

Sons i sorolls

Guia informativa i proposta d'activitats per millorar la qualitat acústica



**Barcelona
pel Medi
Ambient**

Sons i sorolls

Guia informativa i proposta d'activitats
per millorar la qualitat acústica



Sumari



Abril de 2011

Edita: Ajuntament de Barcelona. Àrea de Medi Ambient. Departament de Control i Disminució de la Contaminació Acústica i Departament d'Educació Ambiental

Continguts i redacció: Joana Querol (Societat Catalana d'Educació Ambiental)

Idea i coordinació: Alba Castelltort i Hilda Weissmann

Coordinació editorial: Olga López i Pilar Rodríguez

Equip assessor: Mireia Abril, Reina Capdevila, Laia Capdevila, Irene Corbella, Mercè Feliu, Eduard Hernández, Yolanda Monteiro, Laura Zapata

Col·laboradors: Marta Salvia, Marta Vilar, Margarida Feliu

Disseny i maquetació: Faino comunicació, sl

Dipòsit legal: B-II

Presentació	5
Introducció	6
Sons, sorolls i cultura	9
Sons, sorolls i entorn	23
La ciència dels sons i dels sorolls	41
Sons, sorolls i salut	59
Activitats	76
Bibliografia	103



El que hauria de ser la transmissió d'informació sonora necessària i agradable en els diferents àmbits que constitueixen la societat, ha anat augmentant progressivament de volum, i s'ha creat un ambient sorollós que s'estén per les nostres ciutats. En conseqüència, ha anat creixent la consideració del soroll com un factor negatiu per a la qualitat de vida.

En paral·lel a la creixent preocupació ciutadana per la contaminació acústica, des del Programa l'Agenda 21 Escolar s'ha detectat un augment dels centres educatius que realitzen projectes relacionats amb els sons i els sorolls.

D'altra banda, a nivell municipal, l'Ajuntament de Barcelona ha elaborat un *Pla d'Acció per la reducció de la contaminació acústica 2010-2020* que ha suposat un nou impuls per la integració de la gestió ambiental del soroll a la ciutat de Barcelona. En aquest Pla es plantegen accions concretes que han de permetre millorar la qualitat acústica de la ciutat. Una de les accions descrites manifesta la importància d'implicar i sensibilitzar la ciutadania, animant els centres educatius a desenvolupar projectes relacionats amb la temàtica dels sons i els sorolls.

Així doncs, en el marc de la sèrie de publicacions del Programa de l'Agenda 21 Escolar i amb la col·laboració de la Societat Catalana d'Educació Ambiental i de la Direcció d'Educació Ambiental de l'Àrea de Medi Ambient de l'Ajuntament de Barcelona, s'ha vist oportú elaborar un material que reculli informació i propostes didàctiques sobre els sons i els sorolls des d'una mirada multidisciplinària. Per això aquesta guia es presenta en quatre capítols que corresponen a quatre mirades: cultural, ambiental, científica i de la salut.

L'objectiu d'aquest material és afavorir en els àmbits educatius l'adquisició de coneixements sobre la dualitat so/soroll i afavorir canvis en els valors, actituds i comportaments per millorar la qualitat acústica del centre educatiu i de l'entorn, i contribuir així, a reduir l'impacte global que l'activitat humana provoca sobre l'ambient. L'educació acústica, ha d'incloure la presa de consciència de la necessitat de reduir els fenòmens de percepció negativa (soroll) i també la valoració dels fenòmens positius a preservar (sons).

Ens agradaria que aquesta Guia esdevingui un nou estímul per descobrir la riquesa sonora de la nostra cultura, del nostre entorn natural i de la nostra ciutat i per millorar la qualitat acústica de les escoles i instituts de Barcelona.

Introducció



Tothom estarà d'acord en la importància de viure en un ambient sonor agradable, estimulant i saludable. Aquesta publicació ofereix al professorat de totes les etapes educatives i de diferents especialitats una mirada àmplia sobre els sons i els sorolls. És un material que pretén ajudar-vos a programar activitats que permetin a l'alumnat comprendre aquests fenòmens des de diverses perspectives i convertir-se en un participant actiu en la cura de l'entorn.

El material conté una primera part informativa organitzada al voltant de quatre grans eixos: cultura, entorn, ciència i salut; una segona part, amb propostes d'activitats que permeten aprofundir aquestes perspectives, i, un tercer apartat, amb una selecció acurada i actualitzada de recursos didàctics.

L'eix que porta per títol *Sons, sorolls i cultura* és una mirada històrica, antropològica, de la comunicació i de la música. Es planteja la importància de prendre consciència dels paisatges sonors que ens envolten, com aquests sons han evolucionat, com es preveu que evolucionaran amb el temps i com ens afecten en la nostra vida quotidiana.

Sons i sorolls i entorn és l'eix que tracta fonamentalment la problemàtica acústica de les ciutats i exposa algunes de les tecnologies i reglamentacions actuals per millorar-ne la qualitat acústica.



La mirada científica s'inclou a *La ciència dels sons i els sorolls*, capítol que sintetitza els conceptes relacionats amb els fenòmens de producció, propagació i detecció el so.

Finalment, l'eix *Sons, sorolls i salut* conté alguns dels principals conceptes del camp de l'audibilitat i exposa les conseqüències físiques i psicològiques de sobrepasar els límits saludables de l'audició humana.

El fet d'agrupar els conceptes en aquests quatre eixos ha tingut una finalitat funcional, ja que a mesura que avançàvem amb el text percebíem que tots ells estan molt interrelacionats.

Les propostes d'activitats que s'hi inclouen estan pensades per a quatre grups d'edat: a partir de 3 anys, de 6 anys, de 10 anys i de 14 anys. Aquesta agrupació és a títol orientatiu, ja que moltes d'elles es poden adaptar a més d'un grup d'edat.

Les activitats escollides permeten desenvolupar algunes de les idees-clau de cada

eix. Hem procurat presentar activitats variades, originals, suggerents i que suscitin una reflexió, ja sigui a l'inici o al final de l'activitat.

La descripció de les activitats és prou oberta perquè cada educador i educadora l'adapti en funció de les seves necessitats o característiques del grup.

La gran diversitat de propostes d'activitats permet que es puguin vincular amb diferents àrees de coneixement. A cada activitat s'han inclòs exemples de possibles preguntes que poden animar l'alumnat a descobrir, explorar, reflexionar, preguntar-se, experimentar... De ben segur que us en sorgiran moltes més.

També hi trobareu propostes d'activitats que us animaran a definir mesures concretes per millorar la qualitat acústica del vostre centre educatiu i del seu entorn. Us animem a desenvolupar-les, a fer-ne un seguiment i a avaluar-les.

Les nostres orelles estan alerta davant el desconegut, l'indesxifrabre, a la vegada que estranyen allò més familiar. La necessitat de descodificar els significats dels sons i paisatges sonors no familiars ens fa escoltar amb atenció. Per als adults, durant un viatge, es fa evident que escoltar és una forma de supervivència, un intent d'orientar-se en un lloc nou. Quan ens familiaritzem amb el paisatge sonor d'una nova cultura, comencem a sentir-nos més a casa, més segurs.

Bauhaus i estudi sobre el paisatge sonor.



Sons, sorolls i cultura

Totes les cultures tenen una història sonora que s'explica a través dels sons associats a cada una de les realitats viscudes, a cada un dels sistemes establerts. Aquesta història condiona la manera com les persones es relacionen amb els sons: com els escolten, com els produeixen, com els accepten, com els gaudeixen... La cultura mediterrània també en té una d'història sonora, que al llarg dels segles ha anat canviant.

La cultura mediterrània es caracteritza per ciutats denses i compactes, obertes al mar i a l'intercanvi, amants de la llum i el color, on els seus habitants fem bona part de la nostra vida fora de les llars, tot i que cada cop menys.

Els avanços de la ciència, i els canvis econòmics i socials de les últimes dècades han creat noves realitats sonores que s'han introduït en la nostra vida quotidiana i s'han barrejat amb les nostres converses i han modificat en part els trets sonors característics de la nostra cultura. Sons i sorolls de fàbriques, del trànsit, dels mitjans de comunicació, ara formen part dels nostres pobles i ciutats, fins al punt que certs estudiosos parlen que actualment vivim en una cultura del soroll¹.

És ben cert que alguns sons com el feinejar dels petits pescadors o els esquellots de les vaques pasturant comencen a ser més infreqüents o estan a punt de desaparèixer.



El nostre món és un espai cada cop més poblat per remors fetes de sorolls de fons: ràdios engegades, màquines que parlen, l'hàbit d'encendre la televisió quan entrem a casa, telèfons que truquen, indiscrets i impacients, cotxes amb presses.

Vivim al segle XXI i en una cultura mediterrània; per tant, estem envoltats, sobretot a les ciutats, d'un ampli ventall de sons i sorolls, que ens aporten informació del món en què habitem.

Aprendre a sentir els paisatges sonors que ens envolten i descobrir qui en són els artífexs, saber escoltar, ser conscients de la cultura en la què vivim, reconèixer com ens enriqueix la diversitat cultural, són aspectes tots ells bàsics per caminar cap a una cultura sonora en què l'espai acústic sigui cada vegada més confortable.

Tres aspectes de l'audició: percebre, escoltar i comprendre

El musicòleg Edgar Willems² relaciona l'audició sota un triple aspecte: fisiològic, afectiu i mental, i enfoca les funcions auditives d'aquests tres camps sota tres àmbits que ell anomena: receptivitat sensorial auditiva, sensibilitat afectiva auditiva i percepció mental auditiva.

Podríem englobar aquests àmbits³ en percebre o sentir, escoltar o sentir afectivament i en comprendre, tres nocions que aplicades al sentit de l'oïda indiquen una gradació diferent en l'ús d'aquest sentit.

Percebre o sentir és el que succeeix dins la nostra orella, és la transformació de la vibració d'un cos en so, és la funció sensorial. És un acte fisiològic del qual no podem prescindir-ne. Sentim tots els sons que es produeixen al nostre voltant: els sons del carrer, el del rellotge, el de l'ascensor, els de les màquines. Quan sentim, no els prestem cap mena d'atenció especial, i les sensacions que provoquen només es fan conscients quan hi ha algun canvi en les qualitats del so, per exemple: més o menys volum, més o menys altura, més o menys rapidesa... Llavors provoquen una sensació diferent i aquesta diferència desvetlla la consciència i és el que fa que l'atenció es posi a l'aguait i es passi a escoltar per saber què passa.

Escoltar o sentir afectivament, vol dir "percebre el so i prestar-li atenció". És un acte més actiu i més subjectiu. De vegades, requereix una postura corporal. *Escoltar* implica "experimentar les sensacions que el so proporciona; comprovar-les, examinar-les i viure-les". L'emoció s'afegeix a l'acte de percebre i comporta un desig, una atenció, una memòria anímica. Està relacionat amb la vivència afectiva.

Comprendre requereix un cert aprenentatge. Implica posseir un mínim de coneixements sobre allò que s'oïrà. Comprendre és mostrar un interès prou despert per aprofundir en tot allò que ja se sap, i voler adquirir nous coneixements. Comporta fenòmens de comparació, judici, associació, anàlisi i síntesi, memòria i imaginació creadora.





Per tant, per avançar cap a aquesta cultura sonora més sostenible cal, tal com diu el pedagog musical i ambientalista canadenc R. Murray Schafer⁴, *netejar-nos* l'oïda i començar a percebre els sons per després aprendre a escoltar-los i finalment a comprendre'ls. Aquest exercici s'ha de fer amb els sons que produeix l'entorn i també els que les persones afegim al medi. Només si ho practiquem podrem rebutjar els sons desagradables i triar els que volem escoltar.

Els paisatges tenen so

Tots els paisatges sonen. Els mercats, les platges, els carrers, els parcs, els camps, tots ells tenen un so característic que els defineix i els diferencia. Passejar-nos pel nostre poble o ciutat amb les orelles ben atentes pot ser un exercici d'allò més enriquidor. Si ens aturem i escoltem, veurem que un paisatge pot semblar una composició musical: hi ha ritme, instruments diferents, motius que es repeteixen, improvisació, melodia...

La cultura occidental és una cultura eminentment visual i, per aquest motiu, els sons que configuren els nostres paisatges han passat sovint desapercibuts. Potser es deu al seu caràcter efímer, però no va ser fins a la dècada del 70 quan es van començar els primers estudis d'ambients sonors. R. Murray Schafer va ser el primer que va definir el concepte de Soundscape -paisatge sonor- i ha dedicat bona part de la seva vida a estudiar l'acústica de la vida quotidiana i



de l'entorn amb una visió multidisciplinària del so. Schafer considera el **paisatge sonor** com una única i immensa composició musical que es desplega sense interrupció al voltant nostre. Nosaltres som, al mateix temps, els oïents, els executants i els autors d'aquesta composició.

L'Equip Paisatge Sonor⁵ de la Universitat de Barcelona defineix el paisatge sonor com la suma de la totalitat de sons d'una àrea definida. Els paisatges sonors varien al llarg del temps: el que escoltem avui en dia no és el mateix escoltàvem fa uns anys. Pot ser que alguns s'hagin mantingut però d'altres han sorgit de nou i molts han deixat d'existir. Per aquest motiu, des de fa uns anys, es comencen a enregistrar, catalogar i preservar els sons, com a elements que configuren la nostra memòria col·lectiva⁶.

L'Organització de les Nacions Unides per a l'Educació, la Ciència i la Cultura (UNESCO) reconeix el so, la tradició oral,

els ambients acústics i els records sonors com a patrimoni cultural immaterial i oral de la humanitat⁷. Segons aquesta institució, cal salvaguardar, revitalitzar, regenerar i difondre els paisatges sonors, tant culturals com naturals, ja que formen part de la identitat cultural de cada societat.

