

# La caixa de música (i això per a què serveix?)

**Carlos García      IES Bellvitge**

<http://www.xtec.es/~crgarcia/caixa/>

## Una pregunta injusta origen i gènesis

*Les funcions trigonomètriques  $f(x)=\sin x$  i  $f(x)=\cos x$  tenen una importància especial en una branca de la física. En quina? Per què?*

El 21 de febrer de 1997 aquesta pregunta va ser formulada en un examen de matemàtiques de segon de BUP. La majoria dels alumnes no va considerar oportú donar una resposta adient a la pregunta, fins i tot preguntaven si aquesta pregunta anava de broma.

Sempre és agradable aprofitar les oportunitats d'explicar aplicacions de les matemàtiques a la vida "real". Moltes vegades són els mateixos alumnes els que t'ho demanen formulant la pregunta (que com a mínim una vegada a l'any tot professor té l'honor d'escoltar):

*I això per a què serveix?*

Curiosament, quan s'intenta explicar una aplicació, aquesta acostuma a interessar molt poc als alumnes. Les possibles raons poden ser:

- Raó pràctica: "Això no entrarà a l'examen"
- Raó empírica: "Això és d'una altra assignatura i les assignatures són coses aïllades que rarament tenen relació entre si. Així, doncs, el que explica ara el *profe* és per perdre una mica el temps ja que deu estar fart d'explicar matemàtiques"

Els alumnes van considerar que la pregunta no era "justa" i que no corresponia a un examen de matemàtiques. Als exàmens de matemàtiques s'han de resoldre problemes i no respondre a preguntes amb truc. I potser tenien raó (o no).

En raonar que les aplicacions de les matemàtiques tenen gran importància i que era una pena que no poguéssim dedicar més temps a la part de la Física que estudia les ones, en concret les ones sonores. No teníem temps.

## El Concurs Webs de Ciència

Durant el curs 1996-97 un grup d'alumnes de l'EATP d'informàtica s'havien presentat al 1r concurs Webs de Ciència amb un treball sobre volcans. El treball es va fer molt ràpidament, però va deixar molt bon record als alumnes.

Abans de l'estiu ens vam assabentar que pel curs següent es tornaria a celebrar el concurs. Ràpidament es va formar un grup bastant nombrós d'alumnes interessats a participar, i ara teníem molt més temps que l'any anterior.



### **El programa EXAO**

El centre té un ordinador amb una placa (EXAO) i un seguit de programes que permetran realitzar pràctiques amb l'ordinador per estudiar fenòmens físics.

Un professor de Física de l'Institut (N'Aleix Diz Ardid) comentà una pràctica molt interessant que permet estudiar el timbre i la freqüència del so. En concret es pot estudiar tant teòricament com pràctica el so produït per una corda vibrant i per un tub tancat.

### **Un article antic, una proposta nova.**

La relació entre Matemàtiques i Música sempre ha estat estreta.

En un article de la revista *Investigación y Ciencia* que es titulava "*Matemáticas de la escala musical*" (núm 167, agost de 1990), Ian Stewart explicava, en forma de diàleg, els fonaments matemàtics de la construcció de l'escala musical. Despertava la curiositat i la necessitat de respondre un bon nombre de preguntes que es plantejaven en llegir-lo.

Una cop presentada la possibilitat d'elaborar una pàgina web científica amb un grup d'alumnes es va fer una reunió amb els interessats.

Se'ls van presentar dos projectes, l'un, un treball pràctic sobre cromatografia, i l'altre, que és el que ens ocupa, un projecte per intentar relacionar els quatre aspectes que s'han comentat a l'apartat d'abans. Els alumnes van escollir aquell treball que els semblava més interessant.

En el projecte, que posteriorment es va convertir en "La Caixa de Música", l'objectiu era estudiar el so des d'un punt de vista molt general. Veure com la física i la música tractaven els mateixos aspectes del so. Descobrir quina part de la matemàtica era necessària per a l'explicació física. I adonar-se que les matemàtiques tenien un paper molt important tant en la teoria musical com en la construcció d'instruments musicals.

I, a més, es volien connectar aspectes de diferents assignatures que se solen explicar sempre per separat.

