

Caracterizacion de instrumentos haciendo uso de los batimentos

names

15 de junio de 2020

1. Por qué es importante

Dentro del analisis de instrumentos es necesaria, como en toda medicion, la calibración, por ello surge la duda: ¿Cómo podemos asegurarnos de que nuestros instrumentos producen sonidos iguales, y si no a que medida difieren unos de otros?. Es claro que hay muchas maneras de determinar las diferencias entre los distintos intrumentos de los que cada uno dispone en casa, como por ejemplo determinar su geometria, o el material del cual esta hecho, sin embargo acusticamente también se podría determinar cuan parecida es la nota producida de mi instrumento con la de otra flauta.

2. Batimiento

Que pasa cuando dos ondas tienen una misma frecuencia y son superpuestas de tal manera que interfieren, si tienen un desfase sabemos que se anulan, y si no tienen ningun desfase interfieren constructivamente aumentando su amplitud. Sin embargo si estas dos ondas superpuestas difieren en un poco, aunque no tengan desfase, eventualmente interefieren destructivamente. El batimiento sucede cuando dos ondas de frecuencias muy cercanas interfieren de manera que la suma de ambas, su interferencia, crea una onda con una frecuencia muy parecida a la onda inicial y modulada por la diferencia de frecuencia de vibración de estas.

$$\cos(2\pi f_1 t) + \cos(2\pi f_2 t) = 2 \cos\left(2\pi \frac{f_1 + f_2}{2} t\right) \cos\left(2\pi \frac{f_1 - f_2}{2} t\right)$$

Figura 1: Al sumar dos frecuencia muy parecidas tendremos una modulacion de $\Delta f = f_{modu} = f_1 - f_2$ y ya que son parecidas $f_{promedio} = \frac{f_1 + f_2}{2}$ la frecuencia promedio es casi la frecuencia original

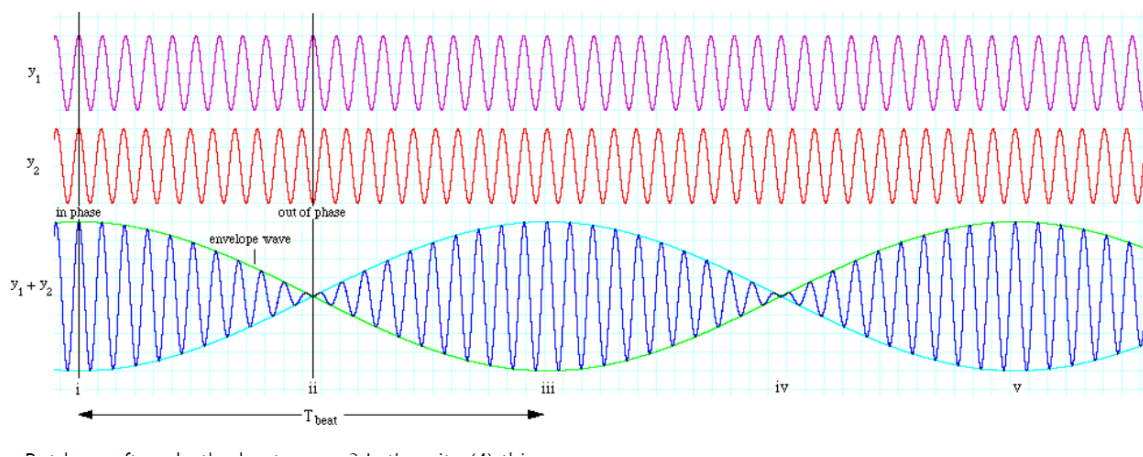


Figura 2: ¿porqué la frecuencia de batimento es Δf y no $\Delta f/2$?, ya que percibimos como cambio de volumen los maximos y minimos de la curva en verde, aunque el máximo llegue de i a v, nosotros percibimos i a iii como la frecuencia de batimento, en la mitad de tiempo, es decir en el doble de frecuencia

