20/11/2018

A Hard Day's Chord

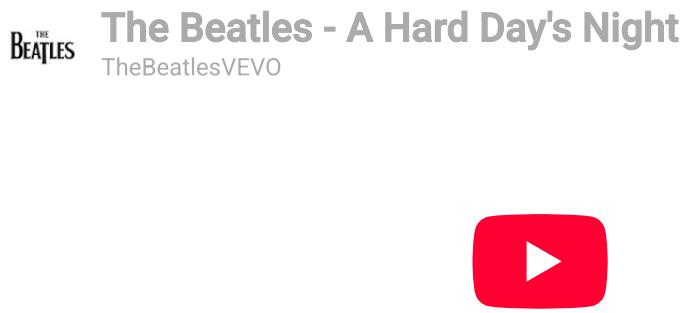
TXT PULA ALVAREZ IMG MARO MARGULIS

¿Qué nos puede decir la física sobre los Beatles? ¿Qué hay detrás del primer acorde de uno de los temas más tarareados de la historia?

Habemos quienes, a riesgo de caer en las garras de la ortodoxia, afirmamos sin pelos en la lengua que los Beatles inventaron la música contemporánea. En un acto de abierta búsqueda del consenso estoy dispuesta a ceder en mi postura y reformular dicha afirmación: los Beatles *revolucionaron* la música del siglo XX y más allá.

Hay un sinfín de historias, libros, películas, documentales, notas, etc. que hablan de esto, de la influencia de los Beatles en las bandas que siguieron, de la revolución que generaron en la forma de hacer música: desde las presentaciones en grandes estadios hasta las innovaciones técnicas de grabación de *Tomorrow Never Knows*.

Ahora bien, los Beatles son increíbles no sólo por lo que hicieron de forma concreta o intencional, sino sobre todo por el legado que dejaron, por las puertas abiertas, por las preguntas a responder, desde la mítica *'¿Paul está muerto?'* hasta la menos conocida ***'¿Cómo está hecho el acorde del principio de A Hard Day's Night?'***. En este remolino de creación y producción artística podemos encontrar un enorme abanico de interrogantes. Como era de esperarse, la ciencia ayudó a responder algunos. Pero como no vamos a hablar de la presunta muerte de Paul porque posverdad, quedémonos mejor con el enigma de ese fantástico primer acorde de *A Hard Day's Night*.



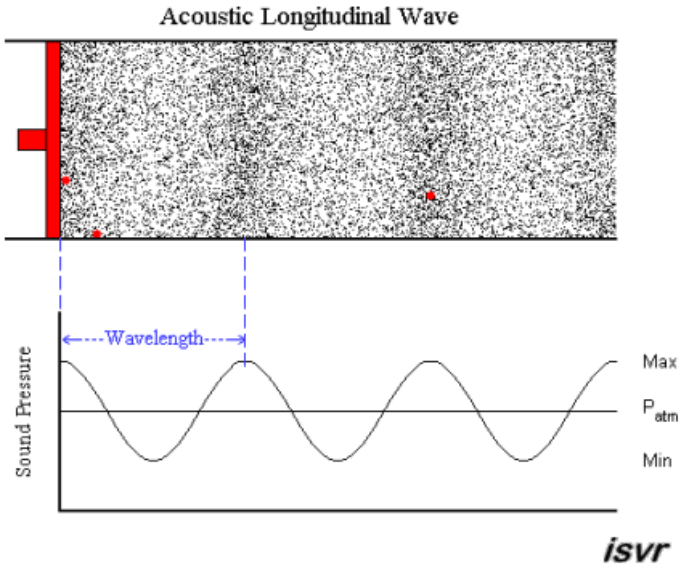
CHEEEENNNN

Resulta que esta enérgica y bella canción tiene un *magical mystery* que tardaron décadas en resolver: al inicio suena un primer acorde disonante y cacofónico que, durante mucho tiempo, mucha gente intentó reproducir. Tal como cuenta Ernesto Blanco en su libro 'Los Beatles y la ciencia', hubo varias versiones del acorde: para una sola guitarra, para dos guitarras, para dos guitarras y un bajo. Pero ninguna de estas sonaba exactamente igual.

