

Taller de construcció d'un tub d'orgue



**La música al Palau
Güell**
(Primària, ESO i batxillerat)

PALAU
GÜELL
ANTONI GAUDÍ



Diputació
Barcelona

Guió

1. La música al Palau Güell. Taller de construcció d'un tub d'orgue	3
2. Introducció al Palau Güell	4
2.1. El saló central	5
3. Abans de la visita (Primària, ESO i batxillerat)	7
3.1. Els tubs sonors	7
3.2. Les ones	7
3.3. L'escala musical	7
3.4. L'aulos	8
3.5. L'hydraulis, l'avi dels nostres orgues	9
3.6. I parlant de tubs i sons, cal parlar d'ones	11
3.7. Doncs... ara parlem de música	12
4. Segon cicle d'ESO (física, tecnologia) i batxillerat (tecnològic). Exercici abans de fer la visita	13
4.1 Per què sonen els tubs d'orgue?	13
4.2 Exercici. Càlcul de l'ona	13

1. Taller de construcció d'un tub d'orgue



Nena fent sonar el tub d'orgue que ha construït. Font: Antídoto gràfic / Diputació de Barcelona

L'objectiu de les visites organitzades pel servei educatiu del Palau Güell és que els alumnes descobreixin com Gaudí va dissenyar aquesta obra mestra i, per tant, les tècniques arquitectòniques que va emprar. I, en el cas de la visita *La música al Palau Güell*, que coneguin també com el Palau es va concebre perquè fos una gran sala de concerts i, per tant, la importància de la música en aquest edifici a través dels diversos espais musicals, entre els quals hi ha el saló central, l'espai més important de l'immoble, amb l'orgue com a gran protagonista.

Durant la visita, es descobreix l'orgue com a instrument, i les diverses parts que té, a través d'una audició pedagògica. Després de la visita, hi ha l'opció de complementar-la amb el taller de construcció d'un tub d'orgue, semblant als tubs originals de fusta del 1888 que es conserven al Palau, i, després, fer-los sonar. Els alumnes hauran de convertir-se en aprenents i estar molt atents a les indicacions de l'educadora per construir un tub d'orgue. Concretament, el corresponent a la nota musical "do".

Aquesta guia és un complement per al professorat d'educació primària, ESO i batxillerat per si volen treballar conceptes relacionats amb el taller abans de fer la visita. En el cas d'educació primària i primer cicle d'ESO es poden treballar conceptes com els **tubs sonors**, les **ones**, l'**escala musical** i els principis físics **de l'orgue**. Per als alumnes de segon cicle d'ESO (física, tecnologia) i de batxillerat tecnològic hi ha l'opció de calcular la longitud de l'ona que es produeix amb el so, concretament la que es crea quan es toca el tub d'orgue que els alumnes construiran.

2. Introducció al Palau Güell



Façana principal del Palau Güell
Font: Ginger Bcn Studio / Diputació de Barcelona

El Palau Güell és un edifici dissenyat per l'arquitecte Antoni Gaudí i Cornet entre el 1886 i el 1890 per encàrrec d'Eusebi Güell, un dels empresaris més rics i cultivats en aquella època, que també va ser el seu mecenes.

La relació entre Antoni Gaudí i Eusebi Güell, que va ser d'admiració mútua, va donar l'oportunitat a Gaudí d'iniciar la trajectòria professional i de desenvolupar el talent artístic que el va caracteritzar. Güell va fer un encàrrec molt precís a Gaudí: construir la seva residència familiar (per al matrimoni, els seus deu fills i més d'una dotzena de persones de servei) i alhora construir una gran sala de concerts que havia de ser punt de trobada de la burgesia d'aquell moment.



Saló central del Palau Güell. A baix, la consola original construïda per Aquilino Amezua i, a 10 metres d'alçada, el nou orgue d'Albert Blancafort.

Font: Montserrat Baldomà/Diputació de Barcelona.

2.1.El saló central

Aquest saló està concebut, principalment, com a lloc de celebració d'actes socials i culturals, en què la música solia ser present. Pot esdevenir, però, lloc de culte religiós, ja que disposa d'una capella amagada rere unes portes, amb plafons pintats per Aleix Clapés, que fan que quan s'obren el saló es converteixi en espai d'oració. El saló sorprèn per la seva planta, relativament petita (de poc menys de 70 m²) i la gran alçària (17,50 m), que recorre tota la vertical de l'edifici i que acaba en una gran cúpula perforada que permet l'entrada de llum natural i que recorda una constel·lació.

