

# EL PIANO Y LA LUNA

Posted on 20 enero, 2015 by Rosa María Herrera



Mi madre tenía un piano muy antiguo del que no se quería desprender. Tenía un excelente sonido y el secreto estaba en su excelente caja de resonancia. La Luna y la Tierra, el ambiente del que formamos parte, también son compañeros bien avenidos, digamos que en resonancia. ¿En qué se parecen un buen piano y el sistema solar?

**Category:** [Ciencia](#)

**Tags:** [Ciencias Exactas](#), [Física](#)



**Mi madre tenía un piano muy antiguo del que no se quería desprender. Tenía un excelente sonido y el secreto estaba en su excelente caja de resonancia.**

La Luna y la Tierra, el ambiente del que formamos parte, también son compañeros bien avenidos, digamos que en resonancia.

## ¿En qué se parecen un buen piano y el sistema solar?

Los dos sistemas físicos comparten una cualidad estructural que ya hemos mencionado y de la cual seguiremos tratando en el texto: la resonancia, característica muy interesante por el gran número de circunstancias en que la hallamos. Cabe señalar que en el caso del diseño y fabricación de los instrumentos musicales contruidos sobre algún tipo de caja (violines, guitarras, bajos, pianos...), se suele buscar resonancia para mejorar la calidad del efecto sonoro y amplificarlo, y también para lograr mejoras en otras cualidades, como el timbre. Asimismo, esta acción tiene lugar en muchos sistemas biológicos. Hay un ejemplo bonito y curioso que vale la pena señalar, las resonancias que se observan en el desplazamiento animal en las que se observa un mejor rendimiento si se efectúa la marcha a la frecuencia natural. Observe y reflexione el lector que hay bastantes problemas similares que se presentan en ambientes y circunstancias muy diversas. Pero lo más interesante es que los diferentes problemas, contextos, situaciones se corresponden con una abstracción matemática similar.

### ¿Qué es la resonancia?

*En el sistema solar los fenómenos de resonancia se podrían explicar como una especie de procesos de selección natural...*

Este fenómeno consiste esencialmente en un proceso de transferencia de energía entre cuerpos. Se produce al interactuar periódicamente dos sistemas oscilatorios cuyas frecuencias están en una relación racional (1 : 1), (2 : 3)... En el sistema solar los fenómenos de resonancia se podrían explicar como una especie de procesos de selección natural que han ido configurando la estructura actual de nuestro sistema planetario y que tienen un efecto estabilizador del sistema (esta estabilidad en el largo plazo no está garantizada, bien por las disipaciones y por interacciones fortuitas con cuerpos ajenos al sistema que pueden interferir con él). Concretamente, me voy a referir en esta nota a algunos aspectos relativos al fenómeno de la resonancia en la relación Tierra y la Luna, no sin antes advertir que en el sistema solar se dan otros tipos de resonancias.

### ¿Por qué se producen resonancias entre los cuerpos celestes?

El secreto de la respuesta está en el tipo de movimiento periódico que domina la dinámica del sistema denominado kepleriano, en honor a Johannes Kepler (1571-1630), modificado por perturbaciones (por ejemplo, las interacciones con nubes de gas y polvo, los planetesimales (los embriones planetarios), las fuerzas de marea. En este escenario, las órbitas de los distintos cuerpos van evolucionando hasta caer en resonancia y continúan su evolución manteniendo la ligazón resonante, la "captura".

## Resonancia Tierra- Luna

La Luna y la Tierra forman un sistema planetario muy singular, debido, por una parte, al gran tamaño del satélite y por otra, a su proximidad a la Tierra, que a su vez orbita alrededor del Sol.



Fases de la Luna

La superficie de la Luna (como la de la Tierra) está iluminada por el Sol en su totalidad. Es decir, que no hay un lado oscuro de la Luna, sino un lado que permanece oculto a nuestra vista. Desde la Tierra es visible una mitad del satélite debido al efecto combinado entre los movimientos de rotación y revolución.

*La Luna gira en torno a un eje imaginario y al mismo tiempo su baricentro se mueve alrededor de la Tierra.*

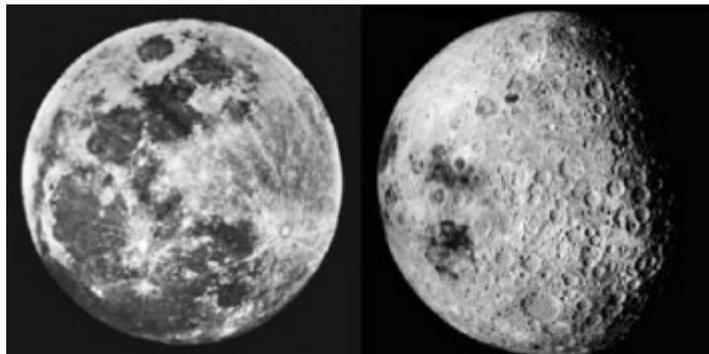
La Luna gira en torno a un eje imaginario y al mismo tiempo su baricentro se mueve alrededor de la Tierra. El periodo de rotación de la Luna en torno a sí misma coincide con el periodo de revolución (órbita) alrededor de la Tierra; la relación es (1 : 1).