Para entender un poquito cómo funciona esta magia, necesitamos algunos conceptos de física de ondas que nos pueden ayudar. Cuando tiramos una piedra en un estanque de agua (ejemplo cliché pero útil si los hay) vemos cómo se forma la onda y se propaga en el medio. En este caso la onda se mueve radialmente respecto al centro donde cae la piedra, se va amortiguando (perdiendo energía) y,

eventualmente, desaparece. Si en vez de tirar la piedra en un estanque lo hiciéramos dentro de un recipiente más acotado, veríamos que la onda al llegar a los bordes 'rebota' y vuelve en la misma dirección, pero en el sentido opuesto al que se movía originalmente, formando un paquete de ondas que se superponen.

Cuando hacemos vibrar una cuerda tensionada por dos puntos sobre una caja de resonancia, esta 'empuja' el medio material a su alrededor (generalmente aire, salvo que te hayas caído dentro del estanque), lo cual genera **ondas de presión**.



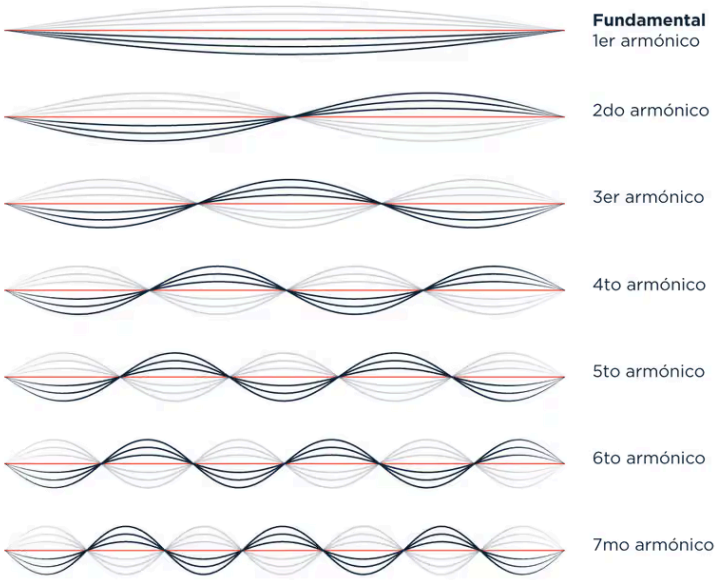
Esquema de generación de una onda de presión que, si se encuentra dentro del rango audible humano (20 Hz a 20 KHz), nuestro cerebro interpretará como un sonido. En este ejemplo, el pistón rojo se mueve y perturba las moléculas en el aire (puntitos negros), las cuales mediante su movimiento transmiten la onda. Nótese que las moléculas en el aire oscilan alrededor de su posición inicial, es decir, no 'viajan' junto con la onda (lo cual vemos representado con los puntos rojos). La frecuencia de la onda resultante (y por lo tanto del sonido interpretado) dependerá de la frecuencia de oscilación del generador, que puede ser un pistón como en este caso, o las cuerdas de un instrumento. La longitud de la onda (wavelenght) es inversamente proporcional a la frecuencia de la onda. (**Fuente**)

Entonces, en el caso de los instrumentos musicales de cuerda, el sonido se genera por la vibración de –*ia tu sabe*– la cuerda, que produce una onda de presión que se propaga en el aire hasta llegar a nuestros oídos. Estas variaciones de presión son detectadas por nuestro oído, que las transduce en impulsos eléctricos que luego nuestro cerebro interpreta como sonido.

Existe una relación matemática entre las frecuencias que componen este sonido: resulta que cuando una cuerda vibra tiene lo que llamamos una **frecuencia fundamental** de vibración que depende de la densidad, la tensión y la longitud de la cuerda. Esta frecuencia es la que determina la nota musical emitida y se suele medir en oscilaciones por segundo (o Hertz). Al mismo tiempo se produce un conjunto de ondas, cuyas frecuencias son múltiplos de esta frecuencia fundamental, denominadas **armónicos**.

Los armónicos, sus amplitudes y la forma en que se comportan cuando se genera un sonido, nos dan la posibilidad de identificar el timbre de las fuentes de sonido, por ejemplo los diferentes instrumentos musicales o las distintas voces de cada persona. Por otro lado, las diferentes trayectorias de las ondas que provienen de distintos instrumentos nos permiten escucharlos como instrumentos separados, ya que nuestro cerebro consigue computar el origen espacial de los sonidos y de ese modo separar fuentes diferentes.

Cuando nuestro oído capta cualquier vibración en el rango de frecuencias de 20 y 20.000 Hertz, lo vamos a escuchar como un **sonido**. Si la vibración es periódica la vamos a identificar como una **nota**. Al combinar más de una nota, se forman acordes que, dependiendo de la relación de las frecuencias de las notas fundamentales que lo componen (y sus respectivos armónicos), sonarán más o menos 'agradables al oído'. Mal y pronto, en música se llama 'consonante' a los acordes 'agradables'. Si sonaran 'raros' serían disonantes o cacofónicos (como el acorde inicial de a Hard day's night).