## Els nostres objectius

Des d'un primer moment, i tenint en compte la temàtica del treball, vam veure clar que calia que el treball tingués les característiques següents:

- *Original i personal*, encara que no podia sorgir del no res, el treball no podia reduir-se a una recopilació d'informació, havia de ser conseqüència d'una constatació de diferents fonts per poder respondre a preguntes que poc a poc ens anirien sortint.
- *Fer ús de les capacitats multimèdia de l'ordinador*, tant pel que fa a imatges com a sons, ja que donades les característiques del treball, permetien explicar les coses de manera diferent que als llibres.
- *Ben dissenyat*, això volia dir que fos agradable de veure, ben estructurat, compensat, tenint cura de les imatges, els gràfics, la tipografia... i que quedessin clares totes les parts que el componien.
- *Amb una part experimental*, que seria la base i el punt de partida del treball.

## Metodologia

### a) Les preguntes

Els alumnes van rebre un full amb preguntes totes relacionades amb el treball que es volia desenvolupar. Tenia sentit que el féssim si aquestes preguntes eren suficientment interessants per poder dedicar un temps per trobar les respostes.

### b) La part pràctica

Una vegada es va formar el grup que volia dur a terme el treball, vam fixar un altre dia de reunió, en el qual es va realitzar la primera pràctica. En aquesta pràctica es van estudiar dos sons: el so produït per la vibració de l'aire dintre d'un tub tancat, i el produït per una corda vibrant. L'experiència va servir per introduir o consolidar conceptes com freqüència, forma d'ona, harmònics i es va fer la justificació teòrica de la diferència de "textura" que hi ha entre un so i un altre de la mateixa freqüència. La pràctica es va considerar molt interessant i va esperonar els alumnes a tirar endavant amb el treball.



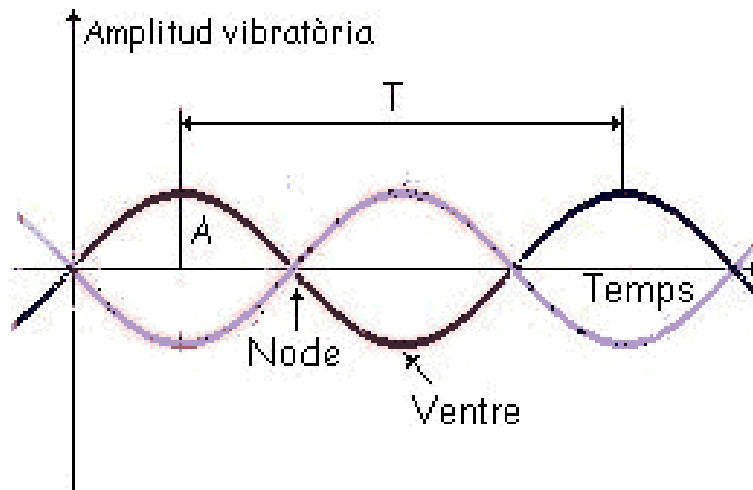
### c) Les respostes, la part teòrica i l'estructuració del treball

Posteriorment es va distribuir material per poder començar a trobar respostes i començar a definir què és el que faríem. En aquest moment van arribar les tant estimades vacances, que van servir de reflexió tant a professors com a alumnes, tot i que alguns van començar a desenvolupar l'estructura del treball.

El primer que vam fer en arribar el setembre va ser fixar objectius, estructurar el treball i elaborar un pla d'acció. Vam decidir que el treball es podia subdividir en tres grans blocs:

- Una part més relacionada amb la Música, en què es parlaria de les característiques musicals del so, com són, el to, la intensitat i el timbre.
- Una part més relacionada amb la Física, en què s'estudiarien les característiques del so, com són, la freqüència, la forma d'ona, l'amplitud, i els harmònics.
- I una part més relacionada amb la Matemàtica, en què es posarien les bases per poder entendre tant les característiques d'una ona, com la construcció de l'escala musical actual i la forma dels instruments: les funcions trigonomètriques, la funció exponencial i les progressions aritmètiques i geomètriques.

Vam decidir reunir-nos dues vegades per setmana. En aquestes reunions s'explicaven els conceptes que no acabaven de quedar clars, s'exposaven els avenços en les diferents parts i es repartia nou material per poder avançar fins a la propera reunió.



### d) El disseny

En aquestes reunions periòdiques vam anar confeccionant, pas a pas, com seria la pàgina web. Vam canviar unes quantes vegades l'estructura, colors, distribució, imatges, etc., fins que vam acordar que, encara que es podia millorar, l'havíem de deixar tal i com estava si no volíem que el treball fos etern.

