

Efectos relativistas en el cerebro humano

La frecuencia áurea

Pedro Hugo García Peláez

Dedicado a Albert Einstein en el 100
aniversario de la teoría de la relatividad
general.

Reservados todos los derechos. No se permite la reproducción total o parcial de esta obra, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio (electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otros) sin autorización previa y por escrito de los titulares del copyright. La infracción de dichos derechos puede constituir un delito contra la propiedad intelectual.

© Pedro Hugo García Peláez, 2016

Prólogo:

Este es un libro puramente científico y por lo tanto tiene algunas partes en cierta manera áridas para quien no tenga una base consistente de matemáticas, sin embargo creo que el esfuerzo de leerlo merecerá la pena.

No vas a encontrar aquí ningún tipo de medida sobre la tumba de un faraón y su relación con el número áureo, pero sí fórmulas matemáticas con 5 ó 6 cifras significativas de aproximación en los cálculos, uno puede pensar que dos cifras significativas es casualidad, tres que ya no es tanta casualidad, pero cinco o seis cifras significativas decantan claramente la balanza al que ha hecho los cálculos.

A través de nuestro periplo enlazaré rigurosos métodos matemáticos con ciertas hipótesis a partir de las pistas e información que nos vayan dando las fórmulas usadas, sin más preámbulo comenzamos.

1. Un poco de Historia

El cálculo de la razón de oro se remonta a la Antigua Grecia que era el epicentro de la cultura del mundo antiguo con diferencia.

No se sabe como se le ocurrió medir a Pitágoras esa razón, Pitágoras fue además el descubridor de la razón de la suma de los cuadrados de los catetos y el cuadrado de la hipotenusa en triángulos cuadrados, sea como fuera en ese contexto tan especial como la Antigua Grecia que fue una de las épocas más asombrosas de la historia mundial se calculo la razón áurea, siendo Pitágoras el que la calculo.

Pitágoras tenía mucho poder en esa Grecia donde apareció una luz intensa que cubría todos los campos tanto de artes de letras como de matemáticas.

En las Universidades actuales tanto el cálculo del número áureo como la relación entre la hipotenusa y los catetos de un triángulo cuadrado puede considerarse como matemáticas para niños.

Si alguien de letras quiere profundizar en las Matemáticas, Física o Química debe estudiar Historia de la ciencia, que además de darle una visión del contexto temporal de los descubrimientos científicos le dará también una visión de la importancia de los descubrimientos.

No es recomendable para un neófito en Matemáticas o Física profundizar en la parte teórica y práctica de estas materias ya que con lleva mucho trabajo y varios años conseguir defenderse en este ámbito.

Cuando Kepler dijo que las dos relaciones anteriores eran una joya preciosa a mi me sorprendió un poco.

El primer descubrimiento de Pitágoras no está mal si la situamos en el ámbito histórico de la antigua Grecia aunque ahora la consideraríamos matemáticas de niños, sin embargo lo de denominar el número áureo como joya preciosa despertó mi curiosidad hay que tener en cuenta que los otros dos números irracionales importantes, tanto Π como el número "e" tienen una importancia vital en física, tanto en mecánica como electromagnetismo, sin embargo hasta donde yo conozco el número Φ no tienen ninguna aplicación en física ni matemáticas.

Tanto su leyenda de proporción divina como de número de la belleza no tienen ningún fundamento, lo mismo que su uso en economía, proporciones de estatuas o biología.

Es un auténtico misterio porqué Kepler se interesó tanto en él y fue el que primero profundizo en el tema de su cálculo ya que podemos situar claramente a Kepler en el top diez de los físicos sin equivocarnos en absoluto y seguramente algunos entre los que me incluyo lo situaríamos en el top cinco junto a Newton Gauss y Einstein.

2. Efectos relativistas en el cerebro humano

El Efecto Doppler en el cerebro humano

Hasta ahora no hemos introducido efectos relativistas respecto a las ondas, si bien es verdad que algunos se pueden incluir y tienen efectos sorprendentes, como cuando estaba escuchando a Gonzalo Benavides, un cantante de los años 80 que había descubierto hace poco en Youtube, a pesar de ser un experto en los años ochenta no le conocía, y la verdad es que fue relativamente famoso en esa época, más precisamente en el fenómeno de fans tipo Miguel Bosé, Iván o Pedro Marín de aquella época de los principios de los años ochenta.

Incluso había salido en un capítulo de la famosa serie, "Verano azul". Y representó a España en el festival de la O.T.I. de 1983, festival que ha dejado de existir.