Des de les diferents plantes del Palau es pot veure i escoltar el que succeeix al saló, que esdevé l'eix vertebrador. Això aconsegueix donar protagonisme a la música, que arriba als racons principals de la casa.



El nou orgue i els tubs originals de fusta que actualment estan en funcionament.
Font: Oleguer Serra / Blancafort OM

El gran protagonista del saló és l'orgue. Al saló, Gaudí va disposar un petit replà, anomenat **miranda**, on se situaven els músics, en contacte visual directe amb l'organista. El cor s'ubicava als finestrals de la planta de dormitoris de manera que la música arribava pertot arreu.

Entre els anys 1892 i 1895, al saló central del Palau, van ser molt freqüents els concerts protagonitzats per l'orgue, construït per Aquilino Amezua, que sovint tocaven les filles grans del matrimoni Güell (Isabel i Maria Lluïsa).

De l'orgue original, tan sols se'n conserva la consola, que actualment està en desús i els tubs de fusta disposats a 10 metres més amunt, sota la cúpula.

La Diputació de Barcelona va encarregar el 2011 la construcció d'un nou orgue al mestre Albert Blancafort que consta de 22 registres amb 1.386 tubs, distribuïts en dos teclats manuals de 56 notes i un teclat de pedal de 30 notes. Aquest orgue conserva en funcionament els tubs de fusta dels laterals originals de 1888.

L'instrument disposa d'un sistema replay que fa sonar l'orgue tot sol de manera que les escoles que visiten el Palau poden coneixe'l i gaudir-lo a través d'una audició pedagògica i didàctica.

3. Abans de la visita (primària, ESO i batxillerat)

Abans de construir el tub d'orgue, cal saber: d'on ve aquest instrument?, què és el so?, com és l'ona que es produeix? quina música fa?

3.1. Els tubs sonors

Imaginem la sorpresa d'un home primitiu quan en un dia de vent amb una canya o un ós buit a la mà va sentir com aquell objecte emetia un so. Aquell tub sonava! Segur que aquella mena de bastó es va convertir en un objecte de veneració.

Probablement algun atrevit va ser capaç de fer-lo sonar bufant-hi amb la boca i ràpidament va ser elevat a la categoria de mag de la tribu.

I, què me'n dieu de la persona que va descobrir que si tenia més d'una canya o tubs de mides diferents emetien sons diferents?

Pot ser que la flauta naixés així? Esclar que els sons diferents de cada tub permetien fer unes melodies que no s'assemblen gens a les que ens agraden avui.

3.2. Les ones

El que no sabien aquells homes primitius ni els que els van seguir és que dins dels tubs es formaven ones. És a dir, l'aire vibrava. I tampoc sabien que a cada so corresponia una ona diferent, amb freqüència més baixa, quant més greu és el so i més alta, quant més agut. Però van aprendre a fer sons i es van acostumar a sentir-los i els va agradar fer música, encara que si la poguéssim escoltar avui segur que ens esgarriaríem.