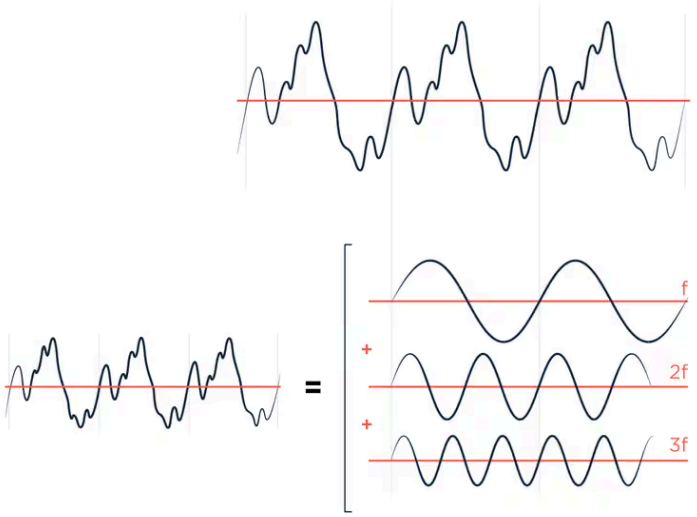


Buenas vibras: diferentes modos de vibración posibles para una cuerda fija en sus extremos.

Cuando George (o cualquier guitarrista no tan bueno como George porque George hay uno solo y sí, puede que esté sesgada) apoya los dedos de su mano izquierda en el mástil de la guitarra, lo que está haciendo es acortar la longitud de las cuerdas, generando distintas ondas que producen distintos sonidos. **Al apretar en diferentes puntos del mástil y hacer sonar varias cuerdas en simultáneo se construye un acorde**. Eso era lo que nadie estaba pudiendo imitar para lograr el mismo sonido que al inicio de *A Hard Day's Night*. Desde la fecha de lanzamiento de la canción en 1964, esto fue una incógnita. Incluso en 2001 alguien le consultó a George por el asunto y él respondió respondió 'pregúntenle a Paul'.

El problema con nuestro acorde rebelde es que **no había oído capaz de identificar esos armónicos como para poder decir fehacientemente cuáles eran los instrumentos que lo formaban**. Pero como siempre hay un físico fan de los Beatles porque somos un montón y estamos en todos lados (las personas fans de los Beatles; quienes nos dedicamos a la física somos menos abundantes), en octubre de 2004 el Dr. Jason Brown rompió con la especulación y publicó un artículo titulado *'Mathematics, Physics and A Hard Day's Night'*, donde explicaba cómo la física de ondas nos puede ayudar a desentrañar este misterio.

Lo que hizo el Dr. Brown fue destripar el acorde por medio de una técnica llamada **Análisis de Fourier**. Esta técnica permite descomponer matemáticamente una onda 'complicada' en una sumatoria de ondas sinusoidales 'simples' o, dicho musicalmente, **separar los armónicos para analizar qué frecuencias fundamentales lo conforman, pudiendo establecer cuáles son las notas que forman el acorde completo y qué instrumentos se estaban usando**.

