

PSICOACÚSTICA

Mensaje del maestro Roncador

Las cinco normas de la acústica

MAESTRO RONCADOR

Hoy hace un magnífico día y me he despertado con un humor maravilloso. Es primavera, y como llego temprano al CACTAS (Centro de Altos Conocimientos Técnico-Artísticos en Sonido), me apetece andar por sus alrededores.

Encuentro una pequeña loma desde la que se domina el estacionamiento y la fachada principal del edificio. Subo a la misma, y descubro una silla de las que se instalan en las calles, anclada en lo más alto, orientada hacia esta visión. Magnífico. Pienso en la persona que ordenó colocarla ahí. Seguramente el promotor, arquitecto o constructor del CACTAS deseaba observar su obra. Me siento para reflexionar sobre los alumnos y profesores que poco a poco, van llegando, andando, en bicicletas o vehículos, aparcando y dirigiéndose hacia la entrada.

Oigo, más que veo, llegar a James Raguse, el alumno burlesco, con un vehículo trucado, que echa humo y ruido a partes iguales.

La alumna aventajada, Asor, llega en su bicicleta, de forma silenciosa, y su madre, Estnom, la Directora, aparece casi al mismo tiempo en un viejo Volkswagen que me recuerda el de mi juventud. Las observo desde lejos sin que lo sepan. Son como dos gotas de agua, pelirrojas y preciosas. Entran juntas.

Estoy seguro que voy a hacer una clase excelente, pero los conceptos que debo explicar, no sé si serán capaces de entenderlos tan rápidamente como sería necesario.

Miro el reloj, me levanto y empiezo a bajar.

Voy directo al despacho de la Directora.

Clong - clong

Escucho este sonido incluso antes de entrar en la antesala donde está la secretaria de la Directora. Pongo la mano en el pomo de la puerta y la abro. Ella está al teléfono, al parecer escuchando la conversación y contestando con monosílabos casi imperceptibles. Seguro que me ve entrar, pero no me mira. Me siento en una de las sillas a esperar. Cuando acaba la conversación, llama a la Directora, y sin mirarme, me hace un gesto para que pase.

Estnom no se levanta de su mesa, pero me indica que me siente con una sonrisa.

Voy directo a lo que me preocupa.

—La acústica se comporta como las cargas gravitatorias en la estructura, pero con una gran diferencia: que son dinámicas y no estáticas. Por lo tanto he de hablar de conceptos de dinámica, de poco amortiguamiento, de choques por excesos de presión, y por ello debo utilizar la rigidez dinámica, la frecuencia de resonancia, la propia, la crítica, la cavitación, el número de Reynolds, ...

—De acuerdo, me has convencido, pero creo que asumes un gran riesgo. Nadie hasta el momento ha impartido una clase mezclando todos estos términos y saliendo de ella con éxito. Te recuerdo que estás en el aula 202, y que es famosa por sus pataleos.

—Asumo este riesgo. —Le contesto admirándola.

Siempre tengo la sensación de que volvería a ser aceptado nuevamente por ella, pero nos separa una gran distancia temporal, y especialmente debido a mis ronquidos. De todos modos, fue ella la que al parecer insistió para que yo sustituyera al anterior profesor de ese grupo. O sea que en algo debo parecerle interesante. ¿O se trata de más cosas?

Casi es la hora. Antes de que entren los alumnos, escribo en la pizarra:

Rigidez dinámica
Frecuencia de resonancia
Frecuencia propia
Frecuencia crítica
Cavitación y número de Reynolds

De esta forma tendrán tiempo para ir asimilando lo que voy a tratar.

Al cabo de unos instantes, suena el timbre de inicio y empiezan a entrar los alumnos. El rechinar de las mesas y pupitres se mezcla con los portazos que, algunos de ellos, provocan de forma intencionada. Se oyen múltiples conversaciones que anulan ya por completo el sonido de la naturaleza que entraba por la abierta ventana.