La tipologia dels ambients sonors

Dins dels ambients sonors, podem diferenciar dues grans tipologies: els ambients sonors culturals i els ambients sonors naturals.⁸

Dins de la categoria d'**ambients sonors culturals**, s'apleguen els ambients que configuren la nostra memòria històrica i el nostre dia a dia. Són ambients sonors on hi predomina la intervenció humana; per tant, hi trobem sons industrials i d'oficis, senyals acústics, sons de carrers i places, sons de



festes i d'esdeveniments públics o sons de materials (que podem fer sonar percutint-los o fregant-los).

També hi trobem aquells sons que, tot i ésser naturals, presenten una acústica modificada per la tècnica de les persones; així, el so del vent en un entorn arquitectònic ens ofereix un ambient sonor cultural determinat.

La interculturalitat és una font nova de paisatges sonors, ja que ha fet possible l'aparició de nous sons, fruit d'una fusió de cultures i ofereix una infinitat d'estímul auditius innovadors i de sensacions que fins ara no coneixíem.

Els **ambients sonors naturals** són aquells en què predominen els sons dels elements naturals. Estem parlant, doncs, dels sons de la natura: els sons de la mar, de la pluja, d'un bosc, d'un camp, d'un riu... com també dels sons més concrets com ara el so d'un animal o d'un tro.

Darrera els paisatges sonors s'amaguen realitats diverses

Els paisatges sonors formen part de la nostra identitat cultural però, al mateix temps, defineixen realitats. No sona de la mateixa manera un paisatge ple de cotxes que un on hi predomina el transport públic, com tampoc no sona de la mateixa manera un port de pesca industrial que un de pescadors artesans, ni un camp poblat de pagesos que un de despoblat... Una ciutat oberta a la interculturalitat no té el mateix so que una de població més homogènia... Provem de tancar els ulls i imaginar-nos aquests paisatges descrits. En quins ens agradaria estar? Escollir quins sons volem escoltar passa per decidir on volem viure.



El so i la comunicació

Els humans tenim la necessitat de comunicar-nos i en general ho fem parlant: necessitem explicar-nos les coses que passen al món, en la nostra vida, les que entenem i les que no... És com si les **paraules** fessin que les coses existissin de debò. A través d'elles podem descobrir, ordenar, comprendre, donar sentit a la nostra experiència i a la dels altres. Emetem paraules i aquestes no són més que sons que per a nosaltres tenen un significat determinat. Una part essencial de la nostra experiència del món l'assolim gràcies a les paraules⁹.

Quan es deixa anar un mot, res no l'atura. Les paraules s'esmunyen endins dels altres per seduir, ferir, espantar, manar, convèncer, cuidar, distreure, denunciar, perdonar, excusar-se...¹⁰

Ja des de el principi, la humanitat ha tingut la necessitat de comunicar els seus pensaments i les seves accions. Al principi, ho vam fer amb sons guturals i gestos. Més tard, és quan va aparèixer la parla.

Com que la comunicació humana se centra bàsicament en els gestos i la veu com a aparell emissor, i la vista i l'oïda com a òrgans receptors, els sons han tingut una importància cabdal en el nostre desenvolupament.

Un dels sistemes més antics per comunicar-nos a llarga distància a través dels sons és el **llenguatge xiulat**. Aquest llenguatge s'ha pogut conservar fins els nostres dies





per la seva pràctica en diferents indrets, sobretot en una illa de les Canàries, la Gomera¹¹. El xiulet gomerenc (*silbo gomero*, en castellà) s'està aprenent actualment en algunes escoles i, l'any 2009, la UNESCO el va declarar Patrimoni Cultural Immaterial i Oral de la Humanitat. Altres pobles que utilitzen el llenguatge xiulat són: el poble *mazateco* de Mèxic, els habitants de la Vall del Kusköy, a Turquia, i alguns pobles amazics del nord d'Àfrica.

Altres sistemes que hem emprat per comunicar-nos a llargues distàncies a través del so són els **tambors, els corns o banyes d'animal i els cargols marins**. Aquests instruments tan rudimentaris es feien servir ja des de l'antiguitat per a convocar assemblees, emetre missatges de guerra, d'auxili o de cacera, o de benvinguda. Cada poble i cultura en tenia de propis, generalment fabricats amb materials del lloc geogràfic, que els donaven un so característic.

Un exemple al qual cal fer especial menció són les **campanes**, que ja eren utilitzades pels egipcis i després pels grecs i els romans. L'Església catòlica les va adoptar cap al segle V per convocar els seus feligresos i van ser utilitzades durant tota l'edat mitjana també com a instrument militar.

Avui en dia, les campanades marquen el temps, anuncien defuncions i casaments, o conviden a missa; és a dir, s'utilitzen per comunicar¹². El 2010, Catalunya ha declarat el so de les campanes com a patrimoni immaterial sonor del país. A les terres centrals d'Europa, les campanes s'empren a més per a tocar melodies, sobretot als carillons¹³.

Les **sirenes**, des que es van inventar al segle XVIII, també han acompanyat la humanitat. S'han fet servir, a les locomotores de vapor i als vaixells, per a emetre senyals; han marcat el ritme d'entrada i sortida a les fàbriques. Al segle XX, s'han convertit en el so del pànic i l'angoixa ja que han avisat

de la imminència de bombardejos contra la població civil.

Al segle XIX, vam entrar a l'era la comunicació moderna amb l'invent del **telègraf**. Després de diversos experiments en química, magnetisme i electricitat, va néixer, en mans de Samuel Finley Breese Morse, el telègraf electromagnètic. Alfred Vail va desenvolupar un mecanisme receptor que permetia a l'operador llegir missatges mentre escoltava els clics emesos per un emissor de so.

Malgrat el gran avenç que va significar el telègraf, aquest només permetia enviar missatges lletra a lletra, tal com el seu nom indica (del grec *tele*, "lluny", i *graphein*, "escriure"). Per aquest motiu, es va continuar buscant algun mitjà de comunicació elèctrica de la veu, que permetés transmetre les vibracions sonores, i és així com va aparèixer el **telèfon** cap a finals del segle XIX.

Més tard, es van inventar els **gramòfons**, aparells que enregistren i reproduïen les

ones sonores. Al segle XX va arribar la **ràdio, el cinema sonor, la televisió, els cassettes, els CD...**, fins avui en dia en què estem envoltats de **reproductors de música i telèfons mòbils**.

A més, el sons i els sorolls també han acompanyat bona part de les revoltes i reivindicacions de la humanitat. A casa nostra, en tenim un exemple proper en la guerra d'Iraq. Moltes persones, durant el 2003, van fer repicar paelles i cassoles des dels balcons de casa seva per demanar que s'aturés aquella guerra.

Hem vist, doncs, que el so forma part de les nostres cultures; si bé també s'accepten nivells sonors no sempre desitjats en pro de la comunicació i del gaudi personal o col·lectiu. En paraules de Murray Schafer¹⁴, quan una societat no critica o censura un so fort, aquest es converteix en un **soroll sagrat**. La societat concedeix el privilegi de produir sorolls sagrats només a aquelles institucions amb poder. A l'edat mitjana, aquesta institució era l'Església; després, van ser les fàbriques i, actualment, qui pot produir sorolls sagrats són els mitjans de comunicació.

La **publicitat** també es comunica a través del so i busca aquelles sonoritats que condueixen a la compra d'un producte. En l'era del neuromàrqueting, el so, juntament amb les imatges i les olors, juga un paper important en la producció del missatge que es vol emetre.

El cruït dels cereals Kellogg's està estudiat per ser únic; així com un pot de patates

Pringles està dissenyat perquè, al destapar-lo, produeixi un so que l'associï amb una frescor deliciosa. Un estudi de la Universitat de Leicester demostra que el so (una música en aquest cas) pot determinar si s'escull una ampolla de vi francès o de vi alemany. El so dels productes o el que utilitza la publicitat connecta amb les nostres emocions i aquestes ens influencien a l'hora de prendre decisions¹⁵.

La cultura del silenci

El silenci és present a les nostres vides i en alguns moments ens reconforta i en d'altres ens espanta. Podríem dir que el silenci té dues cares.

Gràcies al silenci, podem connectar amb nosaltres mateixos, gaudir dels paisatges sonors i expressar sentiments on les paraules de vegades no hi arriben. El silenci pot ser màgic. L'art en totes les seves manifestacions, juntament amb la filosofia i les religions no s'entendria sense el silenci. Sense silenci, no hi pot haver escolta i, sense escoltar-nos, no hi ha comunicació. No obstant aquestes virtuts, el silenci de vegades també ens incomoda.

Avui en dia, el silenci té un espai cada cop més fràgil com a conseqüència del pes de la cultura del soroll. S'ha convertit en un bé de luxe.

Per al músic dels Estats Units John Cage, el silenci no existeix, el silenci és sonor. El 1952, Cage crea una de les obres més para-

digmàtiques del segle XX, 4' 33", una peça de silenci teatralitzat. Els sons són implícits en aquesta obra, es dibuixen en l'espai acústic buit de la música esperada. La música en aquesta peça és suggerida pels gestos de l'orquestra¹⁶.

Cal recuperar espais i temps per al bon silenci, ja que a través del silenci reflexionem, modelem estats emocionals, creem... Tenir consciència del silenci ens porta inevitablement a tenir consciència dels sons i dels sorolls, d'aquells que ens beneficien però també d'aquells que ens pertorben.

La música

La música és un llenguatge que ha acompanyat la humanitat des de la seva existència i que ens ha servit per a expressar-nos i comunicar-nos. Reconeguda com a llenguatge universal, la música està plena d'expressivitat, és suggeridora i evocadora. De la música, se n'ha dit que és un llenguatge actiu, globalitzador i integrador.

Etimològicament, prové del llatí *musa* i aquesta, al seu torn, de la paraula grega *musike*. El seu significat, entre d'altres, seria: cant, poema, estudi, ciència, melodia, cadascuna de les deïtats que, segons el mite, protegien les ciències i les arts lliberals, especialment la música. Originàriament, el mot no indicava cap art en particular sinó totes les arts de les muses, i es referia a quelcom de perfecte i bell. La definició més difosa de música és l'art de combinar sons



en el temps. En el so i en les combinacions conscients dels seus paràmetres (intensitat, altura, durada i timbre) és on la música es concreta¹⁷.

Al llarg dels segles, cada indret ha desenvolupat una música amb una personalitat característica. Tota música és expressió d'una cultura entesa tant en sentit històric com geogràfic.

En la major part de les cultures no europees, la música és considerada com una de les habilitats necessàries per viure bé; com quelcom a l'abast de tothom i que ajuda a superar pors, a incrementar el sentiment de comunitat i a establir un vincle amb l'entorn. La música està íntimament fusionada amb la vida diària, quotidiana. En canvi, en les cultures europees, la música i l'experi-

ència musical han estat històricament més pensades o percebudes des del paradigma del "llenguatge" i de "la comunicació"¹⁸.

La música, com a funció social i educativa, neix en el món occidental a l'Antiga Grècia. Els grecs estaven convençuts que la música educa i van difondre'n la pràctica en la societat i la van incloure en el sistema educatiu.

Si recollim l'herència de les cultures no europees i entenem la música com a element constitutiu de la nostra pròpia humanitat, com quelcom de vinculant i reconfortant, que juntament amb altres pràctiques i experiències, ens permet de donar sentit a l'existència i gaudir de la vida, educar musicalment els nostres infants i adolescents passa a ser una tasca del tot rellevant.



La música, arreu del món, utilitza un llenguatge que ve donat per sons que expressen idees, sentiments, i que té la virtut d'aproximar les persones tot trencant les barreres del llenguatge parlat i les diferències individuals, socials i/o culturals¹⁹. Qui no ha quedat captivat per una música d'un país que no és el seu i aquest fet l'ha portat a aproximar-se a aquesta cultura?

Tots tenim la capacitat de percebre, sentir, escoltar i comprendre la música; simplement cal desenvolupar-la i potenciar-la. La música és quelcom naturalment a l'abast de tothom, és un art que compartim. Davant de la música, l'ésser humà pot desenvolupar tres dimensions: la dimensió d'oïdor, la d'interpret i la de creador²⁰. Si ens trobem en un entorn suggeridor i potenciador,

podem arribar a ser bons oïdors, esdevenir bons intèrprets i creadors atrevits. Caldrà, doncs, aprendre a escoltar, a interpretar i a crear.

Escoltar implica disposar d'un material sonor i un sistema auditiu operatiu. Suposa, a més, tenir la intenció de sentir, de sentir quelcom per sobre de la resta, fer-hi atenció, escollir allò que ens interessa. És necessari que els infants, ja de ben petits, aprenguin a escoltar i tenir consciència dels ambients sonors que els envolten, i del silenci. L'escolta és el fonament de l'educació musical i també una de les qualitats que ens permet conèixer el món en què vivim.

Interpretar implica la pràctica musical: saber cantar, tocar, imitar i explorar allò imitat. Per a interpretar, cal disposar d'uns referents, d'uns models que aniran configurant un gust estètic, una diversitat d'estils, una manera d'expressar i sentir. La interpretació ens ajuda a interioritzar i fer nostre allò que hem escoltat, per a reproduir-ho tot expressant allò que volem transmetre.

Crear implica llibertat i emancipació, ser curiós i capaç d'expressar-se a través de la música. Implica tenir oportunitats d'explorar, d'investigar amb material sonor, amb instruments, amb la veu, per a trobar un discurs sonor amb significat.

Molts pedagogs i músics del segle passat ja apostaven per una educació musical en què els infants sentissin i visquessin la música per comunicar-se a través d'ella, potenciant el desenvolupament de la creativitat musical. La música aporta vivències

i fa sentir sensacions que queden impreses a dintre de cada ésser. Pot fer variar l'estat anímic de les persones donant-los assossec o eufòria. La música ajuda a obrir-se tant corporalment com sensitivament i fa que qui la sent estigui disposat a gaudir-ne de la bellesa²¹.