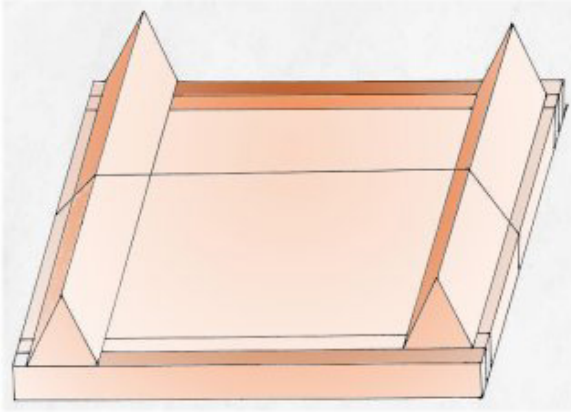
3.3. L'escala musical



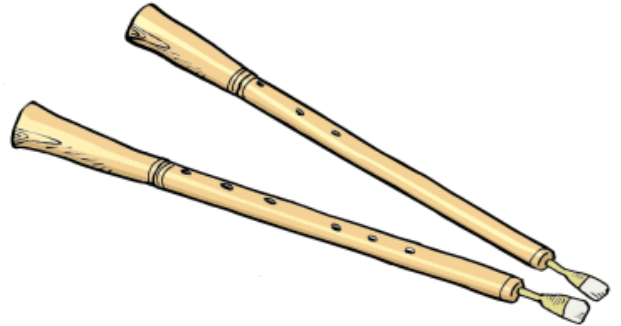
Font: www.escuriosity.com

Hi va haver, ara fa uns 2500 anys, un savi grec nascut a l'illa de Samos que es deia Pitàgores. Aquest savi va construir un instrument amb una corda tibant i una fusteta que anava movent per canviar la mida de la part de corda que feia sonar. Amb aquest instrument va descobrir que el so generat depenia de la mida de la corda que feina sonar, i que quant més curta era la corda, més agut era el so. El més sorprenent va ser que hi havia una moment en què el so es repetia, però en una tonalitat més aguda. D'això avui en diem octava. I quan va posar més cordes i les va fer sonar al mateix temps es va adonar que hi havia sons que junts eren molt agradables i d'altres que no. I així va anar trobant el que avui coneixem com l'**escala musical**.

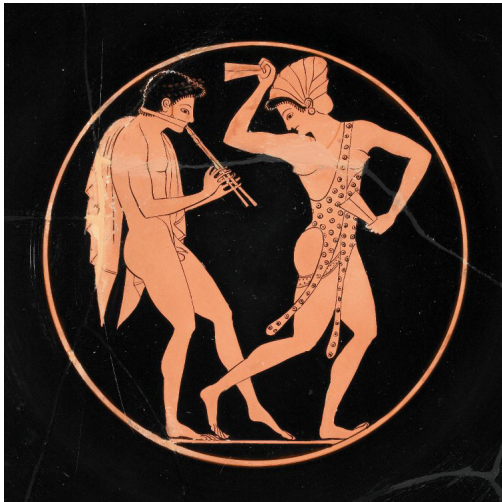
3.4. L'aulos



Monocord. Font: www.xtec.cat



Font: Musical instruments pictures (digitalstamp.suppa.jp)
<https://es.pinterest.com/pin/366691594634117301/>



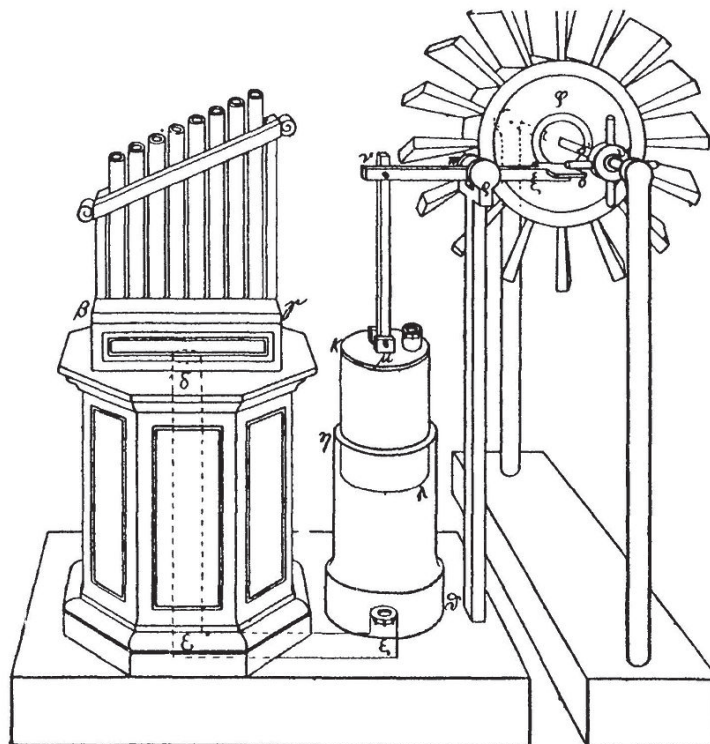
Detall d'un gerro. British Museum
Font: Commons Wikimedia

Entre els grecs antics es va estendre molt un instrument de vent format per un parell de tubs amb una llengüeta de canya que en bufar-hi a través vibrava i produïa un so. Els tubs tenien uns forats que tapant-los o destapant-los feien variar l'altura del so.
N'hi deien **aulos**.