Un dels dies vam generar gran part dels sons que surten a la pàgina. Un altre, vam repetir alguna experiència amb l'EXAO, tant per aconseguir imatges per al treball, com per consolidar el que ja s'havia après.

Per a les il·lustracions de la portada i les principals de cada pàgina vam demanar col·laboració, tot explicant abans com

volíem que fossin. I un altre dia vam retocar les nostres fotografies de la pàgina de presentació, pàgina que es va convertir durant uns dies en l'espectacle còmic entre els amics de l'Institut.

La incorporació de música era obligada en una pàgina com la nostra. La decisió sobre les músiques de fons que havien d'acompanyar algunes pàgines va ser causa de petits "conflictes", però va servir, de qualsevol forma, per entendre com el so MIDI feia servir de forma molt directa moltes de les característiques del so que tractàvem d'explicar a les nostres pàgines.

#### **e) Les consultes**

Quan anàvem avançant en el treball, ens van sorgir dubtes sobre alguns conceptes o sobre la veracitat d'algunes de les afirmacions que fèiem. Fou llavors quan la paciència dels altres professors del centre es va posar a prova, especialment la professora de Música i la dels de Física. Sense les seves indicacions, hauríem arribat a un punt mort i el treball no hagués estat el mateix.

#### **f) El nom del treball**

No va ser fins als últims dies que ens vam decidir pel nom definitiu. "*Música i Mates*", "*Les Matemàtiques de la Música*", "*Música, Física i Matemàtiques*" i "*Matemúsic*", eren noms que no semblaven massa atractius. A la fi, i tot pensant en el calaix de sastre en el qual s'havia convertit el nostre treball, vam acordar que *La Caixa de Música* era un bon nom.

#### **g) El programari**

A més de fer servir l'ordinador i l'escàner, per elaborar el treball hem fet ús de diferents programes, uns per editar o generar sons i els altres per retocar imatges. Els programes següents són shareware o han arribat als centres en un moment o altre.

Per a la part relacionada amb el so el *Music Time Deluxe*. Per editar i generar fitxers MIDI el *GlodWave 3.22*. Per editar i generar fitxers Wave i *FOURIER (amb tarjeta EXAO)* i el *Cool Edit™ 96* (per fer l'anàlisi de Fourier d'un so).

Per a la part de retocar o crear arxius gràfics: el *CorelDraw 4.0*. i el *Paint Shop Pro 4.12*.

Per editar les pàgines Web: el *FlexEd32 v2.4b*.

#### **El que no vam fer**

Si agafem un disc compacte d'en Carlos Gardel podem comprovar fàcilment que no se sent amb tanta força el *cri, cri*, característic del discos de vinil. Aquest soroll, anomenat soroll blanc, està format per sons d'alta freqüència que acompanyen el so original.

L'anàlisi de Fourier permet identificar aquestes freqüències i eliminar-les. Volíem fer un estudi més exhaustiu de l'anàlisi de Fourier, però el temps i la complexitat ens van empenyer a abandonar-ho.

Aquest n'és només un exemple. Quan anàvem aprofundint en el treball ens sorgien molts més camps d'estudi, això ens va fer conscients de la interrelació de les assignatures del batxillerat. Naturalment no es podia estudiar tot, no era només una qüestió de temps, sinó la necessitat de limitar-nos a uns aspectes concrets per tal de donar coherència al treball.

## Conclusions

Tant professors com alumnes vam valorar molt positivament l'experiència. Ens va suposar molta feina però el resultat ha estat molt satisfactori, el fet d'haver obtingut el primer premi ens va alegrar molt i molt, però des d'un primer moment teníem molt clar que l'important era l'enriquiment que ens podia aportar l'elaboració del treball.

Vam ser conscients que hi ha temes d'estudi que es comprenen molt millor quan els pots observar des de punts de vista diferents. I vam comprovar les grans possibilitats didàctiques de l'ordinador.

Amb ell vam experimentar, vam obtenir informació i vam expressar d'una forma més clara tot allò que anàvem descobrint

**Qui ha fet el treball, Vanessa Bastida Vives, Marisa González Frías, Daniel Calvo Hervás i Sergio Castro Voces**

(alumnes de 3r de BUP de l'IES Bellvitge)

Amb la col·laboració de **Aleix Diz Ardiz i Dolors Busquets Relats**, les il·lustracions de **Montserrat Mondragón Gutiérrez** i la coordinació de **Carlos García Peñalba**