Actualment, vivim en una societat en què principalment som més oïdors que intèrprets o creadors, tot això ajudat pel desenvolupament tecnològic, que ens permet escoltar la música on i quan vulguem.

En les societats pre-industrials sembla que aquestes diferències són menors. Al mateix temps, la música és present en el cicle de la vida i de l'any amb festes i rituals on la música té un paper important. La música influeix en tots els aspectes de les persones: la motricitat, la sensorialitat i l'afectivitat; i si la intel·ligència i l'afectivitat són dos aspectes indissociables de la persona, la música arriba a l'individu amb tota la seva totalitat²².

¹. ESPINOSA, S. 2006. *Ecología acústica y educación: bases para el diseño de un nuevo paisaje sonoro*. Barcelona: Graó. Monografías de educación ambiental, 11.

². WILLEMS, E. 2001. *El oído musical: la preparación auditiva del niño*. Barcelona: Paidós.

³. BARBERÀ, LL. ET AL. 1998. *Tocar totes les teclès*. Barcelona: Associació de Mestres Rosa Sensat. Temes d'infància, 30.

⁴. SCHAFER, R. M. 1967. *Limpieza de oídos*. Buenos Aires: Ricordi Americana.

⁵. PAISATGESONORUB del Grup de Recerca: Barcelona, Recerca, Art i Creació BR::AC de la Facultat de Belles Arts de la Universitat de Barcelona.

<http://www.catpaisatge.net/paisatgesonor/elspaisatges.php>

⁶. Un exemple d'aquesta tendència el trobem en el Museu de la Mediterrània de Torroella de Montgrí, que ofereix la possibilitat d'escoltar sons naturals i culturals de paisatges existents en el territori del Montgrí i del Baix Ter.

⁷. La festa de la Patum de Berga ha estat declarada com a patrimoni cultural i immaterial i oral de la Humanitat. Vegeu <http://www.sonsdepatum.cat>

⁸. Tipologia feta pel Grup de Recerca PaisatgeSonorUB

⁹. CASANOVA, O. 1998. *Ética del silencio*. Madrid: Alauda-Anaya.

¹⁰. LABBÉ, B., PUECH, M. 2007. *La paraula i el silenci*. Barcelona: Cruïlla.

¹¹. <http://www.silbogomero.com.es>

¹². http://campaners.com/php2/mp3_1.php

¹³. Al Palau de la Generalitat de Catalunya existeix un carilló de 49 campanes. <http://www.gencat.cat/generalitat/cat/guia/palau/carillo.htm>

¹⁴. ESPINOSA, S. 2006. *Ecología acústica y educación: bases para el diseño de un nuevo paisaje sonoro*. Barcelona: Graó. Monografías de educación ambiental, 11.

¹⁵. LINDSTROM, M. B. 2009. *Verdades y mentiras de por qué compramos*. Barcelona: Gestión 2000.

¹⁶. Se'n pot sentir la interpretació a <http://www.youtube.com/watch?v=-nk5oeES-ow>

¹⁷. BERNAL, J., CALVO, M. L. 2000. *Didáctica de la música: la expresión musical en la educación infantil*. Granada: Aljibe.

¹⁸. GONZÁLEZ, F. 2007. "La formación musical como "pasión comunicativa"". *Eufonía: didáctica de la música*, núm. 40, p. 7-17.

¹⁹. CÓRDOBA DE PARODI, M. A. 1998. *Música y terapia*. Barcelona: Índigo.

²⁰. CARRÉ, A. 2001. "Música y minusválías: una paradoja del pasado". *Eufonía: didáctica de la música*, núm. 21, p. 53-66.

²¹. BARBERÀ, LL. ET AL. 1998. *Tocar totes les teclès*. Barcelona: Associació de Mestres Rosa Sensat. Temes d'infància, 30.

²². DUCORNEAU, G. 1998. *Musicoterapia*. Barcelona: Edaf.

El so és creació, és acció,
és un verb i no pas un adjectiu,
per tant, nosaltres tenim molt a dir i a fer
com a compositors que som dels paisatges
que ens envolten.

Murray Shafer (1994)

Sons, sorolls i entorn



El so és quelcom permanent i intrínsec de l'ambient. Pensem en la remor del vent, en l'esclat de les gotes de pluja, en els cants dels ocells, en l'estrèpit de les persianes dels comerços quan tanquen, en els sospirs de les persones que tenim a prop...

El paisatge sonor d'un entorn urbà expressa la seva identitat, de la mateixa manera que ho pot fer la seva arquitectura, els seus costums, la seva gastronomia. Cada cop més, les grans ciutats contemporànies estan submergides en un núvol de soroll homogeni que té com a gran protagonista el trànsit. Un soroll que fa que l'ambient acústic d'aquestes ciutats sigui cada cop menys plaent.

La preocupació per l'impacte del soroll sobre les persones va donar peu al naixement d'una nova branca de l'ecologia. És l'ecologia acústica, ciència que estudia la relació dels éssers vius amb el seu medi sònic i que aporta coneixements per ajudar a la seva preservació i defensa.

Cal no subestimar la magnitud del que l'ecologia acústica denuncia en el segle més sorollós que la història mai ha enregistrat.

La presa de consciència d'aquestes problemàtiques va promoure la introducció de canvis d'infraestructura i d'organització a moltes ciutats, i també la creació de normes que regulen els nivells de soroll. Els ajunta-

ments duen a terme actuacions legals i accions educatives per sensibilitzar la població i els agents implicats en aquest tema.

A Catalunya, com a altres llocs del món, hi trobem contraexemples de ciutats i territoris que intenten anar una mica més enllà, i que han fet una clara aposta per la sostenibilitat, com ara les *Ciutats lentes*, les *Ciutats en transició*, les *Ciutats dels infants*, els territoris serens. Es tracta d'alternatives que també inclouen el valor de la qualitat acústica a l'entorn urbà.



El so de les nostres ciutats

En un entorn urbà, on hi conviuen centenars o milers de persones, i on s'hi concentren activitats de tota mena, l'ambient està poblat de sons i sorolls.

El **soroll** no és altra cosa que un so molest, un so no desitjat. Tots en fem, de soroll, i sovint el que produïm no ens resulta desagradable, però per a d'altres resulta una molèstia que l'afecta.

De la mateixa manera que els gasos emesos per un vehicle contaminen l'aire, o que un residu líquid contamina les aigües, el soroll molesta aquells que el pateixen. És per això que es parla també de contaminació acústica.

La **contaminació acústica** és la presència de sorolls a l'ambient, qualsevol que en sigui l'emissor, que impliquin molèstia, risc o dany per a les persones i animals.

Les fonts de soroll són de tipologia diversa. A les ciutats, el trànsit n'és el principal focus emissor.

En el quadre següent trobem un resum de les fonts de soroll predominants a les ciutats.

Fonts de soroll predominants a les ciutats modernes

Al carrer	
Fonts	Causes
El trànsit de motor	Ús indiscriminat del clàxon, conducció brusca, acumulació de vehicles, problemes de distribució del trànsit, característiques i estat dels vehicles, alarmes i avisadors acústics.
Les alarmes i les sirenes	Tipus i intensitat dels sons, horaris d'utilització.
Les obres al carrer	Tipus de maquinària, horaris de realització.
Altres activitats sorolloses: indústries, bars i discoteques, etc.	Tipus de maquinària industrial, horaris de les activitats, manca d'insonorització, etc.
El trànsit aeri	Característiques dels vehicles, rutes aèries.
A la feina	
Fonts	Causes
Les màquines, el carrer, etc.	Ubicació de les àrees productives, característiques de la maquinària, obres, localització i horaris de les activitats, timbres de telèfons i impressores...
A casa	
Fonts	Causes
Els electrodomèstics, el carrer, els animals de companyia, les obres interiors, els veïns, etc.	Tipus d'electrodomèstics i d'aparells de refrigeració, intensitat de les alarmes d'emergència i dels instruments musicals, volum de la televisió, discussions...

Font: Àrea de Medi Ambient. Ajuntament de Barcelona.

Per mesurar el nivell de soroll, s'utilitza l'escala de decibels A (dB(A)), que són una expressió del volum relatiu del so transmès a través de l'aire i percebut per les persones. Aquesta unitat de mesura, a diferència dels dB(B) i els dB(C), corregeix els valors del so de baixa freqüència que no són captats per l'oïda humana.

L'Agència Europea del Medi Ambient considera tolerables les àrees urbanes amb un nivell equivalent de soroll entre 55 i 65 dB(A), mentre que recomana evitar que augmentin les que tenen un nivell entre 65 i 75 dB(A) i reduir les que durant el dia sobrepassen els 75 dB(A).

Els centres de les ciutats tenen cada cop menys persones que hi visquin i que participin de la comunitat, s'han convertit en un lloc per treballar-hi, per fer-hi les compres, però no per viure-hi². Els barris perifèrics, per la seva banda, s'han convertit en uns indrets on no s'hi viu, on només s'hi dorm. L'antropòleg francès Mark Augé defineix aquesta situació utilitzant el concepte de "no lloc". És com si cada vegada més les ciutats s'omplissin de "no llocs". En els "no llocs" la gent no s'hi troba, no hi està, només hi transita i el so que hi predomina és un soroll impersonal.

La ciutat que havia nascut com a lloc de trobada i intercanvi ha descobert el valor comercial de l'espai i ha canviat els sons de benestar i de convivència entre els seus ciutadans pels sons de la separació i l'especialització. La separació, sens dubte, ens produeix incomoditat i malestar, dificulta la



comunicació, les relacions i la solidaritat. Els ciutadans som conscients que patim els mals de la ciutat, però no sembla pas que demanem, almenys d'una manera explícita, que la ciutat canviï.

La regulació dels sorolls

Regular el soroll mitjançant la normativa és complex. La dificultat de determinar els efectes ambientals i sobre la salut de la contaminació acústica, de trobar indicadors que s'adaptin al ventall de situacions on el soroll està present o d'eliminar les principals fonts sonores que alteren el confort acústic de les ciutats fa que no sigui fàcil consensuar-ne normes reguladores.

De tota manera, institucionalment s'impulsa la regulació de la qualitat acústica de les ciutats, amb l'objectiu de garantir la prevenció, la vigilància, i si escau, la correcció i la reducció de la **contaminació acústica**. Així es volen evitar i reduir els efectes nocius que se'n puguin derivar per a la salut humana, els béns, els espais comunitaris o l'entorn, i també fixar criteris de **bona qualitat acústica** a la ciutat.

Lleis que regulen actualment el soroll

A Europa:

- **Directiva europea 2002/49/CE**, sobre avaluació i gestió del soroll ambiental. Incorpora la contaminació acústica com a variable de gestió de les ciutats. Estableix l'obligatorietat d'elaborar mapes estratègics de soroll, i inclou un compromís vinculant i un calendari concret per a la seva posada en marxa.

A Espanya:

- **Llei del soroll 37/2003**, que suposa la transposició de la directiva 2002/49/CE.
- **Reial decret 1413/2005**, que desenvolupa la metodologia de l'elaboració dels mapes estratègics.
- **Reial decret 1367/2007**, que desenvolupa els aspectes relacionats amb la zonificació acústica (objectius de qualitat i emissions acústiques).
- **Reial decret 1371/2007**, que determina l'entrada en vigor del Codi Tècnic de l'Edificació, que té un apartat dedicat a la protecció contra el soroll.

A Catalunya:

- **Llei 16/2002, de protecció contra la contaminació acústica**. Contempla el que diu la Directiva 2002/49/CE, referent als mapes d'aglomeracions, i obliga els municipis a la realització i l'aprovació dels mapes de capacitat acústica, els quals determinen els nivells màxims de soroll ambiental a partir de les definicions de la pròpia llei.
- **Decret 176/2009**, que aprova el Reglament de la Llei 16/2002 i n'adapta els annexos.

Als diferents municipis:

- **Ordenances municipals** reguladores de la contaminació acústica.

Font: Àrea de Medi Ambient. Ajuntament de Barcelona.

A Catalunya, s'han establert uns límits d'exposició segurs i acceptables que no perjudiquin la salut de la població, anomenats **valors límit d'immissió**, que s'han fixat segons l'ús de les zones i per a diferents indrets. Vegeu a les taules següents.

Valors límit d'immissió segons l'ús de les zones per als espais exteriors o interiors amb finestres obertes

Ús de la zona	Dia/Vespre (dB(A))	Nit (dB(A))
Sensibilitat acústica alta (sanitari, residencial, docent i cultural i altres)	50-55	40-45
Sensibilitat acústica moderada (residencial i altres)	60*	50
Sensibilitat acústica baixa (industrial, recreatius i espectacles)	63*-65	53-55

* Per a les activitats existents i en zones urbanitzades, el límit s'incrementa en 5 dB(A).

Font: Valors extrets de l'Annex 3 del Decret 176/2009, de 10 de novembre, de la Generalitat de Catalunya, relatius a les activitats i veïnat.



Valors límit d'immissió per als espais interiors amb finestres tancades, i en funció dels espais

Espai	Dia/Vespre (dB(A))	Nit (dB(A))
Dormitoris	30	25*
Sales d'estar	35	30
Oficines	35-40	35-40
Centres sanitaris	35-40	25*-30
Centres educatius	35-40	35-40

* Per a les activitats existents, el límit s'incrementa en 3 dB(A).

Font: Valors extrets de l'Annex 4 del Decret 176/2009, de 10 de novembre, de la Generalitat de Catalunya, relatius a les activitats i veïnat.

Tradicionalment, el control del soroll ha estat una activitat que han dut a terme **els municipis**, a través de les ordenances municipals. Aquestes normes permeten que la política ambiental es tradueixi en actuacions concretes per protegir i millorar la qualitat de vida i la salut de les persones.