La canción suya que me gustaba era "Quién piensa en ti", tenía un tono pegadizo y como la descubrí hace poco la estuve oyendo repetidas veces, como hemos visto dependiendo de la frecuencia de las ondas, los sonidos pueden producir sonidos agradables que nos gusta oír y que nuestro cerebro agradece.

Sin embargo como siempre estoy dándole vueltas a la cabeza me vino una idea, que quizás era conseguir el primer efecto relativista conseguido en el cerebro humano.

Por supuesto no quiero atribuirme ni mucho menos el descubrimiento del efecto Doppler, que se debe al físico austríaco Christian Andreas Doppler, y que describe el aparente cambio de frecuencia de una onda producido por el movimiento relativo de la fuente respecto a su

observador. Doppler propuso este efecto en 1842 en su tratado *Über das farbige Licht der Doppelsterne und einige andere Gestirne des Himmels* (Sobre el color de la luz en estrellas binarias y otros astros).

Es el primer fenómeno relativista que se observó.

Sin embargo la idea que se me ocurrió era buena y de hecho busqué algún experimento parecido por Internet, que pudiera haber creado efectos relativistas en el cerebro humano.

Sin embargo no encontré ninguna, por lo que considero la idea totalmente mía, o sea una aplicación del efecto Doppler al cerebro humano, que seguidamente describiré.

Primero voy a poner el clásico ejemplo de la ambulancia.

La velocidad del sonido en el aire es en km/h = $(343 \text{ m/1 s}) \cdot (3600 \text{ s/1 h}) \cdot (1 \text{ km/1000 m}) = 1234,8 \text{ km/h}$.

Una ambulancia que viaje a 50 Kilómetros por hora, o lo que es lo mismo 14 m/s tiene una fracción del 4% respecto a la velocidad del sonido. Un cuatro por ciento a veces es mucho y ya es una cantidad apreciable, de hecho un 1% de fracción respecto a la velocidad del sonido, ya es una cantidad apreciable para notar los efectos relativistas del sonido nosotros mismos.

Vamos con el ejemplo:

La sirena de una ambulancia se acerca a nosotros con una velocidad de 50 Km/h emitiendo un sonido de una frecuencia de 300 Hz. La velocidad del sonido en el aire es constante, lo único que puede cambiar es su frecuencia, una mayor frecuencia quiere decir que la onda repite sus crestas y llanos más rápidamente, o sea si se me permite el ejemplo percibimos la onda como más chillona o machacona.

Por lo tanto una onda sonora de 300 Hz es más aguda en su percepción y una de 100 Hz más grave, una onda de 300 Hz equivale al sonido de un niño pequeño gritando.

Si usamos la fórmula del cambio de frecuencia de la onda sonora por el efecto Doppler:

$$f' = f * \left(\frac{1}{1 + \frac{u}{v}} \right)$$

Ésta se usa cuando la fuente se está alejando del observador.

-(f') Es la frecuencia del sonido oído por el observador

-(f) Es la frecuencia del sonido emitido por la fuente, en nuestro caso 300 Hz. La frecuencia emitida por la sirena de la ambulancia.

-(u) Es la velocidad a la que se mueve la fuente, en nuestro caso la ambulancia a 14 m/s

-(v) Es la velocidad del sonido 343 m/s

Todas las unidades en el sistema internacional de medidas (SI).

Cuando la fuente se acerca la fórmula es igual pero con signo menos en el denominador.

$$f' = f * \left(\frac{1}{1 - \frac{u}{v}} \right)$$

Vemos que cuando la ambulancia se acerca a nosotros, y al ser la velocidad de la ambulancia un 4% la velocidad del sonido, la frecuencia que percibimos será un 4% mayor, o sea de 312 Hz. más chillona si cabe. Al pasar justamente delante de nosotros será de su frecuencia natural o sea de 300 Hz. con lo que ya conseguiremos cierto alivio, y cuando se aleja de nuestra posición, la frecuencia será un 4% menor o sea de 288 Hz. con lo que el alivio será mayor si cabe.

