprender cómo podían las distintas cuerdas de los instrumentos producir efectos distintos en espacios reducidos diferentes. Estos problemas desembocaron en formulaciones matemáticas, como, por ejemplo, la ya mencionada relación entre la vibración y la longitud de la cuerda. Galileo podía ser de gran ayuda a su padre en esto. El pensamiento científico de Galileo le resultaba útil a Vincenzo en su teoría musical y a su vez los instrumentos de Vincenzo proporcionaban a Galileo un medio de experimentación en determinadas hipótesis físicas.

La metodología experimental como la conocemos hoy en día estaba en sus inicios. Antes de Galileo, la apela-



ción sistemática a la experiencia para apoyar leyes obtenidas matemáticamente parece haber estado ausente, predominaba la mera acumulación de observaciones sin estar acompañada de alguna ley matemática previamente formulada para ser probada —un procedimiento que puede ser llamado el enfoque baconiano— que históricamente pertenece a la artesanía y no a la ciencia. El diseño de experimentos para descubrir nuevas leyes matemáticas vino después. La experimentación moderna comienza con la ley de la caída de los cuerpos de Galileo, y si él no hubiera logrado dividir el tiempo en intervalos de menos de un segundo, nunca hubiera podido establecer esa ley con la suficiente firmeza para lograr su aceptación.

Galileo necesitaba demostrar empíricamente algunas proposiciones que le sirvieran de base a los principios con los cuales habría de construir la nueva ciencia. A su vez, para lograr esto, necesitaba instrumentos y medios materiales que le permitieran obtener los datos empíricos necesarios a fin de terminar de articular su teoría, en particular, un medio que le permitiera medir intervalos de tiempo muy cortos en sus experimentos sobre la caída libre. Tal y

como escribiera A. Einstein: “los métodos experimentales a disposición de Galileo eran tan imperfectos que sólo la especulación más atrevida posibilitaría llenar un vacío entre los datos empíricos. Por ejemplo, ahí no existían medios para medir tiempos más cortos que un segundo”. ¿Cómo halló Galileo la forma para medir tiempos cortos? La clave está en la música.

La frase “medir el tiempo” nos hace pensar en alguna unidad estándar de tiempo, como el segundo astronómico. Galileo no podría haber medido el tiempo con esa clase de exactitud, su física matemática estaba basada totalmente en razones y proporciones, no en unidades estándar de medición. Para comparar proporciones de tiempos es necesario poder dividir intervalos de tiempo en partes iguales; no hace falta dar el nombre de las unidades, ni mucho menos medirlas en segundos. Un director de orquesta —y en general cualquier músico— es capaz de percibir diferencias de tiempo del orden de décimas de segundo o aun menores. Durante la interpretación de una sinfonía, por ejemplo, el director y los ejecutantes se pueden percatar cuando alguno de los integrantes de la orquesta “entra tarde” en su correspondiente

ejecución. Esto no es porque ellos lleven el tiempo minuciosamente con algún cronómetro exacto; un músico lleva un ritmo interno que incluso le permite percatarse cuando un péndulo musical está fallando.

La música y la mecánica de la época anterior a Galileo estuvieron más íntimamente relacionadas de lo que están en la actualidad. Ambas disciplinas eran tratadas como ramas especiales de las matemáticas, de ahí los estudios de teoría musical (e inicios de la acústica) que tenían lugar en la época y que utilizaban como base las matemáticas pitagóricas. Vincenzo se rebeló contra ellas y las enseñanzas de su maestro Zarlino en este terreno, y efectúa experimentos con cuerdas sometidas a diferentes tensiones, experimentos que seguramente presencié Galileo.

