

ARTÍCULOS

Leonardo Fibonacci, y la matemática indo-árabe de la naturaleza

POSTED ON 24 MAYO, 2021 BY FUNCICI



Temas: Ciencia, Historia, Naturaleza.

Contando los pétalos de las flores de cualquiera de los jardines botánicos de la [red Med-O-Med](#) es posible que hayas notado algo inusual, preguntándote: ¿Por qué muy pocas plantas

Para entenderlo comenzamos con un famoso matemático italiano del siglo XIII, **Leonardo de Pisa** (1170-1250 d.C.), más conocido como **Fibonacci**, que además de tener una importante función en el Renacimiento de las matemáticas en Europa, descubrió una sucesión que ilustra el estrecho entrelazamiento entre las matemáticas y la naturaleza.

Leonardo de Pisa o Fibonacci



Fibonacci nació en la Republica de Pisa y creció en el norte de África,

concretamente en Bugía (Argelia actual), un lugar caracterizado en su momento por su desarrollo económico, cultural y científico.

Su padre ostentaba en la ciudad un puesto diplomático y de comerciante^[1] y por ello, desde muy joven, Leonardo estuvo en contacto con el sistema de numeración indo-árabe.

*Aprovechó entonces la efervescencia intelectual de Bugía para desarrollar sus conocimientos, estudiando los trabajos de algunos de los eruditos más conocidos del mundo islámico. Entre ellos, los del padre fundador del álgebra, **Al-Juarismi**, y su famoso tratado, *Compendio de cálculo por reintegración y comparación* (حساب الجبر و المقابلة).^[2]*

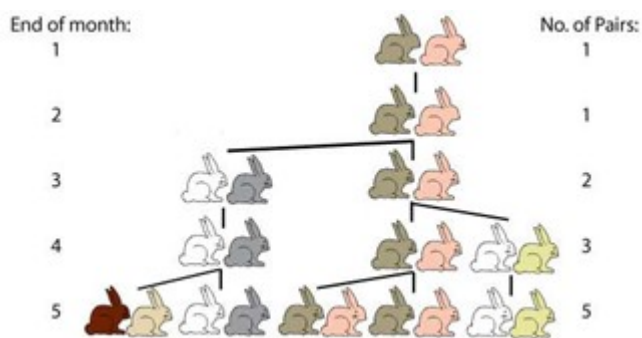
No obstante, Leonardo no se limitó a estudiar, y viajó también a muchos países del mundo mediterráneo-islámico. Durante estos viajes conoció a numerosos científicos, y poco a poco aprendió los diferentes sistemas de cálculo que utilizaban los comerciantes. De todos los métodos, consideró que el utilizado por los árabes era el más avanzado y el más práctico.^[3]

Al acabar sus viajes, el joven nativo de la República de Pisa regresó a su tierra natal, donde publicó en 1202 una obra, *Liber abaci*, que lo hizo pasar a la posteridad. Su libro marcó la historia por ser la autoría del primer matemático del mundo occidental en utilizar el sistema de numeración indo-árabe y en compararlo con el sistema romano.

Leyendo, *Liber abaci*, podemos ver también que contiene la mayoría de los grandes conocimientos en álgebra y aritmética descubiertos por los científicos árabes, como las raíces cuadradas y cúbicas y las ecuaciones de primer y segundo grado.^[4] Leonardo participó entonces en este maravilloso movimiento de intercambio de conocimientos entre continentes y civilizaciones.

Además, no se conformó con dar a conocer la obra de otros autores, sino que también desarrolló sus propias teorías. Descubrió sobre todo una secuencia recurrente que lleva hoy su nombre: **la sucesión de Fibonacci**.

La sucesión de Fibonacci



Se trata de una sucesión infinita de números, en la

que cada término sucesivo representa la suma de los dos anteriores, de tal manera: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55...

El mito nos cuenta que Leonardo la descubrió estudiando la reproducción de los conejos. Sin embargo, en la realidad la reproducción del animal no sigue esta ley matemática. A pesar de ello, cuando se estudia, se sigue ilustrando esta sucesión con este ejemplo.