A més de les ordenances, una altra eina que tenen els municipis per prevenir la contaminació acústica són els **mapes estratègics de soroll**. Serveixen per planificar urbanísticament les ciutats, per regular les activitats que s'hi fan i per avaluar les millores aconseguides en matèria de control ambiental. La Directiva europea 2002/49/CE explica com es fan els mapes estratègics de soroll.

El **mapa estratègic de soroll** es dibuixa a partir de la suma de les dades dels aspectes següents:

- **Situació acústica existent, anterior o prevista, expressada en funció d'un indicador de soroll**, de l'anàlisi de la qual es deriva *el mapa del soroll*, que representa sobre el plànol els nivells actuals de contaminació acústica que afecten el municipi. Els nivells representats es desglossen en funció de les seves diferents fonts de soroll.
- **Objectius de qualitat acústica**, representats en el *mapa de capacitat acústica*, que considera els nivells de soroll als quals hauria d'estar exposat cada tram de la ciutat durant els tres períodes horaris (dia, vespre i nit), en funció del seu ús. La capacitat acústica del territori es classifica en tres categories, anomenades zones de sensibilitat acústica.

- **Superació dels valors límits fixats**, aspecte representat en el *mapa de superació*, on s'identifiquen els punts de la ciutat en què els nivells de soroll existents superen els límits fixats pels objectius de qualitat acústica. Aquest tipus de mapa s'obté a partir de la representació gràfica de les diferències entre el que mostra el mapa del soroll i el que marca el mapa de capacitat acústica d'una ciutat.
- **Nombre estimat d'habitatges, de centres educatius i hospitalaris** exposats a valors específics d'un indicador de soroll en una zona determinada.
- **Nombre estimat de persones** situades en una zona exposada al soroll.

Aquestes dades i els mapes de soroll són la base per a la redacció dels plans d'acció per a la reducció de la contaminació acústica, un instrument planificador per definir i aplicar un conjunt de mesures d'actuació concretes, i prioritzar els casos de superació dels valors límit. Representen una eina de compromís municipal en matèria de qualitat ambiental.

Millorar el coneixement del nivell sonor dels nostres municipis i de les seves causes, tenir una actitud cívica i respectuosa amb els veïns i conciutadans i sensibilitzar la població de totes les edats perquè evitin els sorolls i tinguin cura de l'entorn i de la seva oïda poden contribuir a millorar progressivament el confort acústic de les nostres ciutats.

A la taula següent es pot trobar una relació de bons hàbits per assolir aquest confort.



Bons hàbits per disminuir el soroll a casa i al carrer

A casa	Fora de casa
Moderar el volum del televisor o de la cadena de música i no utilitzar aparells domèstics sorollosos en horari nocturn.	Mantenir una actitud cívica en les terrasses de restaurants i establiments d'oci.
Instal·lar adequadament els aparells més sorollosos (el de l'aire condicionat, per exemple) de manera que no provoquin molèsties per soroll al veïnat.	Evitar escoltar música a alt volum amb les finestres abaixades del cotxe.
Evitar que els animals de companyia causin molèsties.	Fer ús del transport públic.
Vetllar perquè en les festes i reunions es mantingui un volum adequat de veu.	En els trajectes curts, utilitzar la bicicleta o anar a peu.
Evitar donar cops de porta i arrossegar mobles.	Conduir pacíficament, tot evitant accelerades brusques, i no tocar el clàxon si no és estrictament necessari.
Fer les obres de la manera menys sorollosa possible i fora dels horaris de descans.	Respectar els límits de velocitat. A més velocitat, més soroll.
Si hi ha un soroll que ens molesta, parlar-ne amb la persona responsable.	Vetllar pel bon funcionament dels nostres vehicles.

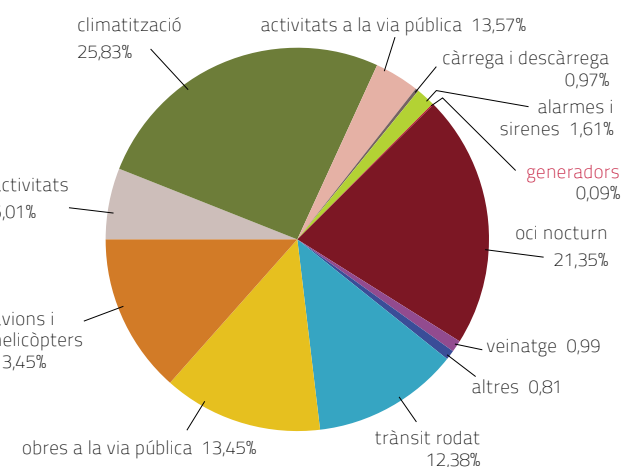
Font: Àrea de Medi Ambient. Ajuntament de Barcelona.

Com sona Barcelona?

El paisatge sonor de Barcelona és el d'una ciutat compacta, moderna, on conviuen diferents usos del territori. La font de soroll principal prové del trànsit rodat (soroll de fons), tot i que els barcelonins es queixen més dels sistemes de climatització i ventilació i de l'oci a la nit que del soroll provocat pel trànsit.

El gràfic següent representa el percentatge de queixes per soroll, agrupades per les causes que les provoquen.

Figura 1. Nombre de queixes de soroll rebudes als serveis tècnics dels districtes i a través del programa IRIS de Barcelona, any 2009



Font: Àrea de Medi Ambient. Ajuntament de Barcelona (2009).

Mentre que el soroll del trànsit és comú a tota la ciutat, en determinades zones desta-

quen altres tipus de fonts de soroll, com ara el procedent de l'activitat industrial, dels eixos comercials i de les activitats d'oci nocturn.

Barcelona fa anys que treballa per reduir els sorolls presents als seus carrers. Des del 1999, les Ordenances del Medi Ambient regulen la contaminació acústica. En aquest sentit, en el 2011 s'ha aprovat una actualització. A la següent taula s'hi inclou un fragment de l'ordenança de 2011 referent a la contaminació acústica.

Ordenança General de Medi Ambient de Barcelona (títol 4. Contaminació acústica)

En el seu apartat sobre contaminació acústica, té com a objectiu prioritari "establir les normes adreçades a garantir la prevenció i vigilància i, en el seu cas, la correcció i reducció de la contaminació acústica produïda pel soroll i les vibracions, per evitar i reduir els danys i efectes nocius que se'n puguin derivar per a la salut humana, els béns, els espais comunitaris o el medi ambient, assegurar la deguda protecció a la població i al medi urbà, així com fixar criteris de bona qualitat acústica a la ciutat". L'ordenança defineix també els criteris de qualitat acústica exteriors i interiors, i descriu les fonts de soroll que afecten habitualment l'ambient acústic urbà. Queden exclosos de l'àmbit d'aquesta ordenança els ambients laborals, sotmesos a la seva legislació específica.

Font: Àrea de Medi Ambient. Ajuntament de Barcelona.

L'any 2000, Barcelona va elaborar el Programa Marc de Minorització del Soroll i va presentar la zonificació acústica de la ciutat, que s'ha actualitzat durant el 2010. A més, disposa de diferents mapes de soroll –dels anys 1990, 1997 i 2009– i també d'un **Pla per a la reducció de la contaminació acústica, per al període 2010-2020**.

Segons el mapa de capacitat acústica, el 48% dels trams de Barcelona s'han classificat com a zones de sensibilitat alta (A), el 33% dels trams com a zones de sensibilitat moderada (B) i el 19% dels trams com a zones de sensibilitat baixa (C). Si s'analitzen les dades recopilades fins el 2009, durant el dia i el vespre, el 97% dels trams de carrers

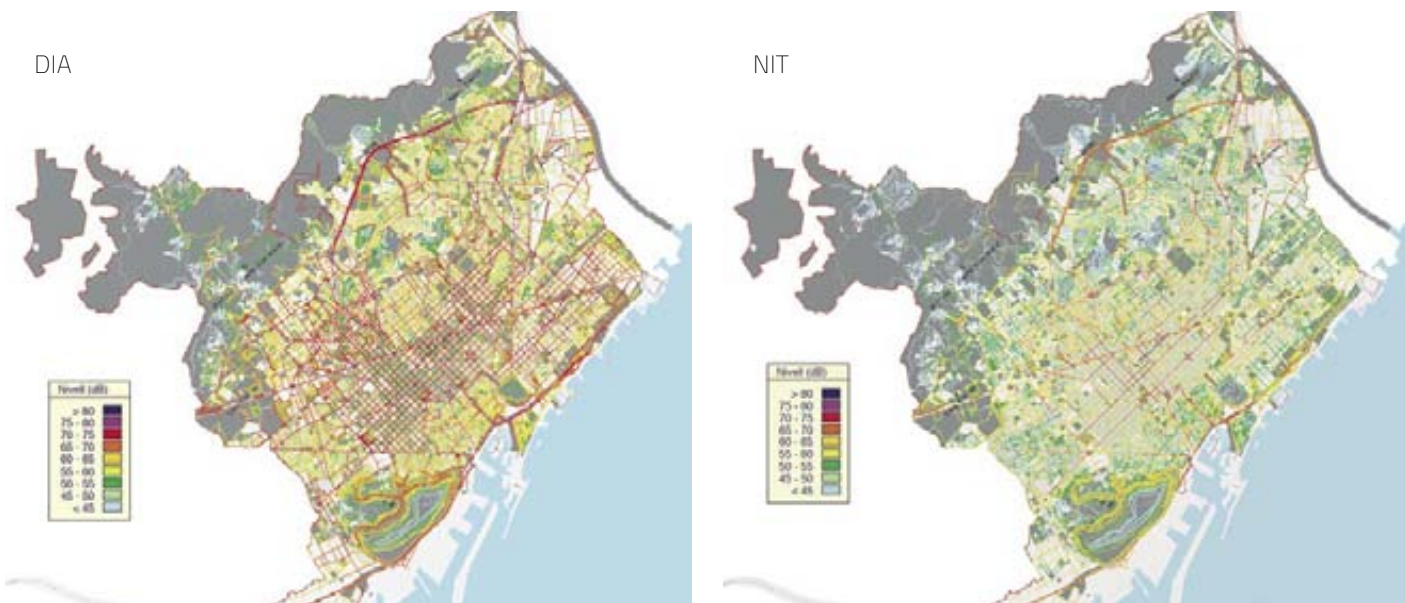
estudiats presenten uns nivells iguals o inferiors als recomanats pel mapa de capacitat acústica, mentre que durant la nit gairebé el 90% dels trams compleixen el nivell de capacitat assignada. Tot i aquestes dades, es continuen fent propostes per reduir la contaminació acústica.

A través del Pla per a la reducció de la contaminació acústica (2010-2020), l'Ajuntament vol impulsar tot un seguit d'iniciatives per controlar el soroll de la ciutat i millorar la seva qualitat acústica. Aquest pla neix amb la voluntat de ser operatiu, i s'estructura al voltant de cinc línies estratègiques:

1. Millorar la qualitat acústica de l'espai urbà.



Figura 2. Mapes de soroll de Barcelona



Font. Pla per a la reducció de la contaminació acústica de Barcelona 2010-2020. Ajuntament de Barcelona (2010).

2. Potenciar la incorporació de criteris acústics en el disseny i la gestió de la ciutat.
3. Elaborar l'ambientalització acústica de l'Ajuntament.
4. Implicar i sensibilitzar la ciutadania en matèria de contaminació acústica.
5. Implantar i potenciar mecanismes per al control i el coneixement de la qualitat acústica de la ciutat.

A més, aquest pla dona continuïtat a les diferents actuacions que s'han dut a terme fins ara, i concreta les que es faran en el futur. Així, per exemple, campanyes de sensibilització ciutadana; programes educatius i formatius; establiment de col·laboracions entre els agents implicats en la qüestió; programes de control de soroll i aplicació de les mesures de sanció i correcció, i programes de foment del transport públic, la bicicleta i el cotxe compartit.

Malgrat que el paisatge sonor de Barcelona ha estat molt modificat, encara s'hi poden escoltar cants d'ocells. La seva ubicació entre els deltes del Llobregat i del Besòs, i la muntanya de Montjuïc i la ser-

ra de Collserola, la situen en una via litoral de migració i fa que moltes espècies d'aus travessin aquesta ciutat, o que d'altres hi vinguin a passar l'hivern o la primavera, o que d'altres hi visquin de forma permanent, comptant-hi també les espècies d'ocells antropòfiles, com ara els coloms, i, més recentment, les cotorres i els gavians.

Així, si aprenem a escoltar, podrem sentir el cant dels falciots al voltant dels edificis, el de les mallerengues als parcs i jardins, el dels ànecs collverd als llacs, el dels verdums tot passejant pels carrers, el dels corbs marins mirant el mar i els puputs a les clapes puntuals d'horts i conreus que encara queden. La conservació d'aquests espais és cabdal per al manteniment de la biodiversitat de Barcelona i per tenir de colors el seu paisatge sonor.

Les ciutats sostenibles i els territoris serens

Francesco Tonucci, en el seu llibre *La ciutat dels infants*, recull la consideració de l'infant com a paràmetre de transformació



de les ciutats, com a indicador ambiental. Una ciutat en què hi ha infants que juguen, que passegen tot sols, és una ciutat sana, segura i bonica. Per tant, tenir en compte les necessitats dels infants porta a construir ciutats pensant en el benestar del seus habitants i en la cura de l'entorn, i implicar-hi també el seu paisatge sonor. En paraules de Tonucci, *cal posar els ulls a l'alçada dels infants* per no perdre de vista ningú.

Fano és un exemple paradigmàtic de **Ciutat dels infants**. És una població de 60.000 habitants situada a la costa de la mar Adriàtica, que des de l'any 1991 va acceptar el rept de fomentar la participació dels infants en la construcció i la millora de la seva ciutat.