Como una muestra de la estrecha relación que había entre música y matemáticas en la época, tenemos el prefacio que Tartaglia escribió a *Los Elementos* de Euclides: “yo sé que todas las otras ciencias, artes y disciplinas necesitan de las matemáticas; no sólo las artes liberales, sino todas las artes mecánicas también [...] Y es también cierto que estas ciencias o disciplinas matemáticas son las madres y las que amamantaron a las ciencias musicales, ya que es con números y sus propiedades, razones y proporciones que nosotros conocemos la octava, o doble razón, y hemos inventado las razones 4:3 y 3:2; y similarmente nosotros conocemos la primera [esto es, el intervalo de la cuarta] para componer los dos tonos y un semitono menor, mientras que la segunda [esto es, la quinta perfecta] está compuesta de tres tonos y un semitono menor. Y así la octava (o doble) está compuesta de cinco tonos y dos semitonos menores; esto es,

una coma menos que seis tonos; y al igual nosotros sabemos que un tono es más que 8 comas y menos que 9. También, en virtud de aquellas disciplinas [matemáticas], nosotros sabemos que es imposible dividir el tono, o cualquier otra proporción súper particular, en dos partes iguales [rationales] [en proporción geométrica], lo cual nuestro Euclides demuestra en la proposición ocho del Libro VIII”.

La estrecha relación que hubo (y hay) entre matemáticas, música y física moderna es señalada por Drake: “yo puedo agregar que si, como ahora me inclino a creer, la música fue el padre de la ciencia física moderna y las matemáticas su madre, nosotros podemos estar cerca de presenciar la arrolladora culminación de un monumental complejo de Edipo”.

Al morir Vincenzo, en 1591, Galileo hereda todos los manuscritos de su padre, entre los que seguramente estaban

los estudios y críticas que realizó sobre teoría musical. Muchos años más tarde, Galileo incorporó las ideas de su padre en sus propias discusiones sobre la física del sonido, y más importante aún, la inspiración para usar experimentos en mecánica está muy probablemente conectada con la experimentación musical de Vincenzo.

Los experimentos para investigar la relación entre el tiempo y la distancia recorrida por un móvil a lo largo de un plano inclinado que realizó Galileo son por demás conocidos, y es posible ver nuevamente la formación musical que Galileo recibió de su padre. Entre 1603 y 1604 Galileo retoma el problema de averiguar, para un móvil rodando sobre un plano inclinado, la dependencia del tiempo transcurrido con relación a la distancia recorrida por el mismo. Galileo pudo proceder de alguna de tres maneras diferentes en su experimento: 1) marcando segmentos

iguales sobre el plano y midiendo los tiempos correspondientes que la esfera emplea en recorrerlos; 2) registrando las distancias recorridas por la esfera sobre el plano por medio de múltiplos de alguna unidad de tiempo previamente establecida (t , $2t$, $3t, \dots$); y 3) consignando distancias —o tiempos— en unidades de tiempo —o distancias— arbitrarias. La primera y la tercera entrañan la dificultad de contar con un reloj de precisión, lo cual era imposible a principios del siglo XVII; la segunda forma de proceder se presentaba como la más adecuada, pero también se requería un dispositivo para medir el tiempo. Galileo los logra generando una unidad de tiempo, que reproduce cuando es necesario —tarea que de ninguna manera resulta difícil para un individuo con un sentido musical como el de Galileo.

Este experimento fue reconstruido por Stillman Drake, y efectuado en



la forma que se supone lo realizó Galileo: se dispone de un plano inclinado de poca pendiente con el objeto de que el movimiento de la bola al rodar no sea demasiado rápido y se pueda detectar sus distintas posiciones a lo largo del plano. Una precaución adicional es que la duración de la unidad de tiempo a utilizar sea relativamente pequeña si lo que se pretende es obtener un número razonable de mediciones, pues la extensión del plano es limitada. La unidad de tiempo más sencilla de manejar y reproducir es la duración de una nota musical —digamos, un fa; basando, por lo tanto, ejecutar un número determinado de fas durante el movimiento de la bola sobre el plano para registrar un número igual de distancias. Ahora, ya sea que se cante dicha nota o se reproduzca con algún instrumento musical, hay que asegurarse de dos cosas: 1) que la duración de to-

das las notas sea la misma; y 2) que la nota generada pueda ser reproducida inmediatamente después de terminada la anterior.