Al parecer, nadie se ha fijado en la pizarra. Hasta que hace su entrada el alumno burlesco. Entonces todos los alumnos del fondo se callan. El resto, influenciados por la bajada de nivel sonoro, también se calla. El burlesco se dirige al lugar que le asigné en la segunda fila, al lado de la alumna aventajada. Mientras mira la pizarra, aparece una burlesca sonrisa en su rostro, que no me hace presagiar nada bueno.



—Os voy a presentar los ingredientes imprescindibles para poder hablar de la diferencia entre la dinámica y la estática.

—¿Ha dicho estática?

El alumno burlesco empieza a sacar sus uñas. Siempre ha de destacar con sus comentarios fuera de lugar.

—Ya hablaremos un día de la Estética Sonora. Creo que es un tema muy poco tratado. Pero ahora no toca.

Veo que la alumna aventajada le da un codazo a su hermanastro.

—Normalmente se considera que el sonido se produce casi exclusivamente en el aire, y se olvida su parte estructural, y la dinámica. El karateka es capaz de romper un ladrillo por el centro al darle un golpe seco. —Aquí toda la clase levanta la cabeza para mirarme. —La carga que lo rompe es una carga dinámica. El mismo esfuerzo pero proporcionado de forma estática, —aprovecho que todos me miran para simular que doy un golpe de karate muy lentamente, —es decir, aplicando el esfuerzo gramo a gramo, seguramente no lo habría roto.

En esto que el burlesco simula dar un golpe a su pupitre. Oigo que dice “por lo bajini”, pero suficientemente fuerte para que lo escuchen sus compañeros del fondo, que no se ha roto.

La clase se ríe. Eso es bueno, o al menos me favorece ya que no se arma una revolución. Yo aprovecho para relajarme. Hago mal.

La alumna ahora sí que lo increpa.

—La rigidez dinámica es un parámetro que indica la capacidad que tiene un material para amortiguar los impactos. Se expresa en MN/m^3 . Para que un material sea elástico, y vuelva a la posición inicial después de desaparecer la fuerza que lo deformaba, se precisa que su rigidez dinámica sea la menor posible.

Ahora las caras de los alumnos muestran que no lo entienden.

—Voy a poner un ejemplo. Supongamos que este alumno, —y señalo al alumno fuertote, salta sobre una tarima bajo la cual he dispuesto un material elástico, con una rigidez dinámica muy baja, por debajo de $20 MN/m^3$. Al saltar, el golpe se transmite a la tarima, y de ésta a la capa elástica, que lo disipa y reparte de forma que al forjado bajo la misma le llega una carga muy tenue y muy repartida.

Tocue, el alumno fuertote situado al otro lado del burlesco, se mueve inquieto.

—Entonces, ¿la rigidez dinámica es lo que se requiere para los materiales utilizados bajo los suelos flotantes en las viviendas, para ver la capacidad de amortiguación de los ruidos de impacto de sus pavimentos?

La pregunta me ha sorprendido gratamente. Pero no me sorprende porque proviene de Asor, la alumna aventajada.

—Ciertamente, lo has entendido a la perfección, y también para evitar la transmisión de vibraciones de máquinas

La alumna se sonroja mientras su hermanastro se mofa de tanta perfección haciendo gestos de karate en el aire.

—Ahora hablaremos de la frecuencia de resonancia y la propia.

—Yo esto lo sé perfectamente. —Dice el burlesco. —La frecuencia de resonancia es la que tienen mis amigos que resuenan por mí, y la propia es la mía, puesto que no me es ajena.

Toda la clase aprovecha para reír y el alumno se siente orgulloso de sus ocurrencias.

—Pues fíjate, lo has dicho muy bien. Porque la frecuencia de resonancia del conjunto masa-muelle, formado por el pavimento y la manta elástica anterior, es precisamente lo que determina si se transmiten o no los impactos al forjado.