Esta secuencia a primera vista parece bastante sencilla, pero tiene un conjunto de propiedades muy impresionantes que nunca han dejado de fomentar la curiosidad y el interés, especialmente, porque **aparece recurrentemente en la naturaleza**.

literalmente ordenación de las **hojas** alrededor de un tallo. En un sentido más amplio, es el estudio de la organización de todos los elementos de una planta, como las **semillas**, las **escamas**, las **ramas** etc.[5] La filotaxis tiene diferentes categorías en función de la disposición de los elementos de la planta, y aquí nos interesaremos solamente en la **filotaxis alternada**, en la cual se forman espirales que se llaman **paristiquios**.



¿Cómo se relaciona la filotaxis con la sucesión de Fibonacci?

Los botánicos siempre se habían sorprendido por la regularidad que encontraban en la organización de las plantas, y fue a partir de esa observación que iniciaron una reflexión que les permitió establecer una conexión entre la filotaxis y la secuencia de Fibonacci.

Uno de los primeros en notar una recurrencia en la disposición de las plantas fue el **astrónomo y botánico Kepler** quien, en el siglo XVII, observó que el **número 5** estaba presente con frecuencia en las flores – **la flor de la pasión** tiene por ejemplo dos niveles de **5 pétalos** y de **5 sépalos** – así como en las manzanas, que tienen cinco divisiones para sus semillas.[6] Antes de Kepler, el célebre **Leonardo Da Vinci** identificó también los ciclos de cinco hojas en uno de sus manuscritos: *“si tomamos una hoja de referencia, la sexta hoja*

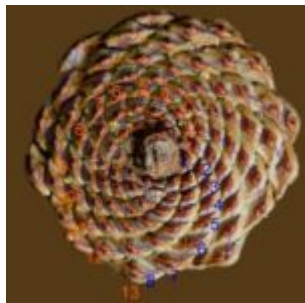
interés, especialmente, porque aparece recurrentemente en la naturaleza.

No obstante, hubo que esperar hasta el siglo XIX para relacionar estas observaciones con la sucesión de Fibonacci. Esta conexión fue posible en gran parte gracias al desarrollo de la “**filotaxis matemática**”, en la cual botánicos y matemáticos juntaron sus investigaciones.^[8]



Alexander Braun fue, en 1831, el primero en establecer un vínculo entre el

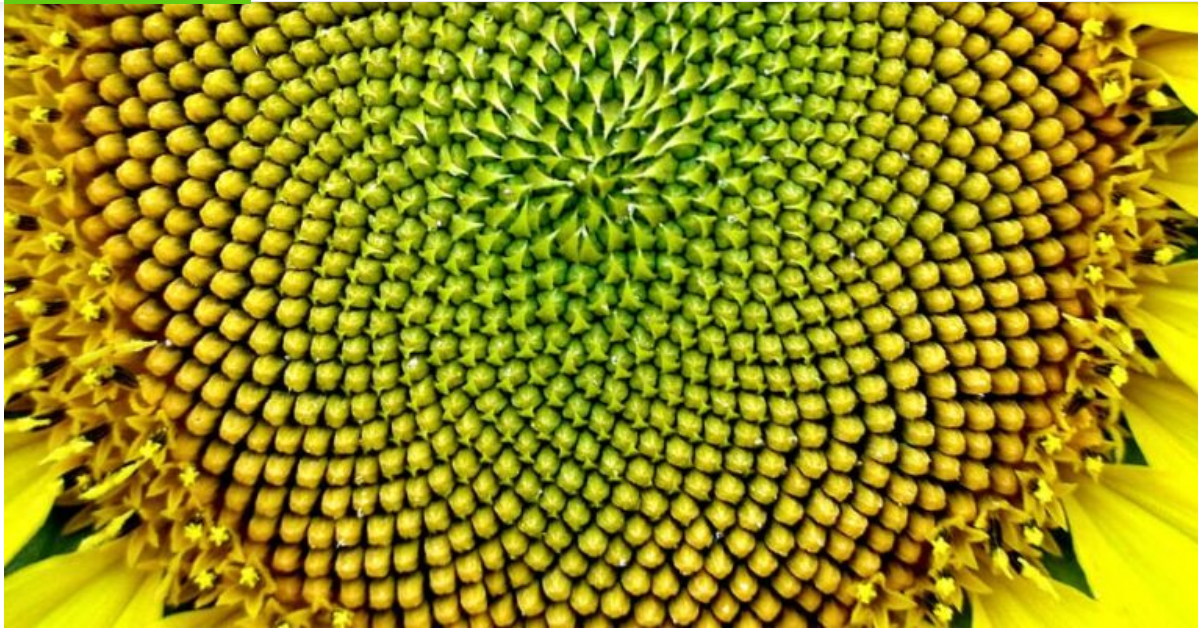
número de espirales (**paristiquios**) y los términos de Fibonacci a través del ejemplo de las **piñas**.^[9] Sus estudios mostraron que la distribución de las escamas de esta fruta eran siempre dos números consecutivos de Fibonacci (**8** y **13** son los más frecuentes).



