



## Em sents?

### Taller de generació d'ones de so

## Objectius del taller

1. Veure/entendre que el so es una vibració = una ona.
2. Veure que les ones de so es poden visualitzar i mesurar, sent caracteritzades per la seva longitud d'ona (o freqüència).
3. Relacionar: agut = menys longitud d'ona = major freqüència
4. Veure que el volum afecta a l'amplitud de l'ona, però no pas la seva longitud/freqüència.
5. Veure que per generar sons més aguts (major **freqüència**) cal més tensió i/o menys longitud i/o menys gruix de corda.

## Preparatiu

- Abans de començar la pràctica, cal tenir les caps de so preparades, idealment amb les galledes o garrafes ja lligades a les cordes de guitarra.
- Si volem que facin gràfiques, aconsello que portem de casa ja fetes les gràfiques en blanc per repartir-les entre els nens quan toqui. A la gràfica en blanc es posa freqüència a l'eix vertical (de 0 a 2000 Hz, crec) i pes a l'eix horitzontal (de 0 a 6 kg)
- Assegureu-vos també que teniu uns 18 kg de pes en paquets de 1kg ó 18 l d'aigua i tres embuts si ho voleu fer amb líquid.
- Alguns dels ordinadors són molt lents, així que convé tenir-los tots engegats i amb el programa Daqarta en marxa abans que comenci la classe.
- Recordeu que als ordenadors cal entrar com a usuari "super", si no el software no funciona. Username: super; Password: 02coord (o 03coord en alguns).
- Recordeu també que els micros externs funcionen només als ordinadors grans. Als petits, cal fer servir el micro de l'ordinador, que està al costat de la càmera.

## Nano-guío

### Introducció

- Demanar què creuen que és el so (diran que una ona).
- Demanar què creuen que és una ona (basta amb que facin el gest amb la ma). Si tenim una corda gruixuda, podem intentar "fer ones" amb ella. Explicar que en una ona de so, el que oscil·la són les mol·lècules d'aire.
- Demanar si creuen que aquesta ona de so es pot "veure" Resposta: sí, traduint l'ona de so en una ona de voltatge amb un micròfon i visualitzant el voltatge amb un ordinador.

Temps estimat: 10-15 minuts



## Visualització i caracterització de les ones de so

- Engagar daqarta. Posar en mode de visualització d'amplitud vs temps (mode "input"). Es veuran volts a l'eix vertical i milisegons a l'eix horitzontal. DEMANAR QUÈ ÉS UN MILISEGON! Molts no ho sabran.
- Cantar o xiular. Fer "average" per congelar la foto de l'ona. Explicar el que veuen. Demanar com farien ells per mesurar aquesta ona i distingir una ona d'una altra. Aquí és on introduïm els conceptes de longitud d'ona, freqüència i amplitud. Comptant la distància entre pics sabem la longitud d'ona entre milisegons. Encara més útil és comptar el número de pics que hi ha en la gràfica i dividir pel número de milisegons de l'eix horitzontal: això dona la freqüència=número d'oscil.lacions per segon.
- Aquí podem posar el mode "options-Frequency Counter" i fer que l'ordinador mesuri la freqüència. Comprovar si coincideix amb el que han calculat ells a ma.
- Augmentar la freqüència del to de veu i repetir el pas anterior. Veure que a to més agut li correspon freqüència més alta/longitud d'ona més petita.
- Posar el freqüencímetre (mode "spectrum") i mirar el que marca quan cantem una nota. Veuran harmònics. Us demanaran què son. Aquí aconsello respondre dient que per entendre els harmònics, hem de fer un aparell que "imiti" les nostres cordes vocals. Això ens ho deixa en safata per l'última part de la pràctica.

Temps estimat: 10-15 minuts

## Generació d'ones de so

Ara les preguntes són:

Com ho fem nosaltres per generar tons més greus o més aguts?

Què hem de fer amb les nostres cordes vocals, o a una corda de guitarra, per generar tons més aguts o més greus?