3.5. L'*hydraulis*, l'avi dels nostres orgues



Mosaic a la vil·la romana Nennig a Trier (Alemanya), al II aC.
Font: Commons Wikimedia



Font: https://ca.wikipedia.org/wiki/Hydraulis#/media/File:Heron%27s_Windwheel.jpg
Font: Wikipedia. Modern reconstruction of wind organ and wind wheel of Heron of Alexandria (1st century AD) according to W. Schmidt: Herons von Alexandria Druckwerke und Automatentheater, Greek and German, 1899 (Heronis Alexandrini opera I, Reprint 1971), p. 205, fig. 44; cf. Introduction.

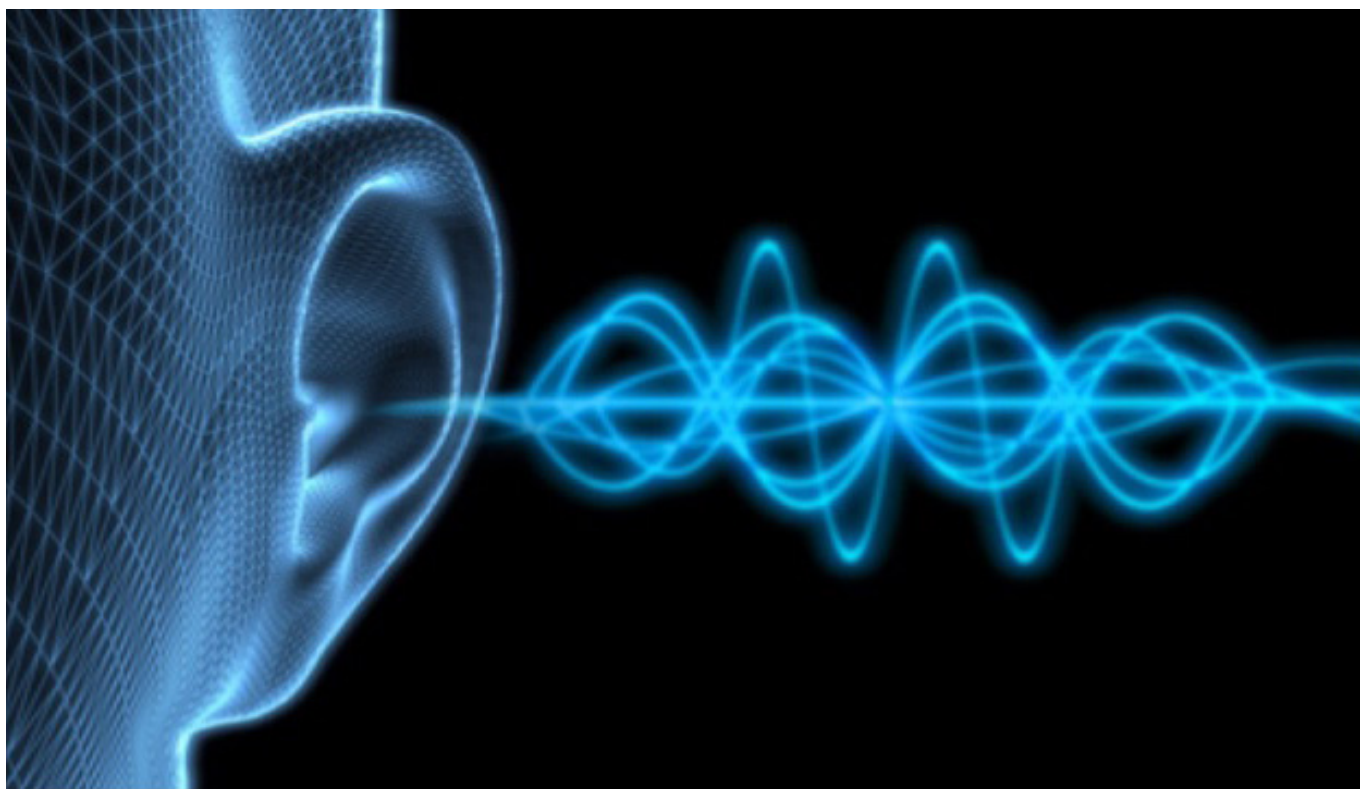
L'any 246 abans de Crist a la ciutat d'Alexandria hi havia un enginyer de nom Ctesibi a qui se li va acudir fer un instrument compost d'aulos de diferents llargades perquè cada tub donés una nota diferent. Calia, però, bufar molt fort i això no ho podia fer cap home, així que va pensar que si hi posava un dipòsit ple d'aigua i un home amb una manxa hi anava fent entrar aire, com que l'aigua no es contreu, però l'aire, sí, tindria aire amb força suficient per fer-lo sonar. I així va ser. Quan volia fer sonar una nota obria el pas de l'aire del dipòsit cap al tub. Tibant d'una fusta amb un forat obria o tancava el pas de l'aire.