En mecánica celeste este fenómeno es muy frecuente y se llama resonancia mareal sincrona, se produce cuando la relación entre el periodo de rotación y el de revolución es un número racional de grado bajo (numerador y denominadores pequeños). Se suele dar entre planetas y satélites grandes. La Luna es el quinto satélite por tamaño del Sistema Solar!

En general, el tipo de resonancia, que como este, consiste en el acoplamiento de la dinámica de dos astros, se da cuando la conmensurabilidad se produce entre el periodo de rotación (spin) y el periodo orbital. Por eso se llama resonancia spin-órbita.

Aunque este ejemplo nos cae próximo, también hay otros que son bastante familiares para nosotros, por ejemplo el sistema Sol- Mercurio, que es (2 : 3), pues Mercurio da dos vueltas alrededor del Sol y gira 3 veces sobre su eje. O dicho en forma de calendario, en dos años de Mercurio han pasado tres días "mercurianos". Hay que recordar que el año es el tiempo que tarda un planeta en dar una vuelta completa alrededor del Sol, mientras que el día es el tiempo que invierte en dar un giro completo sobre su eje imaginario. Así, la resonancia spin-órbita que existe entre la mayoría de los planetas puede expresarse de la siguiente forma: la razón entre los periodos de

revolución y rotación es igual a la razón entre los números enteros  $n$  y  $m$ .



Las dos caras de la Luna (a la izquierda del lector, la cara visible)

Ahora ya podemos comprender un poco mejor, quizá, lo que ya se sabía desde la antigüedad: solo es posible ver desde la Tierra una cara de la Luna. Pero como los seres humanos somos muy curiosos y pertinaces, nos las ingeniamos para intentar ver lo que el otro lado de Luna nos ofrece. Algo difícil hasta el desarrollo de la tecnología que tuvo lugar en el siglo XX. En 1959, la nave soviética Lunik orbitó nuestro satélite y fue el primero en "ver" la cara oculta de la Luna.

¿La Luna, nuestra luna, es la única luna "coqueta", que muestra siempre la misma cara a su planeta? Esta duda es interesante, aunque quizá el lector ya lo sepa con lo ya relatado en los párrafos anteriores. En realidad esta actitud es propia de la mayoría de las lunas grandes del Sistema Solar; muchos de los satélites que giran en torno a Marte, Júpiter, Saturno, Urano o Neptuno presentan siempre el mismo hemisferio a su planeta. Esta situación, que parece insólita, resulta muy atractiva para los estudiosos de la mecánica celeste y también para los astrónomos.

Las sondas interplanetarias nos han mostrado muchas lunas de características bastante distintas que, sin embargo, comparten esta propiedad asociada con la resonancia. Los planetólogos, observando estas lunas resonantes de *una sola cara*, nos enseñan, para nuestro asombro, las enormes diferencias que pueden existir entre unos y otros satélites, en ocasiones porque, por ejemplo, algunos son bastante inertes, mientras que otros son geológicamente muy activos, con volcanes en erupción.  $C^2$

---

## Datos interesantes de la Luna



**Resonancia orbital:** Saros

**Resonancia spin-órbita:** (1:1)

**Inclinación:**  $5.16^\circ$

**Excentricidad:** 0.0554

**Radio:** 1737.5 km

**Masa:**  $7.34767 \cdot 10^{22}$  kg

- La distancia Sol-Luna influye la órbita de la Luna, la oscilación del perigeo lunar tiene gran amplitud y origina grandes ciclos.
- Saros significa repetición, en la práctica es un intervalo de tiempo (6585,277 días) tras los cuales los eclipses de Sol y de Luna se repiten, por lo cual resulta bastante fácil predecirlos.
- La atmósfera de la Luna es casi despreciable, su masa atmosférica es menor de  $10^4$  kg.
- El campo magnético de la Luna es del orden de 1 a 100 nanotesla (en la Tierra es de 30-60 microtesla).
- El rango de temperaturas medias oscila entre  $107^\circ\text{C}$  por el día y  $-153^\circ\text{C}$  por la noche.



## Bibliografía

- MILANI, A. & GRONCHI, C.: *Theory of the orbit determination*, Cambridge Univ. Press, (2010).
- MOSER, J.K.: "Is the Solar System Stable?", In *The Mathematical Intelligencer*. pp.65-71 (1978).
- MOSER, J.K.: *Stable and Random Motions in Dynamical Systems*, Princeton Univ. Press. Landmarks in Mathematics (1973).
- POINCARÉ, H.: *Les méthodes nouvelles de la mécanique céleste* Gauthier-Villars et fils, 1899 (reprint Dover 1957).
- SIEGEL, C.L. & MOSER, J.K. & KALME, Ch.l.: *Lectures on Celestial Mechanics*, Springer.