

Por Santiago López Arca

OTRA VEZ PITÁGORAS

En aquella calurosa tarde, muy próxima ya la primavera, **Pitágoras de Samos** había salido en solitario, como tenía por costumbre, a dar su paseo vespertino. En los arrabales de la ciudad, caminando por la orilla del río, le resultaba imposible apartar de su mente esa cuestión inexplicable...

No lejos de allí, en el taller del herrero, el maestro artesano observaba como sus aprendices golpeaban sobre el hierro incandescente una y otra vez:

¡Pim, pam, pim, pam...!

Pitágoras de Samos estaba tan absorto en sus meditaciones que apenas se enteraba de lo que sucedía a su alrededor. Una y otra vez organizaba mentalmente las cuestiones, y una vez tras otra se hacían presentes las mismas dificultades:

- ¿Cómo explicar que ni el lado del cuadrado, ni ninguna de sus partes, se pudiesen tomar como unidad para efectuar la medida de su diagonal?

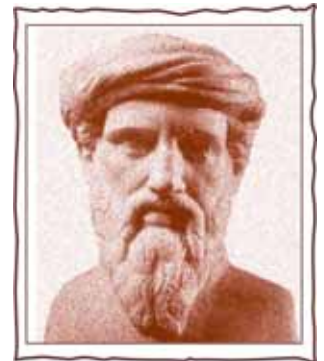
De pronto, **Pitágoras** dejó sus pensamientos y prestó atención a los sonidos que provenían de la forja:

¡Pim, pam, pam, pom...! ¡Pim, pam, pam, pom...!

- ¿Por qué uno de aquellos sonidos no “armonizaba” con los demás?

Pitágoras de Samos apretó el paso hacia la herrería.

- Quizá la respuesta estuviese relacionada con el peso de los martillos...



¡Un nuevo problema acababa de nacer! Aquella misma noche pasaron fugaces las horas investigando con el **monocordio**...

MÚSICA Y MATEMÁTICAS

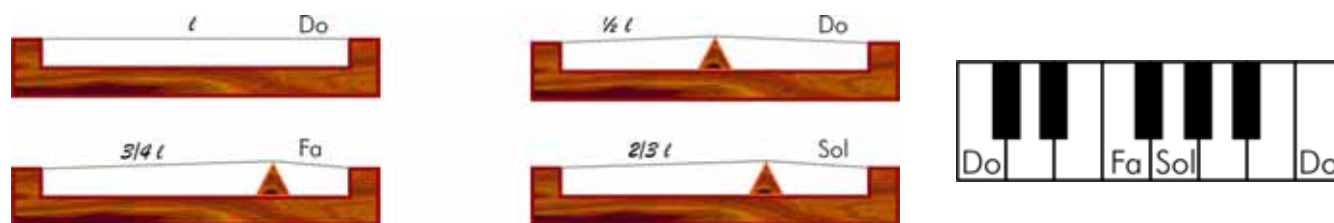
Nadie va a discutir ahora la importante relación que existe entre música y matemáticas. En realidad, los **pitagóricos** consideraban a la música como una de las ciencias matemáticas, junto con la aritmética, la geometría y la astronomía.

Hoy en día sabemos que el sonido producido por una cuerda depende de su longitud, de su grosor y de la tensión a la que esté sometida. Los **pitagóricos** utilizaron un **monocordio** para realizar las primeras investigaciones que relacionan matemáticas y música.



Un **monocordio** es un instrumento musical de una sola cuerda sujeta en un bastidor de madera, dotado de una pieza móvil, también de madera, que permite variar la longitud de la cuerda. Los pitagóricos observaron que haciendo más o menos larga la cuerda (desplazando el elemento móvil) se producían sonidos diferentes. Entre estos sonidos escogieron algunos que eran armoniosos con el sonido original, el producido por toda la cuerda (el sonido base). Además comprobaron que esos sonidos armónicos se correspondían con longitudes de la cuerda relacionadas directamente con razones simples: $1/2$, $2/3$ y $3/4$ de la longitud de la cuerda original.

Así, por ejemplo, si el sonido base era un **Do grave**, cuando la longitud de la cuerda era $1/2$ de la medida total se producía un **Do agudo**. Esto es, obtenían el mismo sonido pero una **octava** más alto (la **octava** es el espacio que corresponde a un salto de ocho teclas blancas en el piano).