3. ¿para que no sirven los batimentos

En nuestro caso haciendo uso de audacity y contando con un protocolo de medición adecuado, tenemos mediciones de notas a aproximadamente la misma distancia y volumen que comienzan y terminan en intervalos definidos, audacity nos permite superponerlas y escuchar los batimentos, tambien se pueden observar, de manera que podemos contar los picos y saber cual diferencia de frecuencia tocan las flautas que utilizamos. Vemos que al principio se tiene lo mismo pero cuando comienza el tono generado obtenemos

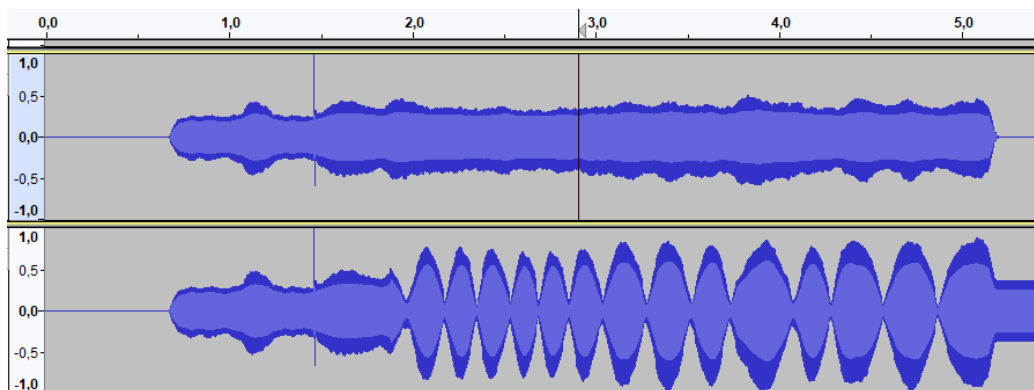


Figura 3: Esta es una nota do grabada por Felipe, se superpone a un tono generado por audacity de 523.25 de frecuencia

los batimientos, al contarlos en un intervalo de tiempo vemos que tiene una frecuencia de 9Hz cada $\approx 2\text{seg}$, es decir que tiene una diferencia con el tono generado de 5Hz aproximadamente, vemos que cambia al final un poco ya que la fuerza del aire con la que se sopla también varía la afinación.

4. Cómo comparar las flautas

Podemos tomar dos caminos, uno en donde tomamos la flauta de alguno como la flauta afinada, y comparamos todos los instrumentos de allí. O el otro camino es comparar con un tono generado, puro, de audacity.

El primer camino parece que tiene varios problemas, por un lado el microfono con el que se graba no se tiene certeza de estar calibrado y segundo no sabemos como varie la afinación de este instrumento con el tiempo(el problema de poner un estandar en un objeto físico). El segundo camino también supone dificultades, aunque es un tono generado, no queremos afinar una flauta al tono puro si no tambien a los armónicos que pudieran producirse es decir que el tono puro carece de otros tonos que caracterizan al instrumento.

Lo haremos por ambos medios.