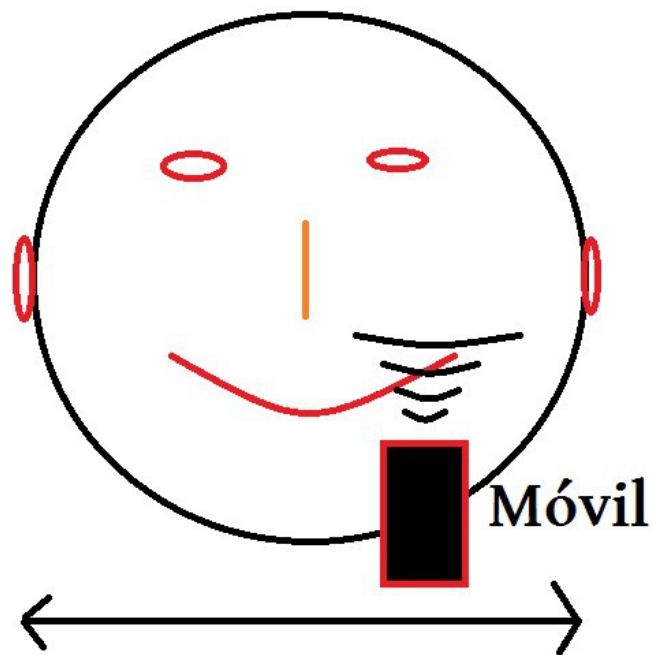
Hasta aquí todo normal seguro que todos nosotros hemos sufrido este efecto multitud de veces.

Pero la idea que se me ocurrió, aunque simple era bastante original. Estaba oyendo la canción anteriormente comentada de Gonzalo Benavides, y pensando en el efecto Doppler, empecé a mover el móvil de un lado a otro con cierta velocidad en el espacio comprendido entre la longitud de mi cara, o sea entre una oreja y la otra.

El sonido se volvía muy agradable, vamos a usar la velocidad en la que os sintáis más cómodos, pero vamos a usar una velocidad promedio de unos dos metros por segundo.

Ya es una fracción de casi un 1% de la velocidad del sonido, por lo tanto apreciable. Cada uno lo puede intentar hacer a su ritmo.

A continuación ilustro con una imagen el experimento.



Móvil moviéndose en esta distancia de un lado para el otro en aproximadamente una velocidad de 2 m/s

Una canción con ese ritmo podía tener un espectro de frecuencias que van desde 100 Hz a 300 Hz .

Lo sorprendente es que moviendo el móvil en esa posición de un lado para otro, una onda sonora del móvil de 300 Hz llegaba a un oído con una frecuencia de 303 Hz y al otro oído con una frecuencia de 297 Hz.

Pero como la velocidad del sonido es altísima y más a esas distancias llegaba a cada oído simultáneamente.

No sé muy bien como procesa el cerebro el sonido, pero ese sonido llegaba simultáneamente a los dos hemisferios del cerebro por medio de los oídos, pero con dos frecuencias diferentes, dicho de una manera un hemisferio por medio de un oído procesaba el sonido con una frecuencia de 303 Hz y el otro hemisferio procesaba el mismo sonido con una frecuencia de 297 Hz simultáneamente.

Me sorprendió que los sonidos resultasen más agradables si cabe, y es que se estaba produciendo un efecto relativista, cada hemisferio funcionaba de diferente manera, o sea cada hemisferio funcionaba como dos observadores y cada uno percibía el sonido de la misma fuente sonora de diferente manera dependiendo de la posición de la fuente en cada momento.

En un momento un hemisferio procesaba una frecuencia de 303 Hz y el otro de 297 Hz, al otro momento un hemisferio procesaba una frecuencia de 99 Hz y el otro de 101 Hz y en otro momento uno recogía frecuencias de 252,5 Hz y el otro de 247,5 Hz ya que el espectro de frecuencias de las ondas sonoras de la canción era muy amplio. Y además cada hemisferio se alternaba en tener la frecuencia baja y la alta según la fuente se estuviera alejando o acercando al oído derecho o izquierdo.

A todos los efectos no había un hemisferio predominante a la hora de escuchar el sonido, ni siquiera los dos estaban en la misma situación, cada uno lo procesaba de una manera y luego no sé como se pondría de acuerdo el propio cerebro, para que percibiésemos la única onda pero procesada diferentemente por cada tímpano en un hemisferio y en el otro, y la procesara como un único sonido con dos frecuencias diferentes, sólo Dios sabe con qué frecuencia los uniría, no creo que nadie haya llegado a desarrollar una fórmula para esto.

Como vuelvo a repetir el sonido llegaba a cada hemisferio, por medio de cada tímpano con una diferencia de menos de 0.0001 segundos o sea una diez milésima de segundo, en el mayor de los casos, y en un tiempo a todos los efectos igual cuando la fuente se encontraba moviéndose cerca del centro de la cara. A todos los efectos simultáneamente.