La hipótesis de Braun, que ilustraba una correspondencia entre los

números de **paristiquios** y la secuencia de Fibonacci, fue comprobada un siglo más tarde por el matemático **Alfred Brousseau**. En 1968, el matemático realizó un estudio con 4.290 piñas, de diez especies de pinos diferentes de la región de California, y los resultados fueron muy relevantes porque, a la excepción de 74 piñas, todas seguían la sucesión de Fibonacci (un 98.3% de coincidencia!).^[10] Después de esto, otros estudios siguieron validando este fenómeno.

Podemos también ilustrar esta curiosidad a través del ejemplo de **la flor del girasol** y la organización de sus semillas en espirales.^[11] Solo hay que contar el número de **paristiquios** en una dirección y después en la otra para darse cuenta de que suelen combinarse de las maneras siguientes: 34-55 / 55-89 / 89-144^[12].



Esta lógica se encuentra también con una flor que podemos encontrar en la mayoría de los espacios verdes: las **margaritas**.



Si nos fijamos en su centro, distinguimos también dos espirales: una en

sentido horario y otra antihorario, y resulta que el número de **paristiquios** en cada sentido sigue también los términos siguientes de la sucesión: 21-34 / 34-55...[\[13\]](#)

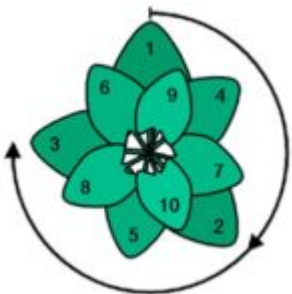


Por ejemplo: en la **foto de la izquierda** podemos ver que la margarita en el

sentido horario tiene **34 espirales** mientras que, **en la foto de la derecha**, la misma tiene **21 espirales** en el **sentido contrario**.

¿Todas las flores siguen entonces la secuencia de Fibonacci?

¿Por qué se produce, entonces, este fenómeno? Apoyándonos sobre la idea de que las plantas tienen unos colores espléndidos para poder atraer a las abejas u otros animales portadores de polen, podríamos pensar que esta organización tiene un fin utilitarista, conforme a un objetivo concreto. No obstante, la respuesta no es tan sencilla y no existe todavía un consenso real. Los debates continúan, mezclando explicaciones matemáticas, físicas y botánicas, así como algunas místicas o teleológicas.



No obstante, sabemos hoy que en la filotaxis se verifica **la ley de**

divergencia teorizada por el botánico Charles Bonnet, que, en 1754, explicó que: *“para cada especie de plantas, el ángulo que forman dos hojas consecutivas, llamado ángulo de divergencia, es constante”*^[15]. A partir de esta observación, surgieron muchas explicaciones, algunas de las cuales se contradijeron con el paso del tiempo.

Sin ahondar en estos debates académicos, nos interesaremos por **el vínculo entre la sucesión de Fibonacci y esta ley botánica**. Si observamos la secuencia de Fibonacci, podemos notar que, si dividimos cada número de la secuencia por su predecesor, obtenemos un resultado muy cerca del número Φ , conocido como **número áureo**.