5. comparación con tono generado

Para cada nota se compara con un standard de LA 4 en 440 Hz

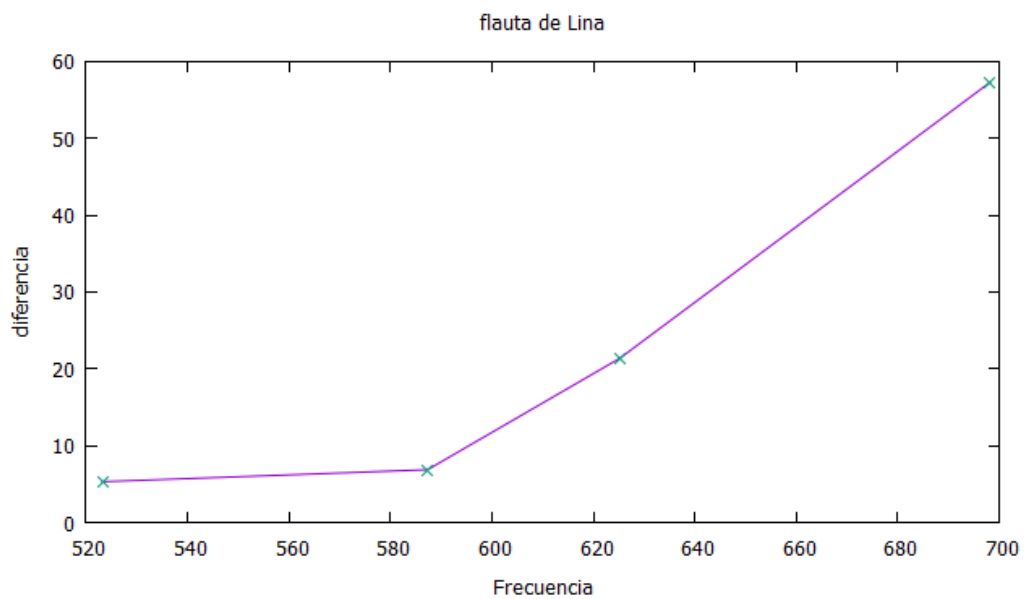


Figura 4: Para cada frecuencia se miran la cantidad de batimentos en un intervalo y se determina la desviación que tienen de la nota esperada, C5 D5 E5 y F5

No es posible establecer una relación con estos datos, pero se ve que depende para cada nota. Ahora hacemos lo mismo con la flauta de otro compañero

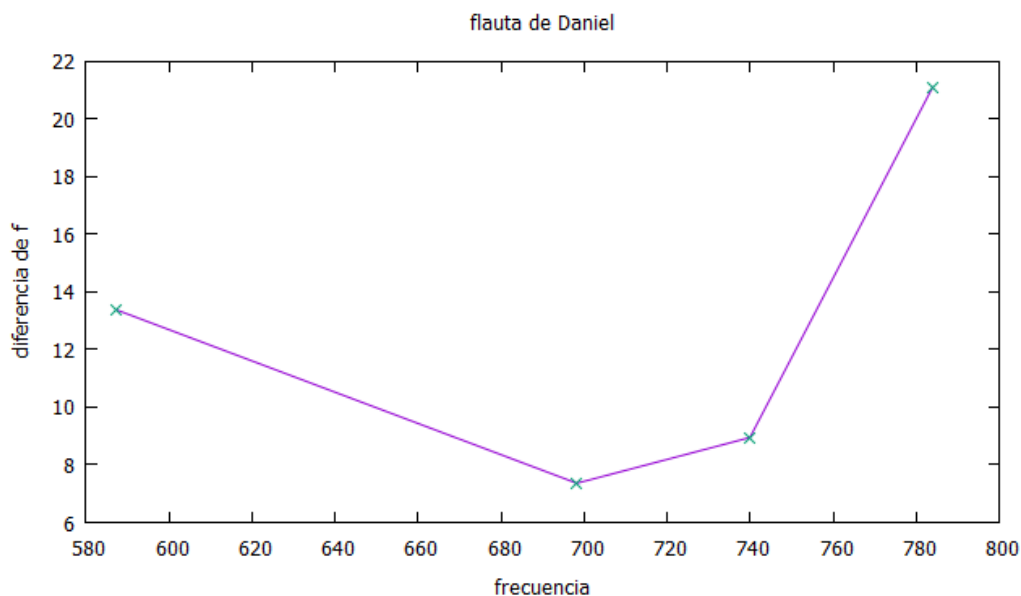


Figura 5: En este caso tampoco es claro establecer algun comportamiento especifico o ley de potencias

Ya que son muy pocos datos es dificil comparar los datos.

6. Comparación con mas datos

Para comprobar un comportamiento general se tomaron 5 grabaciones de cada una de las 12 frecuencias que componen las notas en la flauta. Sin embargo algo muy interesante sucedió y es que el variar incluso ligeramente el volumen o cuán fuerte se sopla la flauta los datos tienen una desviación estandar muy grande, es decir, incluso una medida producida por la misma flauta cambia drásticamente la afinación (pero no a un nivel audible, o por lo menos para un oído no entrenado). Por ello estas grabaciones se repitieron varias veces con el propósito de generar aquellas que tuvieran una semejanza en el volumen y afinación. Esto nos indica que al comparar los datos que tengan los otros compañeros también se tendrá este efecto, el cual es bastante difícil de controlar al no saberse cuantitativamente cuánto aire sopla exactamente cada uno.