1. Posar la caixa amb les cordes, penjar garrafa, posar 1 o 2kg, posar micro davant o dins la caixa.
2. Mesurar l'ona en mode spectrum+average. Veuran com a mínim dos pics corresponents als dos primers harmònics. Que marquin en una gràfica la freqüència dels dos harmònics en funció del pes. Noteu que les variacions del segon harmònic són més fàcils de veure, perquè son el doble de grans: si el primer harmònic varia en x Hz, el segon ha de variar en 2x Hz.
3. Augmentar el pes que pengem i anar omplint la gràfica fins arribar a uns 6 kg de pes (o fins que pensem que la cosa pot petar!).
4. Parar i comentar
5. Si hi ha temps, per a un pes concret (el que vulguin) canviar el to controlant la longitud de la corda tensionada. Segons el disseny de la caps, això es pot fer separant o ajuntant els dos punts fixes (movent la tapa o movent alguna fusta/llapis que hi posem



## Em sents? Taller de generació d'ones de so

a sota de la corda). Si hi ha temps, poden fins i tot intentar fer una gràfica de  $t_0$  vs longitud de la corda.

6. Si hi ha encara més temps, fer-ho per a la segona corda de gruix diferent (però no hi haurà temps...).

Temps estimat: 15 minuts

## Conclusions/llicions

Al final cal que arribin a la conclusió: a mes tensió o menys longitud de corda, mes agut.

Cal que entenguin també que el  $t_0$ =longitud d'ona és diferent del volum=amplitud d'ona.

Segons com vagi la llició, relacionar amb les nostres cordes vocals (els petits tenen veus més agudes que els grans, per exemple).

## Frequently asked questions

Us haurien de demanar (o podeu demanar vosaltres) per què una corda més tensa vibra més ràpid. Això ho podeu de fet visualitzar amb la corda de saltar a la comba, per cert. La resposta és que a més tensió, més gran és la força de restauració=força que empeny la corda a retornar cap al seu estat d'equilibri, i per tant més ràpid és el moviment de la corda ( $F=ma$  i per tant  $a=F/m$ , on  $a$ =acceleració de la corda,  $F$ =força=tensió,  $m$ =massa de la corda). Naturalment la corda no es frena al punt d'equilibri sinó que es "passa de frenada" i per això va fent oscil·lacions, cada vegada més curtes, però sempre ràpides. Aquesta "velocitat d'oscil·lació" es tradueix en ones de só amb freqüència més ràpida.

Potser us demanen també per què a menor longitud de corda major freqüència. La resposta, crec, és que una corda més curta té menys massa i per tant a igual força una corda més curta accelera més ràpid ( $F=ma$  i per tant  $a=F/m$ ). Exactament la mateixa explicació serveix per explicar perquè una corda més prima té un  $t_0$  més agut: les oscil·lacions són més ràpides perquè la corda més prima és també més lleugera.

Finalment, us demanaran perquè hi ha harmònics. La resposta és que en una corda que vibra entre dos punts fixes, hi pot haver (i per tant hi ha) qualsevol oscil·lació que tingui una amplitud 0 als dos punts fixos... és a dir, qualsevol oscil·lació que sigui un divisor sencer de la longitud de la corda. El primer harmònic és l'oscil·lació de tota la corda, el segon harmònic ve a ser l'oscil·lació de dues mitges cordes, el tercer tres terços de corda, etc. Com que ja hauran vist que oscil·lacions més curtes corresponen a freqüències més altes, entendran que el segon harmònic ha de tenir una freqüència més alta que el primer, etc.

## Notes finals



## Em sents? Taller de generació d'ones de so

La pràctica dura 45 minuts. 5 minuts com a mínim els perdreu entre nens entrant i sortint i la vostra presentació. Oju amb els timings.

La part final de graficar és flexible. Si només hi ha temps per fer una gràfica, ja ens val: és més important que discuteixin conceptes i facin preguntes i hipòtesis que no pas que facin gràfiques.