Lo realmente sorprendente es que el sonido resultaba más agradable, y si se me permite se creaba una diferencia de potencial que hacía trabajar a cada hemisferio cerebral de forma diferente, y de hecho yo me notaba más alegre al repetir el ejercicio.

Dicho sea en términos relativistas cada hemisferio funcionaba de forma diferente, si el móvil de la canción se movía desde el centro de nuestra cabeza al oído izquierdo que si se movía desde el centro a nuestro oído derecho.

En términos relativistas cada hemisferio cerebral trabajaba dependiendo de la posición de la fuente de música en movimiento y no había un hemisferio que actuara predominantemente, de hecho ambos se alternaban continuamente dependiendo del movimiento de la fuente, Cada hemisferio funcionaba a todos los efectos como dos observadores que oían la misma canción con frecuencias diferentes.

Quiero incidir que a todos los efectos estamos hablando de la misma onda producida por una única fuente, recuerdo que un día en La Facultad de Ciencias Físicas, estaba la profesora explicando el fenómeno Huygens, el fenómeno de Huygens, que a propósito fue un físico inglés, al que se le ocurrió la siguiente idea, al observar el mástil de un barco moverse por un canal inglés cuando el barco viraba.

El fenómeno consiste en que cuando un observador está en la tierra y ve una onda lumínica procedente del Sol, la ve llegar con un diferente ángulo al que realmente tiene al incidir sobre la tierra, le pregunté a la profesora que si de cierta manera la onda de luz se había dividido en dos.

Tajantemente me dijo, que de ninguna manera la onda lumínica se había dividido en dos y que todo se debía a un cambio de percepción por parte del observador que se movía, esa respuesta despejó todas mis dudas, y es que la tierra se mueve y se mueve a una velocidad considerable de 57 Km/s.

De hecho el efecto Huygens, se usa para mejorar todavía más el efecto Doppler, de hecho cuando la distancia de la fuente al observador comparada con la longitud de la onda sonora es muy grande, en

nuestro caso es así, se hacen unas aproximaciones y se multiplica el coseno del ángulo formado entre la fuente y el observador.

Al tener el móvil a unos 5 cm. de la cara, el ángulo que forma el móvil con los oídos es casi cero y como coseno de cero es uno la fórmula no varía.

Pongo la fórmula para quien le pueda interesar y la frecuencia queda en función del ángulo ya que la velocidad de la fuente y del sonido, son constantes como en el caso anterior.

Cuando tiene signo + la fuente se está alejando del observador y cuando tiene signo - la fuente se está acercando al observador.

$$f'(\theta) = f * \left(\frac{1}{1 + \frac{\cos(\theta)u}{v}} \right)$$

$$f'(\theta) = f * \left(\frac{1}{1 - \frac{\cos(\theta)u}{v}} \right)$$

Vuelvo a incidir que si estamos en una discoteca, que tiene dos altavoces puede haber regiones de la discoteca donde el sonido se anule por interferencia de las dos ondas de cada altavoz, y en otras la amplitud se duplique, ya que cuando dos ondas se superponen ambas

se pueden sumar, y si son iguales el conjunto de ambas tendría doble amplitud, pero éste no es nuestro caso aquí hablamos de una sola onda producida por una sola fuente, que entra por un tímpano y sale por el otro, "como cuando dicen en el colegio: "Te entra por una oreja y te sale por la otra", pero que cada tímpano la recoge con diferente frecuencia dependiendo de la posición en cada instante de la fuente, por lo tanto es un efecto relativista en todos los sentidos.

La clave es que se está alejando de un tímpano y acercándose al otro y luego al revés.

Es la misma onda con un carácter relativista.

Seguidamente explico por qué no hemos podido de momento conseguir efectos relativistas con las ondas de luz.

Lo mismo pasaría con la luz, si nos moviésemos a velocidades que fueran una fracción de la velocidad de la luz alejándonos del foco de la luz, el espectro de luz cambiaría a tonos más rojos que corresponden a una frecuencia menor, o sea veríamos cambiar la luz hacia tonos más rojizos.

Movernos a velocidades que sean una fracción, aunque sea de un uno por ciento respecto a la velocidad de la luz, es todavía inviable con la tecnología actual.

Estamos hablando de como mínimo velocidades de 3.000 Kilómetros por segundo o lo que es lo mismo más de 10.000.000 de Kilómetros por hora, sí las cifras están bien, para que el cerebro humano capte efectos relativistas respecto al espectro de la luz se necesitaría mover la fuente entre nuestros dos ojos a velocidades superiores a diez millones de kilómetros en una hora.