f Hz	523,25	554,36	587,32	622,25	659,25	698,45
nota	C5	C#5	D5	D#5	E5	F5
Δf Hz	3,74	2,22	9,01	4,09	3,83	7,31
	4,24	6,46	10,31	3,24	7,46	5,75
	3,77	3,97	8,02	3,87	6,13	6,36
	4,13	5,40	4,83	3,19	6,36	3,97
	2,77	2,19	10,24	4,68	3,26	6,46
$< \Delta f >$ Hz	3,73	4,05	8,48	3,81	5,41	5,97
$\sigma_{\Delta f}$ Hz	0,58	1,90	2,25	0,62	1,78	1,25

f Hz	739,99	783,99	830,6	880	932,32	977,76
nota	F#5	G5	G#5	A5	A#5	B5
Δf Hz	3,51	7,15	10,21	13,79	11,03	11,79
	3,27	9,24	8,17	16,84	18,49	9,42
	2,47	14,42	14,34	10,27	9,95	12,55
	3,20	8,65	10,28	17,04	11,14	9,61
	3,26	12,89	4,50	15,72	10,68	10,82
$< \Delta f >$ Hz	3,14	10,47	9,50	14,73	12,26	10,84
$\sigma_{\Delta f}$ Hz	0,39	3,06	3,58	2,81	3,52	1,35

Observando la grafica y las desviaciones que persisten a pesar de tomar datos con volúmenes parecidos, no es posible determinar un comportamiento general, pero si podemos observar tanto en este resultado como al tomar los datos que para las notas mas agudas es mas fácil desafinar, y requiere más práctica tocar a un volumen moderado sin que esto afecte la afinación. Es decir, si se puede esperar que al subir la frecuencia se tenga una mayor diferencia, pero esto ya viene ligado a la destreza que se tenga al tocar.

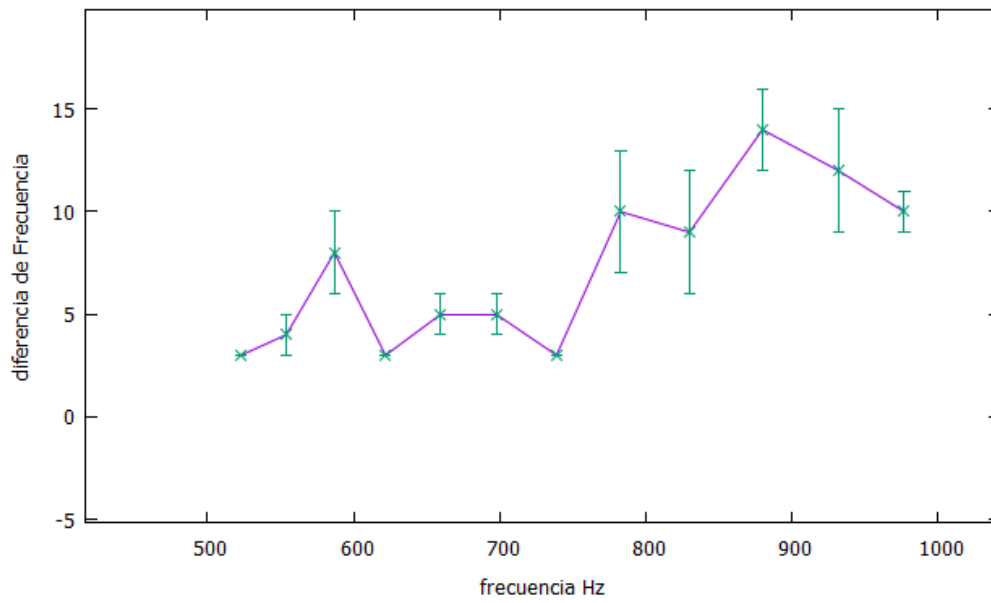


Figura 6: datos en total, parece que tampoco hay una ley de potencias o comportamiento general