Drake y otros, en sus reproducciones de los folios mencionados, señalan buenas razones para pensar que éste fue el método seguido, y suponen que Galileo dispuso de un buen reloj capaz de registrar un par de duraciones iguales entre sí. Sin embargo, y es aquí donde se destaca muy claramente su ingenio, Galileo reemplazó el reloj mecánico por un cronómetro musical. Vemos entonces cómo Vincenzo no sólo influyó en el carácter y la personalidad de su hijo, sino que también contribuyó a su formación, la cual resultó esen-

cial en la construcción del experimento moderno y de la nueva ciencia del movimiento, obras cumbre de Galileo.

El surgimiento de los genios que aparecen en la historia se debe a numerosos y complicados factores, por lo que es imposible determinar cuáles son las condiciones suficientes para su aparición. No obstante, en el caso de Galileo es muy clara la positiva influencia que tuvo Vincenzo en su formación. Además, tal y como lo señala Arthur Koestler al referirse a los protagonistas de la revolución científica: “Copérnico, Tycho y Kepler nunca cortaron por completo el cordón umbilical que los alimentaba con la rica savia mística de la Edad Media. Galileo es un intelectual de la segunda generación, de una segunda generación que se rebela contra la autoridad; en un marco del siglo XIX, Galileo habría sido el hijo socialista de un padre liberal”. 🎧



José Luis Álvarez García

Facultad de Ciencias,
Universidad Nacional Autónoma de México.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez, J. L. y Y. Posadas. 2003. “La obra de Galileo y la conformación del experimento en la física”, en *Revista Mexicana de Física*, núm. 49. pp. 62-66.

Boido, G. 1998. *Noticias del planeta Tierra*. A-Z editora, Buenos Aires.

Chalmers, A. F. “The extraordinary prehistory of the law of refraction”, en *Australian Physicist*, núm. 12, p. 85.

Drake, S. 1970. *Galileo Studies*. Ann Arbor, University of Michigan Press.

Drake, S. 1975. “The Role of Music in Galileo's Experiments”, en *Scientific American*, núm. 233, p. 98.

Geymonat, L. 1981. *Galileo Galilei*. Edit. Nexos, Barcelona, 1986.

Koestler, A. *Los sonámbulos*. Conacyt, México, 1981.

Sherwood Taylor, F. 1938. *Galileo and the freedom of thought*. Londres.

IMÁGENES

Pp. 20-21: El niño de las pinturas, Granada; Pp: 22-26: Arte Urbano en la Red.

GALILEO AND VINCENZO: MUSIC AND THE BIRTH OF THE EXPERIMENTAL METHOD

Palabras clave: Vincenzo Galilei, Galileo, teoría musical, experimentos.

Key words: Vincenzo Galilei, Galileo, musical theory, experiments.

Resumen: En este trabajo se presenta una semblanza de Vincenzo Galilei, y la relación con su hijo, Galileo, resaltando la influencia que tuvo en la formación personal e intelectual del gran pensador italiano. También se considera el papel de la música en la construcción de la experimentación moderna.

Abstract: This paper presents some aspects of Vincenzo Galilei's life, and his relationship with his son, Galileo, focusing on the enormous influence he had on Galileo's education and personal position. Also, it examines the role of music in the construction of modern experimentation.

José Luis Álvarez García es licenciado en Física, maestro en Ciencias por la Facultad de Ciencias de la UNAM y doctor en Filosofía de la Ciencia por la Facultad de Filosofía y Letras y el Instituto de Investigaciones Filosóficas de la UNAM. Sus áreas de interés son la enseñanza de la física y las matemáticas, así como la historia y la filosofía de la física.

Recibido el 27 de noviembre de 2009, aceptado el 4 de diciembre de 2009.