Així doncs, el primer orguener va ser Ctesibi d'Alexandria i la seva dona, Taïs, va ser la primera organista.

Els primers orgues van seguir fent-se amb tubs de llengüeta com l'aulos, però aviat van aparèixer els tubs sense llengüeta, els que actualment coneixem com **tubs de boca**.

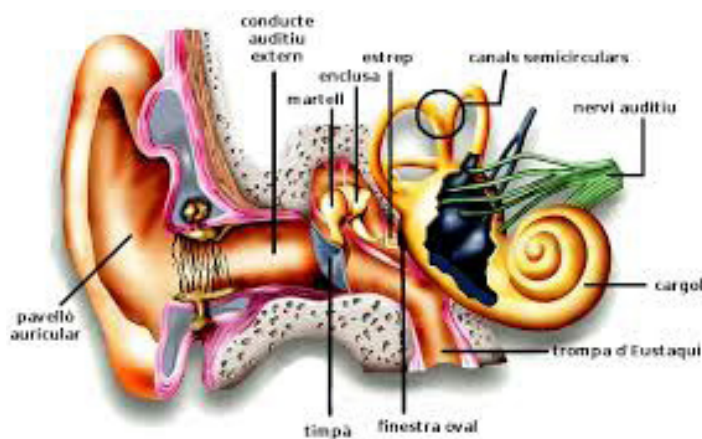
Aquell orgue va perdurar uns quants segles. Fins i tot els emperadors romans es feien acompanyar d'aquests instruments durant els jocs als amfiteatres.

L'orgue de manxes va aparèixer cap el segle I de la nostra era i va substituir l'*hydraulis* pels inconvenients que comportava l'ús de l'aigua.



Imatge de les ones de so com arriben a l'orella.

Il·lustració: <http://conceptodefinicion.de/acustica//>



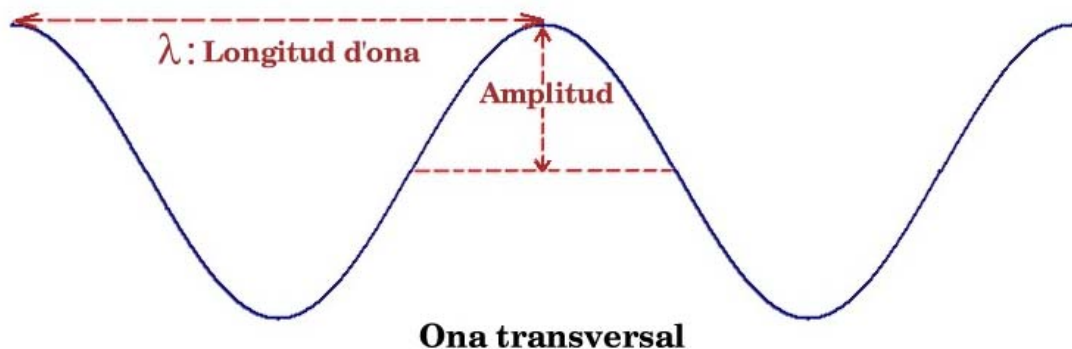
Autor: Jordi March i Nogué. Wikipedia
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anatomy_of_the_Human_Ear_1_CAT.svg

3.6. I parlant de tubs i sons, cal parlar d'ones

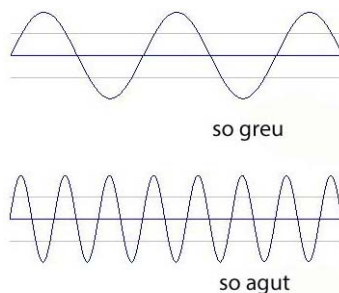
Quan sentim un so, el que arriba a la nostra orella són ones que actuen sobre els nostres timpans, que envien uns senyals al cervell que és l'encarregat d'interpretar-les, és a dir, que les tradueix perquè identifiquem els sons.