Si tomaban una longitud de cuerda de $2/3$, se producía una nota una quinta más alta (en nuestro ejemplo un **SOL**). Y se obtenía una cuarta más alta (un **FA**, para este ejemplo) con una cuerda que midiese $3/4$ del largo de la inicial.

Estas tres longitudes de cuerda que producían notas de sonidos “agradables” (octava, quinta y cuarta), fueron denominadas por los pitagóricos **diapasón**, **diapente** y **díatesarón**.



No es este contexto, al que acabamos de referirnos, el único en el que hacen acto de presencia **razones** entre números enteros. Las obras musicales están divididas en fragmentos de igual duración, siendo

cada uno de ellos un **compás**. Cada **compás** se divide en **tiempos**. Al principio del pentagrama, después de la clave, se coloca una fracción para indicar los tiempos de cada compás. Por ejemplo, $3/4$ indica que en ese compás entran tres figuras que tienen una duración de $1/4$ de redonda (u otras notas con la misma equivalencia que esas tres).



Insignes músicos como **Beethoven** o **Bartók** compusieron obras que están íntimamente relacionadas con la famosa sucesión de **Fibonacci**. Pero la música no guarda relación únicamente con los números. Las **transformaciones geométricas**, más concretamente los

movimientos (*traslaciones, giros, simetrías*) son recursos que se aplican a secuencias de sonidos para realizar composiciones musicales, sobre todo en melodías de tipo popular.

Pero aun hay más. En los últimos tiempos se pusieron de manifiesto relaciones entre la música y campos de las matemáticas cuya conexión no resulta, en principio, demasiado obvia como, por ejemplo, la teoría de la probabilidad o la ley de los grandes números. **Iannis Xenakis**, arquitecto, matemático y compositor (que trabajó con el gran arquitecto *Le Corbusier*) fundó en París, en 1966, la *Escuela de Música Matemática y Automatizada*.

Estudió y desarrolló la que denominó música estocástica que se caracteriza por “*grandes masas de sonidos donde el número de elementos es tan grande que uno individualmente no tiene importancia por sí mismo y lo que realmente importa es el comportamiento del todo. Esto es, una música indeterminada en sus detalles, pero que se dirige hacia un final definido*”.

Xenakis aplica los principios de la probabilidad a la música de acuerdo con fórmulas matemáticas; mezcla los instrumentos electrónicos con los tradicionales dando lugar a la música estocástica. El uso de sofisticadas computadoras, permitió al compositor preocuparse de los aspectos más formales y estéticos de sus composiciones, ya que los cálculos algebraicos y probabilísticos que determinaban el desarrollo de la composición eran resueltos por el ordenador.

Belén S. S.

Fuentes:

<http://www.musicaperuana.com/espanol/mm.htm>

<http://www.elementos.buap.mx/num44/htm/21.htm>

<http://www.filomusica.com/filo37/xenakis.html>

<http://www.divulgamat.net/weborriak/TestuakOnLine/03-04/PG03-04-ibaibarriaga.pdf>

http://www.xtec.cat/centres/a8019411/caixa/menu_esc.htm

MARÍA GAETANA AGNESI

8 de marzo, *Día Internacional de la Mujer*.

María Gaetana Agnesi (Milán, 16 de mayo de 1718 - Milán, 9 de enero de 1799) fue la primera hija de Pietro Agnesi y Anna Brivio, y la mayor de los 21 hijos que tuvo su padre.

Parece ser que el padre de María era profesor de matemáticas en la universidad de Bolonia (aunque otras fuentes aseguran que se dedicaba al comercio) y estaba convencido de que sus hijas e hijos debían recibir la mejor formación posible. En esta época, únicamente en Italia se admitía el derecho de las mujeres a recibir formación. En el resto de Europa se consideraba una deshonra que una mujer se dedicase al estudio ya que se pensaba que su destino natural era la atención del marido y el cuidado de los hijos.



La forma de pensar de su padre, el importante poder económico de la familia y la poderosa capacidad intelectual de María Agnesi, que fue una verdadera niña prodigio, constituyeron los tres pilares que sustentaron su excelente educación.