A Catalunya, tenim iniciatives que van en aquesta línia, una de les quals és Els camins escolars. Ciutats com Barcelona, Vic, Sant Cugat, Banyoles, entre d'altres, han engegat iniciatives per crear itineraris segurs perquè els infants puguin anar tots sols a l'escola caminant o, en alguns casos, acompanyats d'un adult. Aquestes experiències són un petit pas cap a la recuperació de l'espai públic com a espai de relació i de convivència,

i ajuden els infants a assolir més autonomia i més qualitat de vida, i, de manera indirecta, ajuden a canviar el paisatge sonor de les nostres ciutats.

Un altre moviment remarcable en aquesta línia és el de les **Ciutats lentes** (Cittaslow o Slow Cities)³. Va néixer a Itàlia, a finals de la dècada dels noranta, i inclou poblacions que treballen activament per millorar la qualitat de vida dels seus ciutadans. En aquestes ciutats se cerca que hi hagi menys trànsit, menys soroll i més zones verdes. Aposten per la producció i el consum d'aliments locals i de temporada, per l'artesania i l'arquitectura pròpia, per les energies renovables i el transport alternatiu. En aquestes ciutats, s'hi percep el ritme de les estacions, les seves olors, colors i sons, i es té en compte el territori i aquells qui el custodien. A Catalunya, hi ha tres ciutats que pertanyen a aquest moviment: Begur, Pals i Palafrugell, totes elles a la província de Girona.

La iniciativa dels Territoris Serens (impulsada el Bisaura, el Cabrerès, el Lluçanès i el Moianès) promou la conservació del territori i del paisatge com a recurs endògen

i l'activitat econòmica basada en productes propis, de qualitat i respectuosa amb el medi. Aquesta és una iniciativa que parteix del món rural per caminar cap al territori que col·lectivament decideixen⁴.

El so de la natura

Com deia Beethoven, *la natura ens ofereix un concert permanent*.

Escotar els sons de la natura és un plaer que tots tenim a l'abast: pobles, camps, pinedes, llacs, platges o matollars són paisatges tots ells que ens ofereixen un so propi, i que canvia amb les estacions. Possiblement els habitants de les ciutats, si més no els que viuen molt allunyats de la natura, es quedarien bocabadats davant la immensa quantitat de murmurs, brogits, xerrics i cants que la natura encara ens ofereix.

Els sons de la natura ens fan percebre el paisatge d'una manera molt més enriquidora i plena, i ens evocuen sensacions que no seriem capaços de sentir tan sols observant-lo⁵. Molts sons romanen en la nostra memòria, i quan els tornem a escoltar actuen com un imant, atreuen records o sensacions viscudes. El cant dels grills ens recorda les nits d'estiu, el brunzit dels insectes ens porta la calor i l'olor dels camps, ens relaxa la remor de les onades que trenquen a la platja o les nostres passes damunt les fulles seques de la tardor...

Aquest fascinant món de sons naturals ha estat des de sempre un recurs literari, i alhora un motiu d'estudi científic.



Malauradament algunes activitats humanes empobreixen els paisatges sonors naturals i alguns poden arribar a desaparèixer. De fet, hi ha qui relaciona els avaraments massius dels cetacis a les platges amb la contaminació acústica artificial que avui en dia trobem al mar, causada pels motors d'embarcacions, els sonars o les plataformes petrolíferes.

Altres activitats poden provocar estrès en els animals i poden arribar a interferir en els seus sistemes comunicatius, la qual cosa afecta la seva reproducció, l'alimentació, la

cura de les cries i els seus senyals d'advertència. Hi ha estudis que apunten que els ocells que viuen a prop de les carreteres no poden escoltar-se entre ells, la qual cosa dificulta que s'aparellin.

La natura que volem

Els paisatges sonors naturals són un reflex de l'activitat de les espècies que coincideixen en un temps i en un espai determinats, i de les relacions que s'estableixen entre elles⁶. Un paisatge natural ric en sons és un paisatge ple de vida.

Els sons canvien amb les estacions i amb l'alternança de la nit i el dia. A la primavera, quan el dia es fa més llarg, la intensitat acústica dels nostres paisatges naturals arriba al seu punt àlgid. Els ocells són els primers que ressorgeixen de la letargia que suposa l'hivern, i deixen sentir



els seus cants arreu. A l'estiu, se'ls uneixen els insectes. A la tardor es deixen sentir el bram dels cérvols i les daines, que inicien el seu festeig. I quan callen, les orenetes i els falciots inicien un viatge cap a les terres més càlides de l'Àfrica. Repetint el cicle, aquests ocells, els tornarem a sentir l'estiu següent.

El cant dels ocells ha estat des de sempre objecte d'admiració. Nombrosos poetes i músics s'han inspirat en el seu cant per compondre les seves obres, des de l'Edat mitjana fins a l'actualitat. El cant de les balenes també ha fascinat tots aquells que s'han apropiat a sentir-les. Els seus cants es poden sentir al llarg de molts quilòmetres.

Més enllà dels sons que els animals produeixen en desplaçar-se, alimentar-se o respirar, que podríem anomenar sons involuntaris, els animals fan servir el so per comunicar-se, és a dir, emeten **senyals sonors**



que juguen un paper molt important en la seva supervivència, tant o més que la vista i l'olfacte.

Els animals empen els senyals sonors bàsicament per identificar-se, reconèixer-se i aparellar-se. Hi ha determinades espècies d'ocells, per exemple, que són molt semblants a simple vista i els seus individus només es poden diferenciar els uns dels altres a través del cant.

Un altre exemple el podem trobar en una bassa plena de gripaus i granotes de diferents espècies. A través del cant reconeixen el mascle de la seva espècie, i fins i tot aquell que presenta unes millors qualitats per a la reproducció.

A les colònies de cria de gavines, pingüins o lleons marins passa una cosa semblant. Quan els progenitors tornen de pescar es troben amb una immensa confusió de polls famèlics i exigents, però són capaços de reconèixer la seva cria per la veu.



A més d'aquests sons, hi ha animals que també emeten senyals sonors per assegurar-se l'aprovisionament de l'aliment. Potser el sistema més alt d'especialització en aquest sentit és l'ecolocalització, un sistema basat en l'eco. Ratpenats i cetacis amb dents, com ara catxalots, orques i dofins, emeten sons d'alta freqüència -ultrasons que les persones no sentim- com a eina per rastrejar l'entorn a la recerca de possibles preses. Així, amb la interpretació de l'eco rebut, poden saber a quina distància es troba l'objecte, o quina forma té. És un sistema d'autoinformació de l'entorn que involucra, a més de l'aparell emissor de sons, un sistema de recepció molt acurat. Aquest sistema també els permet orientar-se, i és una adaptació que els resulta especialment útil, perquè habitin medis amb poca llum.

En el món animal, els crits es fan servir com a veus d'amenaça, per evitar enfrontaments o per defensar un territori. Els cérvols



vols dissuadeixen els seus competidors amb els seus brams, que els informen de la seva edat i de la seva bona forma física. Els animals també empren veus d'alarma quan detecten la presència d'un perill, i així s'avisen els uns dels altres que extremin la vigilància, sovint davant possibles predadors.

També destaquen els sons d'atracció sexual. Sincronitzar les activitats i coordinar l'activitat de grup, les migracions i les distribucions en l'espai entre diferents individus es fa també a partir dels sons. En l'època reproductiva, les balenes fan servir el so produït pels esclats de la cua o del cos contra la superfície de l'aigua per marcar perfectament la posició de cada individu i evitar les col·lisions. També fan servir els seus cants per mantenir un contacte permanent entre els individus en el desplaçament migratori.

Escoltar els paisatges sonors naturals i endinsar-nos-hi ens ajuda a completar la comprensió dels ecosistemes, i, per tant, a entendre millor el planeta en què habitem.

Valorar la natura i fer possible que els seus compositors continuïn existint implica tenir-la en compte en els nostres hàbits quotidians.

A més, amb l'observació, l'estudi i la imitació de la natura, els humans hem estat capaços de desenvolupar un seguit de tècniques. En el cas del so, podríem parlar per exemple del sonar i del vincle que té amb l'ecolocalització.



¹ Europe's Environment: The second Assessment, 1998. <http://www.eea.europa.eu/publications/92-828-3351-8>

² TONUCCI, F. 1997. *La ciutat dels infants: una manera nova de pensar la ciutat*. Barcelona: Barcanova.

³ <http://www.cittaslow.net>.

⁴ <http://www.territorisserens.cat>

⁵ MATHEU, E. 2005. *Ocells de Barcelona*. Barcelona: Ajuntament de Barcelona. Direcció d'Educació Ambiental i Participació. Guies d'educació ambiental, 23.

⁶ ESCOBAR, D. 1995. *Sons i ressons: el món dels sons naturals i la comunicació acústica animal*. Barcelona: La Magrana. L' esparver ciència, 18.

Cap so pot ser repetit de manera exacta. Quan pronunciem el nostre nom, cada cop ho fem diferent, de la mateixa manera que quan toquem una frase musical no sona mai de manera idèntica. Tot so se suïcida, i ja no torna.

Murray Shafer (1994)



La ciència dels sons i dels sorolls¹

Els sons no es veuen, però, malgrat que són invisibles, som conscients que hi són, ja que els podem percebre a través del sentit de l'oïda, si som oients, o bé del tacte. En viatjar, els sons ens parlen d'espais grans o petits, estrets o amplis, interiors o exteriors. Alhora, ens parlen de superfícies i d'obstacles. Tot en aquest món té el seu so.

Un so pot ser fluix o fort, greu o agut; hi ha sons que poden durar un instant i d'altres que poden fer-se gairebé eterns... Aquestes característiques del so, i també les seves aplicacions, són part de l'objecte d'estudi de la física, la biologia o la tecnologia. La branca de la física que s'encarrega d'estudiar el so és **l'acústica**.

Apropar-nos al so des d'una perspectiva científica significa parlar de la producció, la transmissió i la detecció d'aquest fenomen. Conèixer com es produeix, com es propaga i com es detecta el so ens permet aplicar-ho a diversos àmbits. A més, tenir coneixements científics sobre el so facilita la construcció d'arguments a favor de la sostenibilitat acústica del nostre entorn, i, alhora, a dur a terme accions per aconseguir-la.

El so

El so és present a les nostres vides des del primer moment. Quan naixem, i fins i



FRANCESC MUNTADA / ARXIU DEL CONSORCI DEL PARC DE COLLSEROLA

tot abans de fer-ho, el so ens acompanya. El fetus, entre les 24 i 30 setmanes de gestació, escolta i sent la vibració dels sons de l'interior de la mare i de l'exterior (veus, música, sorolls), i reacciona a aquests estímuls a través del moviment. Les investigacions sobre memòria prenatal constaten una preferència dels nounats pels sons ja escoltats a l'úter matern². Però, malgrat que el so és un element d'allò més quotidià, sabem què és exactament? Com el podríem definir?

Quan cau un arbre al mig d'un bosc de la Vall Fosca i no hi ha cap persona que ho senti, s'ha produït un so? La resposta a aquesta pregunta és doble:

No, des de la perspectiva sensorial humana.

Sí, des de la perspectiva de les ones físiques.

Començar aquest apartat amb aquesta pregunta serveix per adonar-nos que, segons les ulleres que portem posades a l'hora de mirar el món, interpretarem el que s'hi esdevé d'una manera o d'una altra. Com interpretarem el so si ens posem les ulleres de la física?

El so, definit des del punt de vista de la física, és una forma d'energia provocada per la vibració d'un cos que es propaga mitjançant ones mecàniques a través d'un medi elàstic³. Que un medi sigui elàstic vol dir que es pot comprimir i expandir, i, per tant, pot ser un sòlid, un líquid o un gas.

La producció del so

El so es produeix per la vibració d'un cos que provoca xocs en les partícules del medi que l'envolta. En cada xoc es transmet energia. Les partícules, com que tenen un comportament elàstic, recuperen la seva posició original, però l'energia es transmet de xoc a xoc, fins que es consumeix a poc a poc, en el procés de transmissió.

Així doncs, podem dir que perquè hi hagi so cal que hi hagi transferència d'energia a un material. Que el so transporta energia es posa de manifest quan, per exemple, un tro o la música d'un altaveu fan vibrar els vidres d'una finestra.

Dit d'una altra manera, en tot moviment hi ha so. Quan colpegem les làmines d'un xilofon, quan plorem, quan obrim l'aixeta, quan plou... en totes aquestes accions i situacions es produeix so. Podem generar sons amb tots els materials que ens envolten, no més cal posar-los en moviment, tenir una mica d'imaginació i parar bé l'orella.

Potser però la manera més fàcil i primera de produir sons és fer servir la nostra veu. Ja des de petits balbucegem i emetem sons



guturals i xerroteigs. En els primers mesos, els nadons són molt sensibles a la intensitat i al timbre de la veu i reconeixen la de la seva mare des del naixement⁴.

Però, com som capaços d'emetre aquests sons que anomenem paraules?

L'artífex de la nostra veu és **l'aparell fonador**. Està format, a grans trets, per la laringe, un tub que inclou nombrosos cartílags, i la musculatura associada; les cordes vocals, unes membranes plegades a la paret de la laringe; la llengua i la cavitat bucal-nasal, la qual aconsegueix el paper de caixa de ressonància. En el procés de la parla, però, també hi intervenen l'aparell respiratori i el cervell.

L'aire, en passar a través de la laringe, provoca la vibració de les cordes vocals i el

seu so és ampliat per la cavitat bucal-nasal. La llengua i els músculs facials permeten modular el so. El volum del so ve determinat per la quantitat d'aire que s'expulsa.

La posada en vibració de les cordes vocals està governada pel cervell i controlada pels centres acústics nerviosos, i fan que s'apropin o s'allunyin, s'allarguin, s'estenguin, s'aprimin, s'eixamplin o s'estirin, per produir els diversos tipus de sons que coneixem.