Així doncs, el que generem als tubs de l'orgue són ones sonores, vibracions de les partícules dels gasos presents a l'aire. Aquestes vibracions es propaguen per l'aire mitjançant una sèrie de compressions i rarefaccions. La imatge representa una ona transversal, mentre que el so és una ona longitudinal.

Podeu veure un exemple animat a:
<https://sites.google.com/site/fabricandosonidos/emision-propagacion-y-recepcion-del-sonido>



Font: http://www.fen.upc.edu/wfib/virtualab/interf_diff/Fonaments/Fonaments.html



Font: <http://nievesprimer.blogspot.com.es/2010/12/les-qualitats-del-so.html>

3.7. Doncs... ara parlem de música

Als músics els agrada dir que la música és l'art dels sons. I és veritat. El músic ha après a combinar els sons de manera que ens resultin agradables i, per això, juga amb les possibilitats que el so li ofereix, i que són:

- El volum, que és la qualitat que diferencia un so fort d'un feble, i que està relacionada amb l'energia utilitzada per generar l'ona sonora.
- La tonalitat, que és la qualitat que ens permet diferenciar un so greu d'un agut, i que està relacionada amb la freqüència de vibració de l'ona.
- El timbre, que és aquella qualitat que ens permet diferenciar entre dos instruments musicals, malgrat estiguin emetent la mateixa nota amb la mateixa intensitat.— Un violí sona diferent d'una trompeta, però tots dos poden sonar fort o fluix i poden emetre un bon nombre de sons diferents.

4. Segon cicle d'ESO (física, tecnologia) i batxillerat (tecnològic). Exercici abans de fer la visita

4.1. Per què sonen els tubs d'orgue?

Abans de visitar-nos, segur que el vostre professor ja us haurà parlat de les característiques principals de les ones sonores. És a dir, del so. Us haurà explicat que quan es bufa en un extrem d'un tub, l'aire entra en vibració i genera un so.

En el nostre cas, el del tub d'orgue, com en qualsevol flauta, el que fem és enviar una làmina d'aire contra l'aresta del bisell. Quan l'aire xoca contra aquesta aresta crea una depressió a l'interior del tub. Llavors es produeix ràpidament una reacció de signe contrari, que origina un moviment ondulatori a l'interior del tub. Aquest moviment ondulatori és el que en diem freqüència, quan més baixa és la freqüència, el so és més greu i quan més alta la freqüència el so és més agut i això té a veure amb la llargada de l'interior del tub, quan més llarg és el tub més greu és el so, i quan és més curt més agut. També us hauran explicat que les ones oscil·len més o menys ràpidament, o sigui que ho fan a freqüències diferents i, per tant, ens permeten de sentir tons de diferent altura. I això té a veure amb la llargada interior del tub. Per calcular la llargada d'un tub per una nota determinada tenim una equació que ens permet obtenir aquest resultat.

Sabem que el so es transmet a una velocitat de 343 metres per segon (variable en funció del medi: <https://ca.wikipedia.org>). I sabem experimentalment que el tub sonarà a aquesta velocitat amb la meitat de la longitud de l'ona, és a dir, que dins del tub es formarà un ventre, després un node i, finalment, un altre cop un ventre.

L'equació que ens permet calcular la llargada del tub és el resultat de dividir la velocitat del so, és a dir, 343 m/s, per dos cops la freqüència del nostre do, 523,3 Hz.

4.2. Exercici. Càlcul de la longitud del tub

Si volem que es produeixi la nota do que té una freqüència de 523,3Hz podem utilitzar la següent fórmula:

$$\frac{\text{Velocitat del so}}{2 \times \text{freqüència}} = \text{longitud interior del tub}$$

Solució

En el cas del tub que construïreu la longitud és la següent:

$$\frac{343,3 \text{ m/s (la velocitat del so)}}{2 \times 523 \text{ Hz (la freqüència)}} = 0,3277 \text{ metres (32,7 cm)}$$



Palau Güell

Carrer Nou de la Rambla. 3-5
08001 Barcelona

servei.educatiu@palauguell.cat
palauguell.cat/servei.educatiu



Organització
de les Nacions Unides
per a l'Educació,
la Ciència i la Cultura



Obres d'Antoni Gaudí
Inscrit a la Llista
del Patrimoni Mundial
el 1984

Amb la col·laboració de:



Generalitat de Catalunya
Departament d'Ensenyament
**Centre de Recursos Pedagògics Específics
de Suport a la Innovació i la Recerca Educativa**

cesire*