El Apollo 10, con los tripulantes, Thomas Stafford , John W. Young y Eugene Cernan, lograron la velocidad más alta con respecto a la Tierra jamás alcanzada por un ser humano: 39.896 km/h (11,1 km/s), aproximadamente 0,000037 por ciento de la velocidad de la luz). El récord se estableció el 26 de mayo 1969.

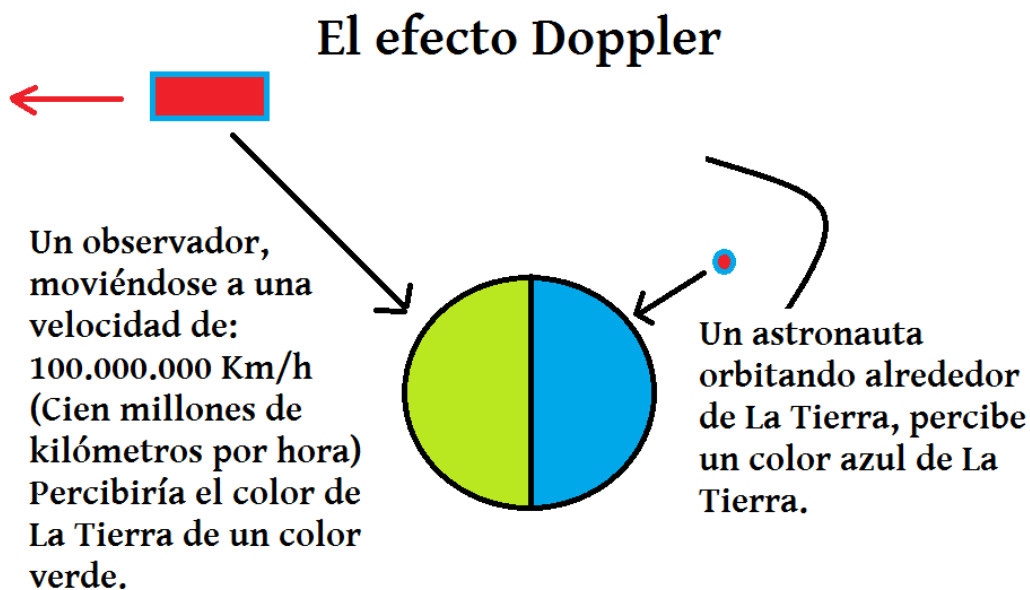
Una fracción de 0,000037 respecto a la velocidad de la luz es totalmente despreciable bajo el punto de vista relativista.

Pero con el sonido no pasa igual. La velocidad del sonido en el aire (a una temperatura de 20 °C) es de 343 m/s.

Llegados a este punto voy a ilustrar con un ejemplo el efecto Doppler, en el espectro de frecuencias visibles de la luz para el ser humano.

La Tierra vista desde el espacio, con las fotos que nos han mandado los viajes tripulados al espacio y las sondas espaciales no tripuladas, tiene un color azulado.

Si una nave espacial se alejase de La Tierra con una velocidad de una fracción de 0,1 con respecto a la velocidad de la luz, un observador dentro de la nave vería La Tierra de un color totalmente verde.



Quiero incidir que el observador no sufriría de Daltonismo, y que está observando los mismos rayos de luz que se reflejan en La Tierra, que

están observando los astronautas, pero a esas velocidades se produce un cambio “aparente” de la frecuencia de cualquier tipo de onda, ya sea el sonido, la luz o cualquier tipo de onda electromagnética.

El nombre de La Teoría de la Relatividad es muy acertado, ya que todo es relativo.

Un hombre de campo te puede decir que una naranja es de color anaranjado, pero un observador a velocidades cercanas a la luz acercándose a esa naranja la podría ver azul.

En resumen La Teoría de La Relatividad postula que no hay ningún sistema de referencia predominante, todo es relativo, según y esto hay que tener en cuenta tres variables, la velocidad del observador, su distancia a otro observador e incluso el tiempo en los que dos observadores se hayan estado alejando el uno del otro.

Sin embargo hay una restricción importante, como la velocidad de la luz es igual en todos los sistemas de referencia, si estuviésemos montados en un rayo de luz, veríamos moverse a la misma velocidad otro rayo de luz cuya fuente a su vez estuviese moviéndose a velocidades cercanas a la luz, por ejemplo la luz de una linterna moviéndose a velocidades de 0,5 la velocidad de la luz.