Les dimensions de les cordes vocals no són fixes, sinó que varien segons l'edat, el sexe i la seva morfologia. Això és el que permet que cadascú de nosaltres tingui una veu única, i que variï a mesura que ens fem grans.

Els instruments

Dins la producció dels sons, els instruments musicals ocupen un lloc predominant i han permès expressar pors, desitjos, somnis, alegria, tot al llarg dels seus anys d'història i prehistòria.

Els instruments de percussió vibren si es colpegen. Els de corda, tot fregant, colpejant o pinçant la corda fixada pels extrems. Els instruments de vent sonen si es fa vibrar l'aire al seu interior. Molts instruments disposen de caixes de ressonància, com la major part dels de corda, que intensifiquen el so. La ressonància té lloc quan la vibració d'un cos fa vibrar-ne un altre amb la mateixa freqüència.



La producció de sons en el món animal

La diversitat de sons en el món animal és molt rica i, si ens hi fixem, hi trobarem semblances amb la manera com els humans parlem o toquem instruments. Els sons que els animals fan de manera voluntària s'anomenen **senyals sonors**. Els produeixen a partir de sons mecànics o instrumentals, o bé a partir de sons produïts per l'expulsió de l'aire o bé a partir de la vibració de membranes.

Sons mecànics o instrumentals

Dues cigonyes que repiquen el bec, un picot que tamborineja un tronc d'un arbre o un goril·la que pica les mans sobre el seu pit són exemples d'aquests sons. Molts animals fan servir la percussió per crear els senyals sonors, són percussionistes. Altres, com els grills i les llagostes, els aconseguen fregant diverses parts del seu cos. El ric-ric dels grills, per exemple, es deu al fregament de les seves ales dentades, i és exclusiu dels mascles.

Sons produïts per l'expulsió d'aire

Una altra possibilitat d'emetre sons és expulsar aire. El xiulet dels llangardaixos o de les serps es produeix quan entra o surt l'aire dels pulmons a través de la cavitat bucal. Si l'aire, en lloc de sortir per la boca, surt per les narius o la trompa, escoltarem sons com l'esbufec d'un cavall o el trompeteig d'un elefant.



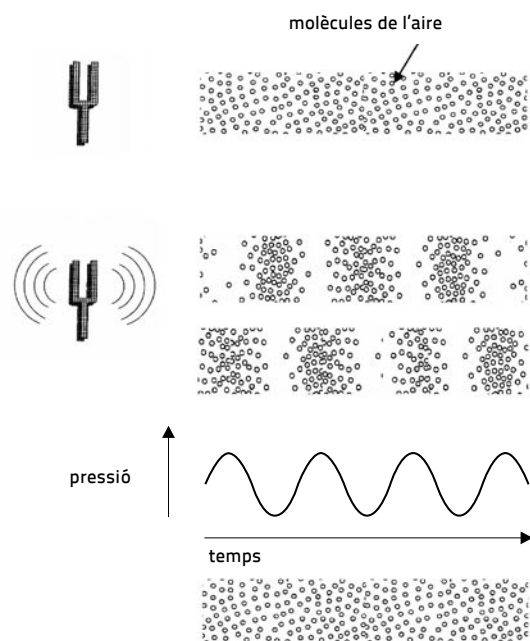
Sons emesos gràcies a la vibració de membranes

Hi ha animals que produeixen senyals sonors fent servir el mateix mecanisme que nosaltres quan parlem, és a dir, fan vibrar unes membranes que es troben a la laringe gràcies al flux d'aire que surt dels pulmons cap a la cavitat bucal. Aquest és el cas dels amfibis i dels vertebrats superiors. I, a més, n'hi ha que disposen d'uns elements, anomenats ressonadors, destinats a amplificar

el so produït. Segur que molts heu pogut observar els ressonadors en granotes i gripaus quan canten, ja que tenen forma de sac i s'inflen com si fossin bombolles de xiclet a prop de la gola. Altres sons espectaculars produïts per la vibració de membranes són el cant dels ocells o el de les balenes.

La propagació del so

Per entendre el procés de transmissió del so, és necessari recordar que tota la matèria (sòlids, líquids i gasos) està formada per molècules i àtoms. Aquestes partícules es mouen constantment i xoquen entre sí. El so s'origina quan les molècules del medi efectuen moviments addicionals als



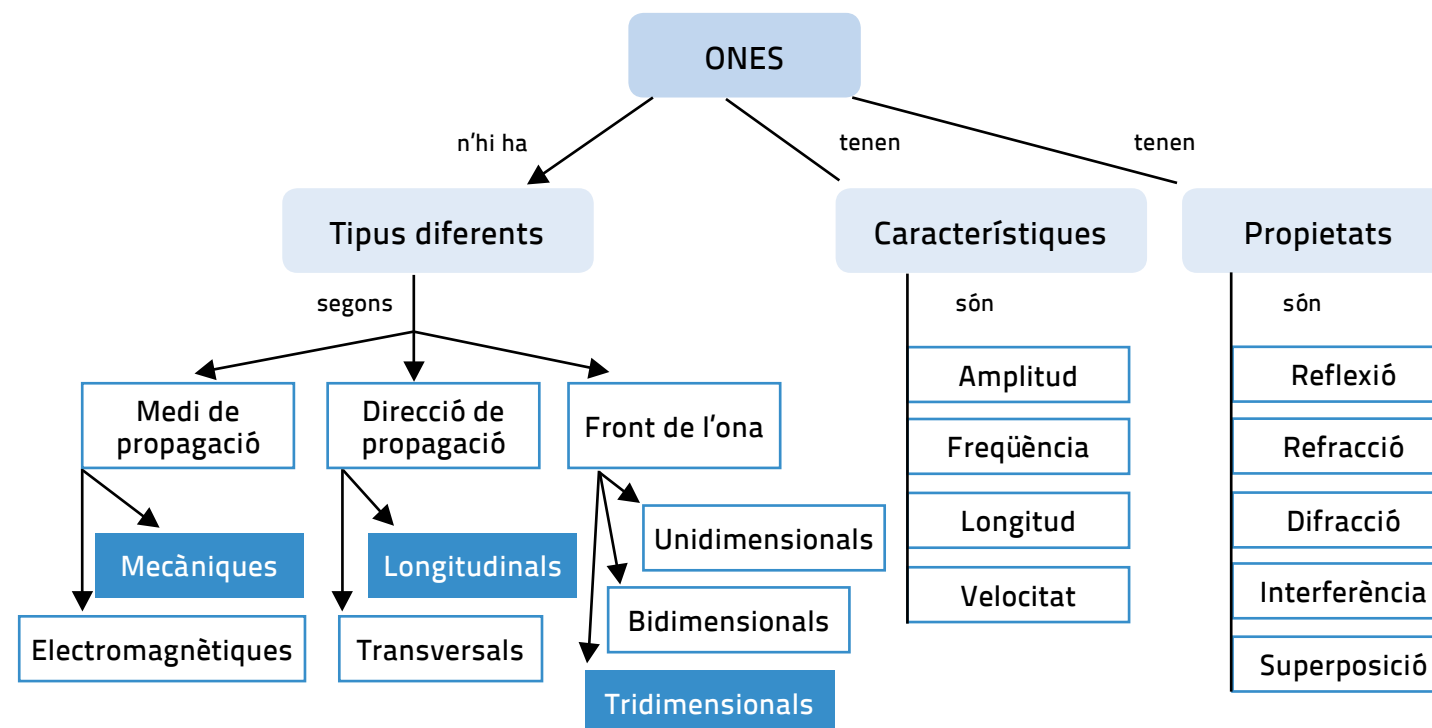
propis provocats per una vibració (o moviment).

Per tant, el so, físicament, és el desplaçament addicional de les partícules que es mouen en xocar les unes amb les altres. Aquest desplaçament es pot interpretar i mesurar com un augment de pressió en unes zones de l'espai (o medi) i com una disminució de la pressió en d'altres zones de l'espai, o bé com una variació de la seva densitat, i es pot representar gràficament com una ona.

Pensem en l'aire que ens envolta. Està compost de molècules diminutes i individuals de gasos diferents, barrejats amb relativa uniformitat a la part baixa de l'atmosfera. Quan xiulem, per exemple, el que fem és desplaçar les molècules de l'aire que tenim al costat dels llavis, les quals xoquen amb les del seu entorn i tornen al seu lloc. Aquests xocs es transmeten per l'aire de molècula a molècula, fins que arriben a la nostra orella i els detectem. Així es produeix el so.

Així, podem dir que el so es propaga a través d'ones que viatgen en tots els sentits i tots els plans. Una **ona** és el moviment de propagació d'una pertorbació d'un punt a un altre. S'hi propaga energia, però no hi ha transport net de matèria, perquè les partícules només es desplacen endavant i enre-
re, però tornen al seu lloc (a la seva posició d'equilibri)⁵.

En l'esquema següent, es detallen els diferents tipus d'ones i les seves característiques i propietats, i s'hi ressalta la tipologia a la que correspon el so:



Anomenem **ones mecàniques** al so, ja que requereix un medi elàstic per propagar-se, un medi que es pugui comprimir i dilatar.

Quan parlem de medi elàstic no estem parlant només de gasos, sinó també de sòlids i líquids. A nivell microscòpic, les distàncies entre molècules són flexibles i permeten una certa compressió/dilatació, petita en el cas dels sòlids i líquids, i més gran en els gasos, i això influeix en la velocitat de propagació. Les ones sonores viatgen més ràpid en els sòlids que en els líquids, i més ràpid

en els líquids que en els gasos. Això es deu a la cohesió interna de les partícules.

És a dir, les molècules d'un sòlid que es troben a tocar les unes de les altres, quan oscil·len, no tenen gaire espai per moure's i, per tant, ràpidament xoquen amb les veïnes, i així successivament, la qual cosa dóna lloc a una propagació més veloç de la pertorbació. En canvi, a l'altre extrem, en els gasos, les molècules es troben ben separades i, per tant, han de fer un recorregut més llarg abans no xoquen amb les molècules veïnes, fet que provoca velocitats de propagació més baixes.

Un exemple del que hem dit el trobem en les pel·lícules de l'oest, quan els indis col·locaven l'orella al terra per escoltar el galop dels cavalls, i així sabien si s'hi apropaven. Per què ho feien? Doncs perquè sabien que el so es transmet molt més ràpid pel terra (sòlid) que per l'aire (gas).

Vegem a continuació les velocitats de propagació del so en diferents medis:

Medi material	Velocitat (m/s)
Aire (0°)	331,5
Aire (15°)	340
Aire (20°C)	343
Aigua dolça	1.447
Aigua salada	1.500
Coure	3.600
Ferro	5.100
Granit	6.000

Podem veure que el so necessita un cert temps per desplaçar-se per l'aire. Per què en un dia de tempesta es veu el llamp abans que se senti el tro? Per què passa això? Doncs perquè la llum viatja molt més ràpid (uns 300.000 km/s) que el so (aproximadament 340 m/s) i això fa que no coincideixi el que veiem amb el que escoltem. Hi ha dos factors que determinen la velocitat del so: **la temperatura i la densitat del medi**. Com més dens és el medi, més facilitat tindran les molècules per xocar entre elles. Així, el so viatjarà més ràpid en el granit que en l'aire, ja que el granit té una densitat superior, i,



per tant, les molècules estan més properes. D'altra banda, si la temperatura del medi augmenta, creix el moviment molecular i la facilitat de xocs, i augmenta la velocitat de propagació.

Com que l'energia d'una ona sonora es transmet sempre molècula a molècula, és impossible que hi hagi ones sonores al buit. I com que a l'espai no hi ha aire, quan abandonem l'atmosfera terrestre desapareixen els sons. Per tant, totes aquelles pel·lícules que situen la seva acció trepidant a l'espai exterior, com la saga d'Stars Wars, cometen sempre el mateix error: les naus, els canons làser i les explosions fan soroll, quan a l'espai exterior el so no existeix.

Segons la direcció de propagació, les ones sonores es defineixen com a **ones longitudinals**, perquè les partícules del medi vibren (es desplacen endavant i enrere) en la mateixa direcció que la de propagació⁶.

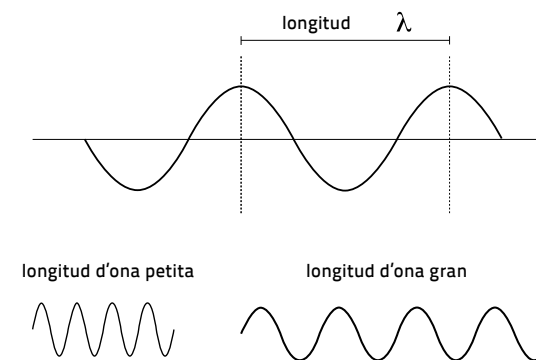
Les ones sonores són tridimensionals perquè es desplacen en el medi de forma esfèrica.

Característiques de les ones: sons diferents

Els sons que produïm o que ens envolten són diferents. Sabem que el món sonor en què vivim és molt ric, però, com es tradueix aquesta diversitat de sons si ens els mirem com a ones? Com serà una ona sonora d'un so fluix o greu? Variarà molt d'una d'un so agut i molt fort? Per donar resposta a aquestes preguntes apuntarem breument unes quantes característiques de les ones.

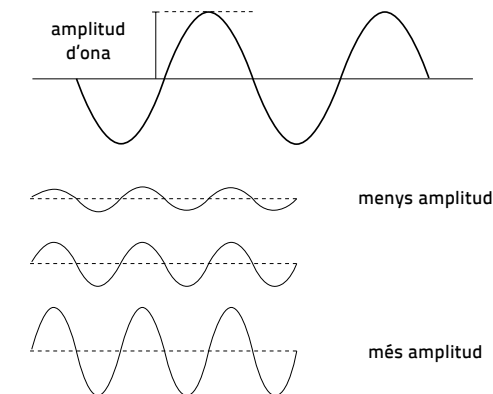
La longitud

La **longitud** indica la mida de l'ona, la distància entre el principi i el final de l'ona completa, és a dir la llargada d'un cicle complet. Es representa amb la lletra grega λ (*lambda*), i es mesura en metres en el sistema internacional d'unitats (SI).