Tuvo magníficos tutores y profesores particulares como Carlo Belloni, Francesco Manara, Michele Casati, Ramiro Rampinelli, benedictino y profesor de universidad, el jesuita y geómetra Giovanni Saccheri, o el jesuita y matemático Vincenzo Ricatti. Como puede deducirse, su formación estuvo fuertemente ligada al mundo religioso lo que determinó su intención de querer ingresar en un convento, pero su padre no se lo permitió.

En los salones de la casa de los Agnesi se celebraban frecuentemente reuniones a las que acudían intelectuales de toda Europa; en ellas se discutía sobre todos los temas de carácter

cultural y científico que tenían relación con los saberes más avanzados de la época. María Agnesi, desde niña, participaba activamente en esas reuniones, discutiendo en pie de igualdad con los intelectuales y filósofos.

A los 9 años leyó su primer ensayo filosófico sobre la formación de las mujeres y su derecho a estudiar ciencias. A los 17 redactó una crítica muy coherente sobre el *Traite analytique des sections coniques* de Guillaume François de l'Hôpital; este trabajo se difundió ampliamente de manera privada aunque nunca fue publicado.

Antes de los 13 años sabía hablar italiano, latín, griego, español, hebreo, francés y alemán y era capaz de discutir de manera aceptable sobre temas científicos en cualquiera de estas lenguas, recibiendo por esto el apelativo de "Oráculo de siete idiomas".

La negativa de su padre a permitirle dedicarse a la vida religiosa, la llevó a apartarse de las actividades sociales y adoptó una actitud de recogimiento y estudio, centrando sus esfuerzos en temas de religión y matemáticas, afirmando que el álgebra y la geometría eran las únicas partes del pensamiento donde reina la paz.

La muerte de su madre, cuando ella tenía veintiún años, supuso un cambio radical en su vida pues tuvo que asumir la responsabilidad de hacerse cargo de su gran familia. Sin embargo, aunque de forma más lenta, prosiguió de manera incansable con sus estudios e investigaciones, robando horas al descanso nocturno después de haber soportado agotadoras jornadas de trabajo.

En 1738 Pietro Agnesi publicó un profundo libro de su hija: *Propositiones Philosophicae*, en el que se compendia la defensa de 191 tesis filosóficas debatidas o propuestas en esos encuentros sociales que tan poco agradaban a María Gaetana. Recogen exposiciones sobre lógica, mecánica, hidráulica, elasticidad, química, botánica, zoología, mineralogía, astronomía, filosofía, mecánica celeste y la teoría newtoniana sobre la gravitación universal.

Instituzioni analítiche ad uso della gioventú italiana (1748), fue su principal obra. Era una recopilación sistemática, en dos volúmenes y un total de unas mil páginas. El primer tomo trata del conocimiento contemporáneo en álgebra y geometría analítica, y el segundo de los nuevos conocimientos en cálculo diferencial e integral, la materia que se estaba estudiando en aquella época, exponiendo las cuestiones teóricas con muchos ejemplos.

Estuvo encargada de algunos de los cursos de su padre, por lo que puede ser considerada como la primera mujer que dio clases de matemáticas en la universidad. Años más tarde le ofrecieron la Cátedra de matemáticas superiores y filosofía natural de la Universidad de Bolonia pero no aceptó el cargo.

Cuando murió su padre en 1752, abandonó las matemáticas y a partir de ese momento María atiende sus tendencias religiosas: se centra en el estudio de la Teología y dedica su fortuna a obras de caridad, acabando en la miseria. Desde 1771 ejerce como directora del Hospicio Trivulzio de Milán, se concentra en el cuidado de los necesitados y enfermos, sobre todo mujeres mayores, y muere ella misma en la institución que dirigía, el 9 de enero de 1799.

Tema para investigar: La curva de Agnesi (La versiera o "bruja" de Agnesi).

Brenda R. S.

Fuentes:

Matemáticas en las matemáticas. Varias autoras. Proyecto Sur.

Matemática es nombre de mujer. Susana Mataix. Rubes.

http://es.wikipedia.org/wiki/Maria_Gaetana_Agnesi

<http://divulgamat.ehu.es/weborriak/historia/MateOspetsuak/Agnesi2.asp>