Este sistema es muy democrático y si los fotones pueden o pudiesen ver verían todo tipo de luces a la misma velocidad, aunque estuviese moviéndose la fuente que las produce o no.

Llegados a este punto vemos que para poder percibir la tierra de un color verde, deberíamos ir en una nave que se moviese a 30.000 Km/s o lo que es lo mismo 108.000.000 Km/h más de 100 millones de kilómetros por hora. Algo que ahora mismo es totalmente inviable para la tecnología humana.

Sin embargo aunque las velocidades a las que nos movemos sean insignificantes comparadas con la velocidad de la luz, no se pueden considerar nulas, muy pequeñas sí, pero totalmente nulas no.

Por lo que se me ocurrió un experimento.

Yo suelo jugar al póker con mi móvil y moví en un pequeño intervalo de tiempo el móvil entre mis ojos a una distancia de unos 5 cm. y a nuestra habitual velocidad de 2 m/s

Creo que la máxima velocidad, con la que podemos mover nuestro móvil con nuestra mano no debe exceder mucho de 10 m/s

Y hay que tener en cuenta que la distancia entre los dos ojos es de unos 3 ó 4 centímetros, por lo que debemos mover el móvil de un lado para el otro, en ese pequeño espacio.

A todos los efectos la pantalla con el juego del póker es como un videojuego con un espectro de luces bastante variado, por lo que cada ojo humano debería ver cada rayo de luz proveniente del móvil con una frecuencia un poco diferente, casi insignificante pero sea como fuere ligerísimamente diferente.

Por lo que a efectos muy leves se estaba produciendo un efecto relativista visual en nuestro cerebro.

Cada ojo veía cada rayo de luz con una frecuencia aparentemente diferente, vuelvo a incidir que cada ojo ve instantáneamente “el mismo rayo de luz” pero lo percibe con una frecuencia diferente, aunque extremadamente parecida.

Pero insisto que las dos frecuencias siguen sin ser iguales y nuestro cerebro tiene que procesar el mismo rayo de luz de forma diferente, y luego juntarlo para darnos una visión en conjunto.

Noté que después del experimento mi concentración y atención mejoraban notablemente y no sólo después de dejar el videojuego, sino durante mucho tiempo después.

Después se me ocurrió una idea, que era ver que pasaba cuando se metía en la fórmula del efecto Doppler, velocidades que fueran una fracción del número áureo

Da igual sea cual fuera la velocidad del sonido, la luz o cualquier onda electromagnética en el medio que fuera, ya que lo que meto en la ecuación es una fracción de la propia velocidad de cualquier onda en cualquier medio.

Por ejemplo: La velocidad del sonido es mayor en capas altas de la atmósfera pero lo que considero, es que la fracción de la velocidad de movimiento de la fuente de cualquier onda sea una fracción equivalente al inverso del número áureo o sea 0,61

Aunque hay ciertas coincidencias que resultan sorprendentes, no pueden considerarse de una precisión matemática inusual, y sólo he conseguido hallarlas usando dos decimales y a veces tres cifras significativas.

Vamos con las relaciones que son muy interesantes.

Primeramente decir que los logaritmos están muy presentes en el oído humano ya que éste percibe la intensidad del sonido en forma de logaritmos, cuando crece la intensidad el aumento de percepción del oído lo hace de forma logarítmica a la propia intensidad que realmente se produce.

Y es más; en cierta manera el oído humano tiene una forma de esas de caracola, que se parecen a la espiral logarítmica con simetría basada en el número áureo. Además quien no ha oído ruidos parecidos a los del mar, cuando se ha puesto una caracola de mar cerca de la oreja.

Dicho esto vamos con esas sorprendentes coincidencias.

Si metemos velocidades que sean fracciones del número áureo en la ecuación del efecto Doppler, tenemos que las frecuencias son o un $1/0,39$ mayor o un $1/1,61$ menor que la frecuencia natural de la fuente.

Da igual que estemos midiendo la velocidad del sonido al nivel del mar, en altas capas de la atmósfera, la velocidad de la luz en el vacío, en el agua o la velocidad de cualquier onda en cualquier medio.

Lo que pretendo decir es que la fuente o el observador se mueven a una fracción de 0,61 respecto a la velocidad de esta onda.

Por lo tanto metiendo este dato en la ecuación tenemos que la frecuencia percibida por un ojo y el otro o por un oído y el otro es 0,62 menor en un caso y 2,56 mayor en el otro

La relación de fracción entre las dos frecuencias percibidas “por la misma onda” es de:

4,12 o sea hay una diferencia de más de 4 enteros entre la frecuencia mayor percibida y la menor (éste número es muy importante y quiere decir que la onda percibida por nosotros es 4,12 mayor en un hemisferio que en el otro.