L'amplitud / Intensitat del so

L'**amplitud** d'ona indica la quantitat d'energia que transporta l'ona. En relació amb el so, determina la seva intensitat i es mesura



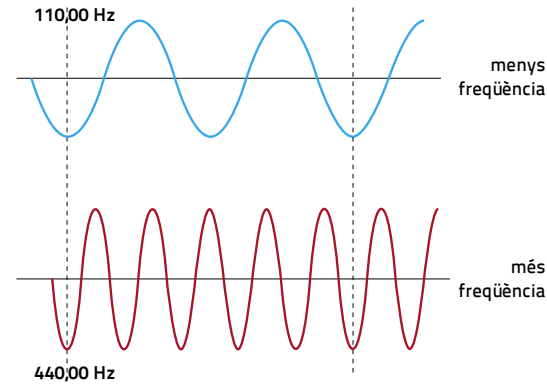
en decibels (dB). De manera col·loquial, la intensitat del so es coneix com a **volum**.

Cal diferenciar la intensitat de la sensació sonora. La **sensació sonora** és com la nostra orella percep l'estímul d'un so. La relació entre la intensitat i la sensació sonora és tal que, si multipliquem per 100 la intensitat d'un so, la sensació sonora augmenta 20 dB, i si multipliquem per 1.000 la intensitat, aleshores la sensació sonora augmenta en 30 dB. A aquest tipus de relació se l'anomena logarítmica.

Per tant, l'efecte de sumar dues fonts sonores iguals no equival a sentir-hi el doble de fort, de fet, equival a augmentar en 3 dB la sensació sonora. Aquest fet es pot experimentar en una classe on els alumnes toquen la flauta, ja que quan la toca un, o dos, o tres, no percebem el soroll el doble o triple de fort.

La Freqüència / To del so

La **freqüència** indica el nombre d'ones complertes o de vibracions que es produeixen per segon. Es mesura en hertz (Hz) i



determina el to del so. En el cant, el to és fonamental per diferenciar els diferents registres vocals.

Altres característiques del so són el **timbre** i la **durada**.

El timbre està relacionat amb la quantitat de freqüències que formen un so, i permet distingir els sons dels instruments i les veus de persones diferents.

Som capaços de fer aquesta discriminació perquè les persones i els objectes no emetem un so pur i únic, sinó que va acompanyat d'altres sons originats per la pròpia ressonància (la forma de la boca, del nas, de la gola, el material i la forma de l'objecte, etc.).

Quan un clarinet i una trompeta toquen la mateixa nota amb la mateixa intensitat, per exemple el La#, sonen de manera diferent a causa del timbre. Ambdues notes tenen la mateixa freqüència, però no el mateix timbre.

La **durada** d'un so és el temps en què és audible. Hi ha sons curts, com el so d'un

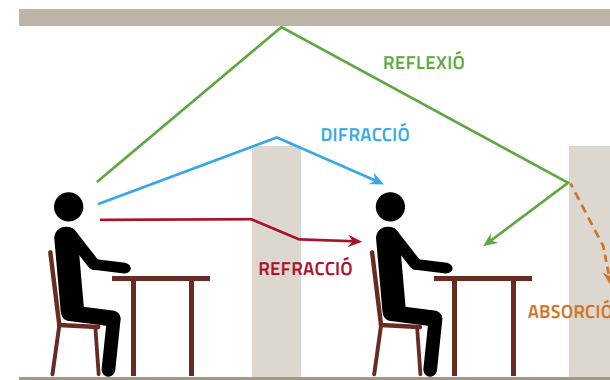
plat que es trenca, o sons llargs, com una alarma d'emergència. El **ritme** d'una peça musical ve determinat per la durada de les notes i els silencis que hi ha entre elles.

Les propietats de les ones: la interacció del so amb l'entorn

Dos fenòmens quotidians estan relacionats amb la reflexió de les ones sonores: l'eco i la reverberació.

En recintes grans, és habitual percebre que els sons tenen una durada més gran. El que hi percep la nostra orella és un retard o una lleugera prolongació del so. Aquest fenomen s'anomena **reverberació**. Les ones reflectides es retarden respecte el so directe. Nosaltres confonem el so reflectit amb el so directe, i percebem una intensitat més alta de so. Si aquest retard és molt gran, ja no parlem de reverberació, sinó d'**eco**.

L'**eco** es produeix quan l'obstacle amb el qual xoca el so es troba a una distància su-



perior a 17 m, de manera que podem separar el so inicial del so reflectit. Quan cridem davant de parets de muntanyes immenses, podem sentir l'eco de la nostra veu, ja que l'ona sonora que generem "rebota" contra les penyes i torna a la nostra orella, i nosaltres tenim temps de sentir el so inicial i després el reflectit. Si mesurem el temps que triguem a tornar a sentir la nostra veu, podem saber la distància a la qual es troba la penya que ha produït el "rebot".

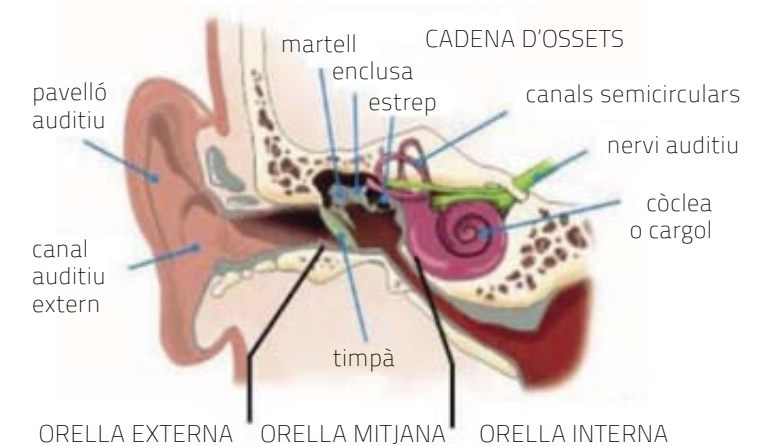
La percepció del so

Les ones sonores que es propaguen pel medi necessiten un detector, com la nostra orella, per ser reconegudes. Quan detectem les ones és quan tenim la sensació del so. Per tant, el so també es pot definir des del punt de vista de la biologia com l'estímul que excita o que perceben les nostres orelles.

El sentit de l'oïda

Percebem els sons que ens envolten gràcies al **sentit de l'oïda**. L'òrgan que permet aquesta percepció és l'**orella**, és el nostre receptor acústic.

Gràcies a l'orella, i al nostre cervell, podem convertir el moviment de les partícules de l'aire en sons aguts o greus, en forts o fluixos, en curts o llargs, i no només això, sinó que podem percebre'ls com a melodiosos o estridents, sentir-ne diversos de



simultàniament, discriminar-los i atorgar-los un significat... i fins i tot associar-los a situacions ja viscudes. Quants de nosaltres, en escoltar una música determinada, no ens hem traslladat a un moment ja passat de la nostra vida?

L'orella humana està formada per un conjunt d'estructures membranoses i òssies, combinades amb terminacions nervioses, que fan possible el complex mecanisme de l'audició. Per poder sentir, les ones sonores han de travessar l'**orella externa** i recórrer l'**orella mitjana** fins a l'**orella interna**, on són conduïdes en forma d'impulsos nerviosos fins al cervell.

Però, com es duu a terme aquest procés? Com transformem la compressió i l'expansió de les molècules d'aire que ens envolta en una sensació auditiva?

Les ones sonores penetren a l'**orella externa** a través del pavelló auditiu, el qual les condueix a través del **conduïte auditiu** fins al **timpà**. El timpà és una membrana flexi-

ble que dona pas a l'**orella mitjana**. Les ones sonores fan vibrar la membrana timpànica, la qual es deforma i es comprimeix o expandeix, segons els canvis de pressió que li arriben. Aquestes deformacions es tradueixen en vibracions mecàniques, les quals són amplificades per la **cadena d'ossets** (el **martell**, l'**enclusa** i l'**estrep**) fins arribar a l'**orella interna**. A l'orella interna, hi ha la **còclea o cargol**, el qual conté centenars de cèl·lules auditives, anomenades **cèl·lules ciliades**. Les vibracions dels ossets fan ondular el líquid que es troba a l'interior del cargol i aquestes ondulacions estimulen les cèl·lules auditives, les quals transformen els estímuls mecànics en elèctrics, per tal que puguin viatjar via el nervi auditiu fins al cervell, l'encarregat de descodificar-los i interpretar-los com a sensacions auditives.



Així, haurem convertit un moviment invisible de l'aire en un so, que ens informará, ens captivarà, ens permetrà reconèixer la veu d'una persona... A més, el so també té l'efecte de suggerir-nos moltes coses sense necessitat de veure-les. Som capaços d'imaginar-nos una cafetera només si escoltem el xiulet que fa quan el cafè és a punt, o visualitzar un riu en sentir la seva remor quan caminem per la muntanya.

A la pràctica, els sons es componen de diverses freqüències, i la resposta de la nostra orella no és lineal. L'orella humana no reacciona igual davant freqüències altes, que intermèdies o baixes. A més, la resposta del nostre sistema auditiu no depèn només de la freqüència, sinó que també està condicionada per la intensitat del so.

Per aproximar-nos a aquesta resposta no lineal de l'orella humana davant els sons es va definir el decibel A (dB(A)), una unitat que mesura el nivell d'intensitat sonora, però en què s'han retallat prèviament les freqüències molt altes i part de les baixes. Així, aquesta unitat ens dona informació de les freqüències intermèdies, que són a les quals reacciona més l'orella, i, per tant, les que més mal ens poden causar. Quan realitzem mesures d'intensitat sonora amb finalitat de prevenció de salut, se sol utilitzar aquesta unitat ponderada. El llindar de l'audició humana va dels 0 als 120-140 dB(A).

El llenguatge musical ha trobat una manera més poètica d'expressar la intensitat dels sons, i en lloc de parlar en decibels fa servir paraules com *piano* per als sons suaus

(0 a 40 dB(A), *mezzo* per als sons moderats (45-75 decibels A) i *forte* per als sons forts (80 a 100 dB(A), entre d'altres).

A més, l'orella humana presenta una gamma d'audició dels 20 Hz als 20.000 Hz de freqüència, tot i que es considera una audició normal la limitada entre els 80 i els 15.000 Hz. Per tant, a diferència de molts animals, els humans no podem sentir totes les freqüències, raó per la qual anomenem ultrasons o infrasons tots aquells que queden fora del conjunt de sons que capta la nostra orella.

Les altes freqüències inaudibles per nosaltres s'anomenen **ultrasons**, i són sons molt aguts, que se situen per sobre dels 20.000 Hz. Gràcies a uns aparells que transformen aquests sons en audibles, avui sabem que es produeixen, per exemple, en trepitjar l'herba, en picar de mans o en arrugar un tros de paper. Altres sons ultrasonics provenen de l'era tecnològica: els motors dels avions, les foradadores d'alta velocitat o els equips de neteja industrial, entre d'altres.

Animals com les llagostes, les rates, els gossos⁷, els ratpenats i els dofins són capaços de percebre aquests sons, i els empenen com a senyals sonors.

Els sons per sota dels 20 Hz s'anomenen infrasons i són sons tan greus que l'orella no els percep. De vegades podem tenir noció d'aquests sons com a sensació de tacte, ja que el nostre cos és capaç de detectar-los com una vibració. No heu notat mai quan el volum de la música és molt alt que el vos-



tre cor sembla que bategui amb la música? Els responsables d'aquesta sensació són els **infrasons**, que travessen el nostre cos i ens fan vibrar el pit (que actua com a caixa de ressonància) al seu ritme.

Es troben components infrasonics en les erupcions volcàniques, els terratrèmols, el vaivé de les mareas, el desplaçament continu de la sorra en el desert, en un tro o en el vent. Algunes fonts d'infrasons d'origen industrial són els reactors aeris i els aparells de refrigeració o aire condicionat.

En el món animal, els elefants disposen d'un particular llenguatge de comunicació basat en infrasons, que els permet comunicar-se a llargues distàncies. Les freqüències que utilitzen estan entre els 14 i els 24 Hz, per sota, en bona part, del límit inferior

d'audició humana. Gràcies a aquesta capacitat, vuit elefants del centre de safaris de Khao Lak, un complex turístic de Tailàndia, van salvar quinze turistes del tsunami que va tenir lloc el 2004, ja que van percebre els infrasons produïts pel terratrèmol i la vibració que es va desplaçar pel terra i van córrer cap a un turó molt abans que la gran onada arribés a la costa⁸.

Altres grups de mamífers, com les balenes, utilitzen freqüències molt baixes en els seus laments i grunyts.

Una altra característica del nostre sentit de l'oïda és que l'orella sempre està en funcionament. És un òrgan sensorial automàtic, no el podem desconnectar. A diferència de la vista, no posem un mecanisme com les parpelles, que permeti regular els estímuls que ens arriben contínuament.

El fet que sempre estiguem sentint fa que haguem desenvolupat certs mecanismes que ens permeten "descansar" momentàniament d'aquest continu bombardeig acústic.



tic. Hem adquirit la capacitat de sostreure'ns a alguns sorolls de fons repetitius. El cervell, que és l'última estació dels estímuls sensorials, i l'encarregat de descodificar-los, aconsegueix "habituar-se" a tota una sèrie de sons superflus. Això ho saben bé els que viuen a la vora del ferrocarril.

Els receptors acústics dels animals

Els receptors acústics en el món animal són d'allò més variats. Van des d'uns simples receptors de vibracions, en molts insectes, fins a òrgans auditius pròpiament dits, com la nostra orella.