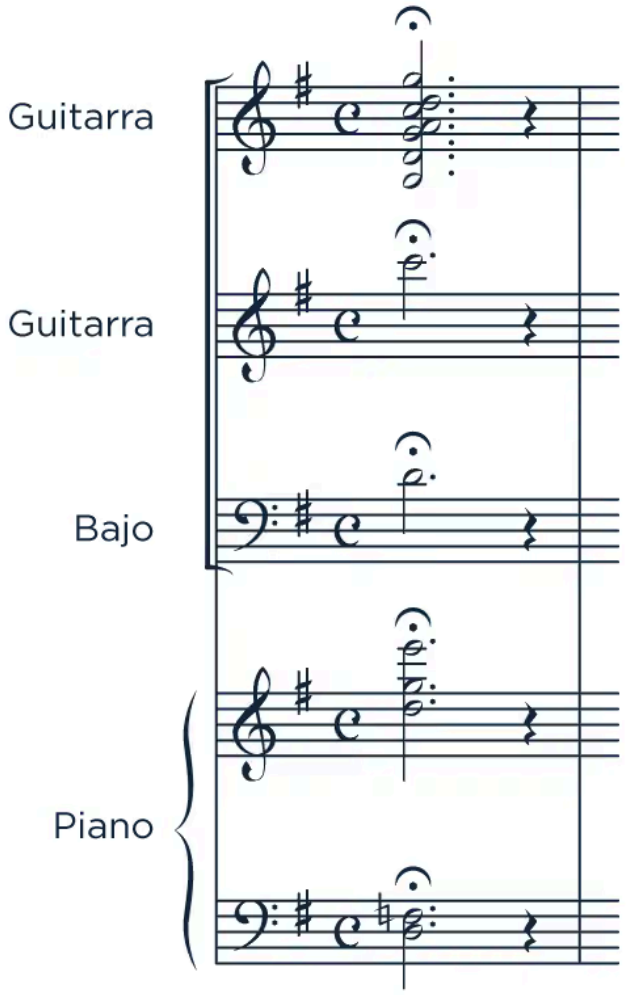


Vemos una onda que corresponde a un sonido formado por la superposición de tres frecuencias: la frecuencia fundamental f y dos armónicos 2f y 3f (que, como explicamos antes, son múltiplos de la frecuencia fundamental).

En base a esto, Don Brown llegó a algunas conclusiones: primero pudo determinar que los instrumentos estaban levemente desafinados; segundo, que el bajo tocaba una sola nota, que era la más fácil de identificar, dada su intensidad. Además, considerando la información que ya se tenía de que George estaba tocando una guitarra de doce cuerdas —lo que hace que algunas notas aparezcan por duplicado —, pudo observar que algunas también aparecían una tercera vez, es decir, **había otro instrumento aparte de las guitarras de George y John y el bajo de Paul. Lo que nadie vio venir, dada la configuración standard de la banda, fue que ese instrumento era un piano**.

Misterio resuelto: el piano también es un instrumento de cuerdas y se puede reproducir con él las mismas notas, con las mismas frecuencias que con la guitarra (generando un sonido bastante similar). Pero sería injusto dejar el tema acá sin

hablar de una de las piezas claves de la historia de los Beatles y de la música en general: George Martin (no el *matapersonajes* sino el legendario ingeniero de sonido, el quinto Beatle).



Fin del misterio (al menos para quienes puedan interpretar esos hermosos jeroglíficos musicales).

Tanto él como Geoff Emerick, ingeniero de grabación, fueron fundamentales para la construcción de los Beatles como fenómeno musical. La aplicación de distintas técnicas de ingeniería de sonido para la creación de arreglos y la innovación en los métodos de grabación que usaron estos dos genios son algunas de las formas en que la ciencia influyó en la historia de la música.

Es importante poner en contexto estas innovaciones, porque muchas de las cosas que definieron la música post-Beatles fueron inventadas por la dupla Emerick-Martin. Cuando nos remontamos al inicio de la banda nos encontramos con

historias hermosas, como que en esa época la gente viajaba de una punta de Liverpool a la otra para que le 'presentaran' un acorde nuevo que nadie conocía y resulta que capaz era un re menor séptima (acorde bastante común, nada que haga suspirar a Spinetta). Otra historia hermosa es la que cuenta que Paul ya era famoso desde el principio porque era el único que sabía afinar la guitarra 'de oído', entonces todo el mundo le caía guitarra en mano o lo invitaba a merendar para que le afine la cuestión. Pasar de esto a la historia épica sobre cómo grabaron Strawberry Fields Forever (algo que daría para otra nota entera), definitivamente es dar un salto de calidad y cambiar el rumbo de la música para siempre.
Entender la relación íntima entre la ciencia y el arte no sólo nos permite disfrutar más de la ciencia, comprendiéndola como una perspectiva de la cual nos podemos apropiar desde lo cotidiano, sino que también nos da la posibilidad de disfrutar más del arte, enriqueciendo en este caso la experiencia musical.

Sin dudas *A Hard Day's Night* es una de las canciones más tarareables del planeta; la hemos cantado bajo la ducha, en la bici, mientras cocinamos y en un sinfín de situaciones más. ¿Quién no simuló el primer acorde con un incompleto CHEEEENNNN realizado con la boca mientras hacemos gesto de guitarra con las manos? Ahora que descubrimos de qué está hecho ese acorde maldito y hermoso, ahora que la ciencia metió la cola, ¿no lo escuchan aún más lindo?

Referencias

https://www.mscs.dal.ca/~brown/n-oct04-harddayjib.pdf

Sumate en
eglc.ar/bancar