Si le aplicamos logaritmos en base 10 a esta cantidad tenemos que $\log(4.12) = 0,615$ aproximación de dos decimales al inverso del número áureo.

Si dividimos 4.12 por 2 = 2.06 y si le aplicamos logaritmos en base 10 $\log(2.06) = 0.314$

Tenemos que tres cifras significativas se aproximan al número Pi.

Sigamos con esta progresión decreciente de seguir dividiendo 4.12 por números más altos

Si dividimos 4.12 por Pi tenemos y usando ahora logaritmos Neperianos, tenemos que $\ln(1.31) = 0.270$ tenemos dos cifras significativas del número “e” lo que tiene lógica ya que en esta ocasión hemos usado logaritmos neperianos que tienen su base en el número “e”.

Si dividimos 4.12 por 6 y usando logaritmos en base 10 tenemos que $\log(0.69) = 1.61$

Vemos que al aplicar logaritmos en base 10 al número 4,12 y al número 4,12 dividido entre seis, obtenemos el inverso del número áureo y el propio número áureo

En cierta manera es sorprendente, no he hallado ningún camino subsiguiente que me indique que estos sigue algún tipo de sucesión lógica, aunque pudiera haberla.

Por último la relación siguiente también nos da dos cifras significativas del número áureo y es la exponencial elevada a 4,12 o sea $e^{(4,12)} = 61,5$ dos cifras significativas del inverso del número áureo.

Resumiendo:

Cuando el observador o la fuente se mueve a una fracción de 0,61 la velocidad de cualquier onda en cualquier medio, se produce una diferencia de frecuencias de la percepción de la onda en cada hemisferio de 4,12 y el cerebro humano que funciona de una manera logarítmica a la hora de procesar diferentes frecuencias las capta como una diferencia en una proporción áurea.

3. La frecuencia áurea

Pero hay una relación interesante con todo esto. Debido a las propiedades del número áureo hay tres ecuaciones que dan el número áureo que es irracional.

$$\frac{1}{\varphi} = \sqrt{1 - \frac{1}{\varphi}}$$

$$\frac{1}{\varphi} = \sqrt{2 - \varphi}$$

$$\frac{1}{\varphi} = \sqrt{3 - \varphi^2}$$

Si cogemos la tercera:

$$\frac{1}{\varphi} = \sqrt{3 - \varphi^2}$$

Elevamos ambos lados al cuadrado y sustituyendo "Phi" por x nos queda el siguiente polinomio:

$$-x^4 + 3x^2 - 1$$

Cuyas raices son:

$$x_1=0.61803$$

$$x_2=-0.61803$$

$$x_3=-1.61803$$

$$x_4=1.61803$$

O sea "phi y su inverso con los signos mas y menos.

A este polinomio le vamos a llamar nuestra función más valiosa hasta el momento sobre el número “phi”. Pero no hemos enterado que un tal Taylor ideó una forma de buscar el polinomio que más se acerca a una función en un punto.

3. Series de Taylor de nuestra función:

$$y = -x^4 + 3x^2 - 1$$

Aunque nuestra función sea un polinomio no importa vamos a intentar depurarlo más.

El Polinomio de Taylor de grado cero es la función en el punto o sea en el número áureo.

1.61803398874988

La solución es 0 con 14 cifras decimales lo que ya habla bastante de nuestra precisión.

No nos da demasiada información pero a parte de ser una raíz el primer término de nuestro polinomio de Taylor vemos que no va influir en los siguientes términos lo que nos vendrá al pelo.

Vamos con el polinomio de Taylor de grado uno que es:

$$-7.2352x+11.7066$$

Vamos a dividir 11.7066 entre 7.2352 o sea:

$$11.7066 / 7.2352 = 1.61800$$

El número áureo es : 1.61803 Pero si tenemos en cuenta que hemos usado cinco cifras significativas en nuestro cálculo podemos afirmar que la exactitud es absoluta.

Vemos que el cociente entre la pendiente de una recta y su punto de corte con el eje de abscisas nos da el número áureo. Por lo que parece que no vamos desencaminados.

Pero vamos a recordar lo que estamos haciendo tenemos una función a la que le hemos denominado ecuación del número áureo que es:

$$y = -x^4 + 3x^2 - 1$$

Y sobre ella estamos haciendo un desarrollo de Taylor. Que sería teóricamente una forma de mejorar algo nuestra función y vemos que no vamos desencaminados.