—Perdona, pero para resonar ha de existir un sonido que provoque otro.

—Si, esta es la definición digamos de diccionario, pero en acústica somos más amplios y lo extendemos también a otros sonidos como impactos y a los que no oyes como las vibraciones.

Ahora el burlesco se ha quedado sin palabras. Es mejor que yo siga.

—Esta frecuencia de resonancia se puede determinar también mediante impulsos, como cuando el alumno fuertote salta sobre el pavimento. Su relación con la rigidez elástica es:

Lo escribo en la pizarra.

$$s'_t = 4\pi^2 m'_t f_r^2,$$

donde m'_t es la masa superficial, en Kg/m^2 ,
 f_r es la frecuencia de resonancia del sistema, en Hercios,
 y s'_t es la rigidez dinámica del resorte, expresado en MN/m^3



—Por lo tanto, cuanto menor sea la rigidez dinámica del material, menor será la frecuencia de resonancia del sistema, y por ello, mayor el poder aislante a impactos del conjunto. Por debajo de la frecuencia de resonancia, el material no amortigua nada los impactos, y se comporta como un sólido rígido. En cambio, por encima de la resonancia, el material absorbe parte, o incluso toda la energía del impacto, y por ello lo amortigua. ¿Queda claro?

—No. —Dice Raguse. —Entiendo que para la frecuencia de resonancia pase toda la energía de la vibración o del impacto, pero no entiendo que por encima o por debajo de ella pase o no pase.

Este alumno siempre me pone a prueba.

—Se lo explicaré yo. —Se adelanta a decir la alumna aventajada. —Supongamos que bajo la masa coloco un material muy rígido. Por ello, el valor de la rigidez dinámica será altísimo, ¿verdad?

Raguse mira a su hermanastra y afirma con la cabeza.

—Y en este caso, si no disminuye esta masa, la frecuencia de resonancia será altísima, ¿no es cierto?

—Claro, eso ya lo he entendido antes.

—Tranquilo, que sigo. Si el material tiene una rigidez dinámica que se acerca a infinito, a la frecuencia de resonancia le ocurre lo mismo, y entonces, por debajo de ella, el conjunto se comporta como un sólido. ¿Lo captas ahora?

—Veámoslo al revés. —Dice el alumno. —Si la rigidez tiende a cero, el material es hiperelástico y entonces la frecuencia de resonancia tiende a cero, por lo que los saltos del fuertote se amortiguan totalmente, incluso aunque salte en una frecuencia superior a la de resonancia. ¿Es así?

Toda la clase está admirada de estos razonamientos por límite. Se imaginan al fuertote saltando para provocar vibraciones. Solo el fuertote no se imagina en ello. Es más, creo que no se imagina saltando en ninguna frecuencia.

Creo que debo ir concluyendo. Se va acercando la hora. A estas alturas no podré hablar de las otras frecuencias, pero estoy contento.

Y cuando voy recogiendo, oigo de nuevo la voz de Raguse.

—Entonces, si pongo una losa con una gran masa, ¿puedo conseguir una frecuencia de resonancia del sistema tan pequeña que, aunque mi amigo, —aquí señala al fuertote ya levantado a su lado, —salte con la frecuencia que quiera, no pasará ninguna vibración ni impacto?

Toda la clase se queda esperando mi reacción.

Ha dado en el clavo, porque la losa inercial es fundamental para conseguir una frecuencia de resonancia muy baja, aunque entonces el material resiliente debe poder soportar esa carga y el de la concarga que se instale. Este dato es fundamental, o quedará aplastado.

Miro la pizarra. Me quedo unos instantes observando lo que hay en ella. Todavía no he cerrado el segundo punto y ya me ponen a prueba de nuevo.

Me giro para decir algo, pero los alumnos van saliendo del aula enarbolando sus sonrisas mientras suena el timbre de fin de clase.

MAESTRO RONCADOR
Experto en psicoacústica y aprendiz de lo que sea menester.