Son otra vez los botánicos K. Schimper y A. Braun los que observaron en

1831 que la filotaxis espiral estaba asociada, como ya hemos visto, a la secuencia de Fibonacci, pero también al ángulo áureo. Observaron que siempre que se encuentran los términos de Fibonacci, el ángulo de divergencia es equivalente o muy cercano al **ángulo de oro o de Fibonacci**.^[16] Lo llamaron entonces **el ángulo de divergencia ideal**.

dividimos cada número de la secuencia por su predecesor, obtenemos un resultado muy cerca del número Φ , conocido como número áureo.

Sin embargo, las teorías más recientes señalan que la necesidad de luz no lleva necesariamente a la planta a adoptar el ángulo de Fibonacci, ya que la iluminación óptima se consigue con mayor frecuencia mediante la producción de hojas largas y delgadas. Esta observación abre, de nuevo, el debate en torno a su explicación.

En conclusión, una cuestión aparentemente tan sencilla como la razón tras la disposición de las hojas en un tallo, o de las semillas, nos ha llevado a ver cómo se unen las matemáticas y la naturaleza, para el deleite de nuestros ojos. El número áureo, según varios pensadores griegos, es una de las razones por las que la naturaleza es tan «agradable y bella» de observar, al igual que ocurre con la arquitectura o la pintura. Esta reflexión nos conduce a una cuestión subyacente, con la que resulta interesante concluir: ¿inventó el hombre las matemáticas o ya estaban presentes en todo lo que nos rodea?

Tristan Semiond – FUNCICI

[1] Santiago Miguel Enamorado Báez. "LA SUCESIÓN DE FIBONACCI EN LA NATURALEZA DE LAS

PLANTAS", *Isagogé*, 5 (2008).

[2] Jacques MEYER, « FIBONACCI LEONARDO (1170 env.-env. 1250) », Encyclopædia Universalis [en línea]

[3] Ibid.

[4] Jacques MEYER, « FIBONACCI LEONARDO (1170 env.-env. 1250) », Encyclopædia Universalis [en línea]

[5] Reyes Iglesias, Encarnación. «Arte y Naturaleza en clave geométrica»». *Universidad de Valladolid*. 2009

[8] Reyes Iglesias, Encarnación. «Arte y Naturaleza en clave geométrica»». *Universidad de Valladolid*. 2009

[9] Jean-François Morot-Gaudry, *Biologie végétale : Croissance et développement*, Dunod, 2017

[10] Carlos Segura, Irene Ferrando. « La sucesión de Fibonacci como herramienta para modelizar la naturaleza » *Modelling in Science Education and Learning* Vol. 3, No. 5, 2010.

[11] "Fibonacci, el matemático que se puso a contar conejos y descubrió la secuencia divina", *BBC News Mundo*, 23/02/2019

[12] François Rothen. "Nature : la suite de Fibonacci et les plantes", *Futura Sciences* [en línea], 25/02/2019

[13] Carlos Segura, Irene Ferrando. « La sucesión de Fibonacci como herramienta para modelizar la naturaleza » *Modelling in Science Education and Learning* Vol. 3, No. 5, 2010.

[14] Robert Chalavoux, *Nombre d'or, nature et œuvre humaine*, Chalagam, 2001

[15] Reyes Iglesias, Encarnación. «Arte y Naturaleza en clave geométrica»». *Universidad de Valladolid*. 2009

[16] Robert Chalavoux, *Nombre d'or, nature et œuvre humaine*, Chalagam, 2001



Esta entrada fue publicada en [Artículos](#) y etiquetada [Ciencia](#), [Historia](#), [Naturaleza](#).



Fundación de Cultura Islámica

C/ Guzmán el Bueno, 3 - 2º dcha - 28015 Madrid

Localización

E-mail: info@funci.org Tel: 91 543 46 73



[INICIO](#) [COMUNICACIÓN](#) [CONTACTO](#) [AVISO LEGAL](#) [POLÍTICA DE PRIVACIDAD](#)
[POLÍTICA DE COOKIES](#) [TÉRMINOS Y CONDICIONES](#)

Copyright 2025 © **Funci** FUNCICI es titular de los derechos de propiedad intelectual e industrial de este sitio web, y es también titular o tiene la correspondiente licencia sobre los derechos de propiedad intelectual, industrial y de imagen sobre los contenidos disponibles a través del mismo. Todos los derechos reservados.