Tenemos que el segundo polinomio de Taylor nos indica que la pendiente partida por su corte con el eje de abscisas nos da el número áureo. De aquí vamos a sacar una función sinusoidal de la forma:

$$y(x) = A * \text{sen}(x + \varphi)$$

Así podremos hallar la frecuencia “entre comillas” áurea.

Una función sinusoidal tiene la forma:

$$y(x) = A * \text{sen}(x + \varphi)$$

Si insertamos nuestro primer polinomio de Taylor en la función sinusoidal queda:

$$y(x) = A * \text{sen}(-7.2352x + 11.7066)$$

y como la velocidad angular es -7.2352

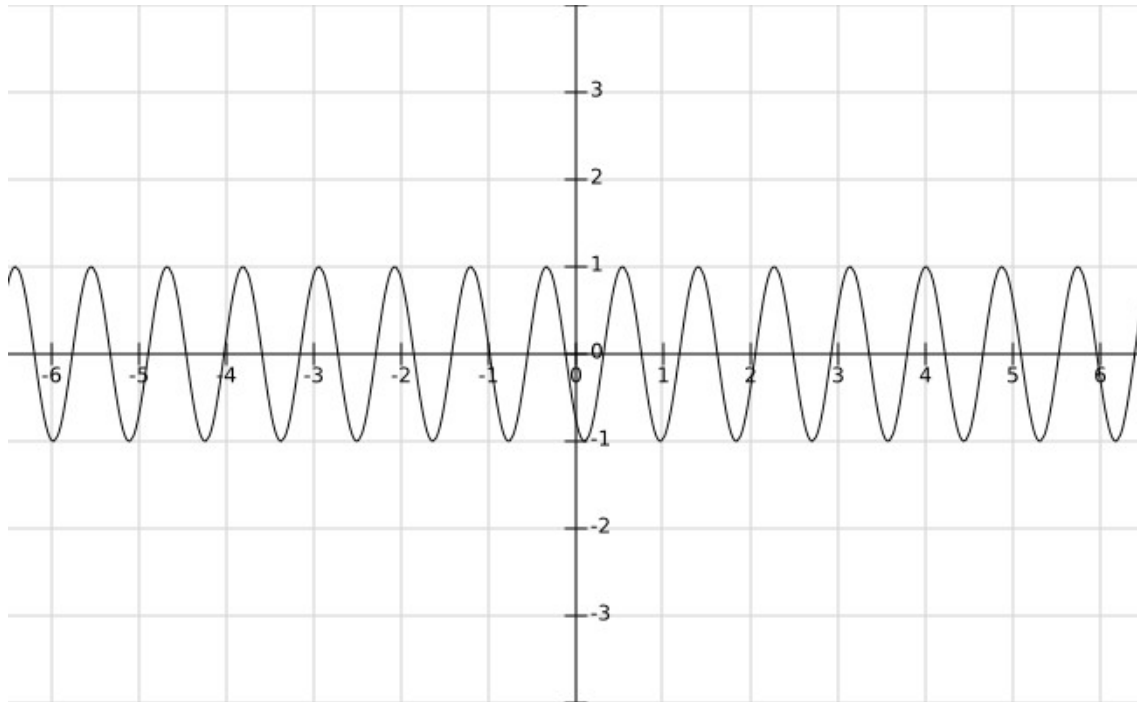
Tenemos que el periodo es:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 0.8684 \text{ segundos}$$

El periodo es muy parecido al periodo de flotación del cuerpo humano en el agua y algo menos de un segundo.

Tengo que denotar que en la mayoría de las proporciones del cuerpo humano el periodo de oscilación de diferentes partes del cuerpo suele ser de menos de un segundo. Es como si algo menos de un segundo fuera una medida importante, si bien considero que quien ideó la unidad de un segundo acertó completamente ya que aunque un segundo parezca un tiempo muy pequeño la verdad es que si lo analizamos bien grandes cambios pueden ocurrir en esta proporción de tiempo de un segundo que nos parece tan pequeña.

La función sinusoidal hallada tiene de periodo 1.1515 Hz y su gráfica es:



Yo cuando juego al poker me pongo una función sinusoidal de frecuencia 1,100 KHz que a pesar de que no oigo por su espectro de alguna manera me mantiene concentrado en el juego y es que de alguna manera si pudiésemos considerar una frecuencia áurea creo que esta sería de 1,1515 Hz