A diferència de les persones, molts mamífers són capaços de moure a voluntat el pavelló auricular cap a la direcció d'on procedeix el so. La determinació de la direcció del so depèn de la posició de les orelles. El mateix so arriba a cadascuna de les orelles en un



interval de temps diferent, i en una intensitat diferent. El cervell processa aquesta informació per determinar la procedència del so.

Aparells que capten o emeten sons

Hi ha aparells que capten o emeten sons, i que serveixen per comunicar-nos amb l'exterior, per rebre senyals o per emetre-les. La majoria incorporen altaveus i micròfons, per tal d'emetre o enregistrar els sons.

De fet, així com l'orella humana disposa d'una membrana sensible anomenada timpà, els **micròfons** disposen d'una membrana de plàstic flexible, connectada a un electroimant o a un material sensible a la pressió, que tradueix les ones sonores en impulsos elèctrics. A l'inrevés, un **altaveu** rep senyals elèctrics que transforma a senyals sonors mitjançant un pavelló, generalment circular, i una caixa de ressonància. Tots aquests

aparells fan la mateixa tasca que els òrgans de l'orella.

En són exemples, entre d'altres, els telèfons, els televisors, els interfons, les ràdios, els reproductors MP3 o els despertadors.

El **sonòmetre** és l'aparell que serveix per mesurar el nivell d'intensitat sonora que hi ha en un lloc i en un moment determinat. Un sonòmetre utilitza un micròfon omnidireccional. La sortida del micròfon va a un conjunt de dispositius que produeixen mesures del nivell d'intensitat sonora en dB i es pot connectar a un ordinador per visualitzar i enregistrar les dades. Per als infants, existeix un aparell més senzill, anomenat *ecodad*⁹, que també mesura el nivell sonor.

L'atenuació del so i aplicacions de les ones sonores

Més enllà de la importància que el so té per a la comunicació i el plaer, els humans

hem après a utilitzar-lo per a altres aplicacions tecnològiques.

De vegades, ens és d'utilitat disminuir la intensitat d'un so, com pot ser al menjador d'una escola. Per poder aconseguir atenuar el so és bàsic conèixer com interactua amb els materials del medi.

L'absorció i la reflexió juguen un paper molt important a l'hora d'**atenuar el so**. Quan un so arriba a una paret, part de l'energia que transporta es reflecteix (so reflectit) i part penetra en la paret de separació. D'aquesta última, una part es queda a la paret (s'absorbeix) i l'altra torna a travessar-la i surt a casa dels veïns (so transmès). L'energia dissipada queda dins la paret.

Així doncs, podem dir que l'atenuació del so es deu tant a la reflexió com a l'absorció. En funció del que necessitem en els espais en què ens trobem, podrem jugar amb aquests dos paràmetres.

Una bona manera d'atenuar el so en una sala és recobrir-la amb materials que siguin bons absorbents acústics (fonoabsorbents). Les fibres tèxtils, les llanes minerals, la fibra de vidre, el suro, les escumes o la moqueta són materials fonoabsorbents, és a dir, mitjans en els quals les ones sonores perden molta energia, quan s'hi propaguen.

A les ciutats, per tal de disminuir l'impacte acústic per efecte del trànsit, es col·loca un asfalt sonoreductor, fet de material fonoabsorbent. Ja s'ha instal·lat a molts carrers de Barcelona¹⁰.

D'altra banda, una excel·lent manera d'atenuar el so, en el cas d'un bar musical,



per exemple, és col·locar materials que reflecteixin bona part del so que arriba a la seva superfície. Aquests materials són aïllants acústics. Bons aïllants acústics són els metalls (el plom, l'acer), el formigó, els vidres, les fustes lacades, el material ceràmic (gres, el terratzo), el plàstic amb acabats reflectants i les cambres d'aire (un espai d'aire hermètic).

A l'escola, en aquelles aules amb alta absorció del so, en què hi ha problemes d'escolta, es poden posar materials aïllants, per la seva capacitat de reflexió, com ara, per exemple, rajoles o panells de materials laminats, o bé col·locar-hi pissarres per a retoladors.

Altres aplicacions tecnològiques del so se centren en aquells valors que queden fora

dels l·lindars d'audició humana. Els **ultrasons** tenen moltes aplicacions en l'àmbit mèdic, algunes de les quals són: l'ecografia (utilitza els ecos d'una emissió d'ultrasons per formar una imatge), la litotrícia (tècnica per fragmentar càlculs renals i biliars) i la ultrasonoteràpia (tècniques fisioterapèutiques). També s'empren per mesurar la velocitat de la sang, en el tractament d'afeccions de les articulacions i l'asma, etc. Una altra aplicació és emprar-los com a repel·lents per als mosquits.

En l'àmbit industrial, els ultrasons s'utilitzen per fer precipitar partícules sòlides existents en fums o aerosols, per separar greixos de l'aigua, per reduir l'escuma en l'envasat de begudes a alta velocitat, per esbrinar si una peça té defectes de fabricació (esquerdes internes, porus...), etc.¹¹.

Una aplicació de la reflexió de les ones sonores és el *sonar*. Són aparells que emeten i que detecten sons de molt alta freqüència (ultrasons). Els ultrasons emesos són reflectits pel fons marí, i aquesta reflexió és interpretada pel sonar. Hi ha vaixells i submarins que utilitzen els sonars per localitzar bancs de peixos, per saber la posició d'objectes que no podem veure o per calcular les distàncies a les quals es troben possibles obstacles i les seves dimensions.

La informació que s'extreu del sonar és tan efectiva que l'ús d'aquesta tecnologia en la pesca a gran escala ha fet disminuir notablement els bancs de peixos als nostres mars i oceans.

¹ Capítol elaborat a partir de ESTAÑA, J. LL., MUÑOZ, I., PUJOL, R. M. 2007. *El so*. Barcelona: CESI-RE-CDEC. No publicat.

² ALSINA, P. ET AL. 2008. *La música en la escuela infantil (0-6)*. Barcelona: Graó. Biblioteca infantil, 23.

³ ESCOBAR, D. 1995. *Sons i ressons: el món dels sons naturals i la comunicació acústica animal*. Barcelona: La Magrana. L'esperver ciència, 18.

⁴ BERNAL, J., CALVO, M. L. 2000. *Didàctica de la música: la expresión musical en la educación infantil*. Granada: Aljibe.

⁵ Es pot visualitzar el moviment en aquest applet: http://www.juntadeandalucia.es/averroes/recursos_informaticos/andaredo1/paisaje_sonoro/sonido.htm

⁶ En els sòlids, però, el so també es propaga per ones transversals, en les quals les partícules vibren en direcció perpendicular (transversal) a la direcció de propagació.

⁷ Els gossos poden percebre sons fins als 40.000 Hz. Per això podem fer servir un xiulet "silenciós per a nosaltres" per cridar-los, ja que el so que emet es massa agut perquè nosaltres el puguem detectar.

⁸ <http://www.3cat24.cat/noticia/82399/altres/Linstint-dels-elefants-salva-15-turistes-en-pressentir-el-perill-del-tsunami-i-pujar-a-un-turo>.

⁹ www.xtec.cat/cdec/recursos/pdf/.../manualecodadmarco7.pdf ; www.xtec.cat/cdec/recursos/pdf/primaria/act_ecodad.pdf

¹⁰ <http://w3.bcn.es/fitxers/premsa/dossierpavimentaci150810.994.pdf>

¹¹ http://www.fisicanet.com.ar/fisica/sonido/apo3_sonido.php

Allò que és bell és bo, i allò que és bo no trigarà a ser bell.

Safo de Lesbos, poetessa grega.



Sons, sorolls i salut

Quan ens pregunten què és el més important de la vida, molts responen “tenir salut”, ja que sense ella la vida se’ns escapa. Segons la definició de l’Organització Mundial de la Salut, inclosa a la *Carta d’Ottawa* del 1986, la salut és “el resultat de les atencions que un es dispensa a si mateix i als altres, de la capacitat de prendre decisions i controlar la pròpia vida i d’assegurar que la societat en què un viu ofereixi a tots els seus membres la possibilitat de gaudir d’un bon estat de salut”. La salut es crea i es viu en el marc de la vida quotidiana, en els centres d’ensenyament, de treball i d’oci.

Per tant, parlar dels sons i la salut té la seva rellevància. Quin paper juga l’entorn acústic en el nostre benestar? Ens pot perjudicar la tan estimada salut?

L’evolució tecnològica, part dels hàbits de consum vigents i noves maneres de comunicar-nos i de gaudir del lleure han canviat significativament el nostre paisatge sonor i l’impacte que tot això té sobre la salut de les persones.

Actualment, existeixen fonts sonores que poden sobrepassar els límits saludables d’audició humana i, a més d’emascarar altres sons més febles, poden causar danys físics i psicològics. L’ambient sonor de la majoria de persones que vivim en grans ciutats



ens pot conduir a estats d’alerta i d’estrès, que ens fan moure de l’atenció (quan un soroll apareix a escena ens hi fixem) a la dispersió (el soroll de fons sovint ens molesta i no ens deixa concentrar).

Els motors són els sons que predominen en el paisatge sonor mundial, i les nostres veus, que haurien de ser els sons més vitals de l’existència humana, són tapades a poc a poc pels sorolls que fan els motors².

Podem intervenir en el procés de creació de l’ambient sonor, fer-lo més agradable i saludable, i necessitem fer-ho. Per aconseguir-ho, hem de ser conscients del fet que estem envoltats de sons i sorolls, i que hi som permeables, és a dir, que ens afecten, tan positivament com negativa. Al mateix temps, hem de protegir el nostre sistema auditiu de possibles agressions físiques, hem de conèixer com funciona i aprendre quin és el nostre llindar de molèstia i quin el llindar a partir del qual la nostra salut pot quedar afectada.

Saber quines són aquelles activitats sorolloses i esbrinar les causes que les provoquen

també és important, ja que conèixer-les és el primer pas per poder-les canviar. Cal, alhora, recuperar la sensibilitat auditiva, educar als infants i joves perquè siguin capaços d’escoltar, d’escolllir i de gaudir d’aquells sons que són saludables per a la vida i rebutjar aquells que ens són hostils³.

Amb paraules de Schafer⁴: *Seria agradable arribar a la conclusió que tots els paisatges sonors podrien preferir finals feliços. O que alguns podrien preferir finals tranquils. O que uns quants podrien senzillament desaparèixer.*

So o soroll

De la mateixa manera que no escoltem els “sons del silenci”, tampoc escoltem com a sons “els sorolls”⁵.

La definició més habitual de **soroll** és aquella que el qualifica com un so no desitjat. No obstant, el que moltes vegades es vol dir és que es tracta d’un so que interfereix sobre un altre, un so que no volem escoltar, però que la nostra orella⁶ capta igualment, i

la nostra percepció li assigna un significat. De vegades, el soroll provoca un sentiment de frustració, perquè interromp o impossibilita que duguem a terme processos o accions que ens podrien satisfer.

Des del punt de vista de la física, no distingim entre so i soroll, tot és so.

Des del punt de vista de la salut pública, “el soroll és qualsevol so, independentment del volum, que pot produir un efecte fisiològic o psicològic no desitjat en un individu i que pot interferir en la vida d’una persona o d’un grup”⁷.

La subjectivitat del so

Si diferents persones s’aturen a escoltar un mateix so, difícilment el descriuran amb les mateixes paraules, o sentiran les mateixes sensacions. Així com un perfum concret a alguns els pot semblar una fragància deliciosa i per a d’altres pot ser desplaent, un mateix so pot resultar molest o agradable, segons la persona que el rebi. La causa



d'aquesta discrepància és que el so és un fenomen que té un **component subjectiu**.

La ciència que s'interessa pels efectes perceptius i subjectius dels fenòmens sonors és la **psicoacústica**.

Més enllà de la naturalesa del so, la personalitat de cadascú, l'estat psicològic del moment o l'experiència viscuda fan que atorguem al so un significat o un altre i, per tant, que se'ns despertin unes determinades sensacions.

Aquests aspectes abasten l'àmbit individual, però també responen a valors culturals. La cultura en la qual naixem i creixem condiona la manera com mirem, sentim i entenem el món. Una mateixa música, per exemple, pot ser considerada com a so o com a soroll, en funció dels patrons culturals del grup de pertinença o de referència de qui l'escolta⁸.

Per a la mateixa intensitat de so, ens molesten més els sons que no compleixen cap funció social o que podrien evitar-se. Així, podem entendre la necessitat de les sirenes de les ambulàncies, però no estem disposats a suportar el batibull nocturn dels pubs. Tenir accés o control sobre la font sonora també ens influencia en la nostra percepció del so. Ens irriren més aquells sorolls sobre els quals no podem actuar ni decidir si volem escoltar-los o no.

També valorem de manera diferent el so en funció de la tasca que fem. Per exemple, si hem de concentrar-nos o volem dormir, ens molesta molt més l'ambient acústic que ens envolta que si estem *fent dissabte*. La importància que assignem a la tasca que realitzem i l'esforç que ens demana condicionen la nostra reacció al soroll.

Altres factors que poden influenciar la nostra percepció del so poden ser: l'hora del dia en què es percep (un soroll és més molest de nit que de dia) o la seva familiaritat (ens acostumem a un soroll que forma part del nostre entorn quotidià).

El caràcter subjectiu del so varia d'un individu a un altre, i es veu afectat per l'edat i pel nivell auditiu de cadascú. De la immensa varietat de sons del nostre entorn, les persones només poden percebre aquells que estan dins del seu **camp d'audició** o camp d'audibilitat. Així, la gent gran acostuma a tenir problemes per escoltar els sons més aguts, ja que les freqüències altes són les primeres que *s'escapen* de les nostres orelles.



Les persones amb una **disminució auditiva**, per la seva banda, tenen un camp auditiu diferent al genèric de les persones oients, i, per tant, no perceben els sons de la mateixa manera. No perceben determinats sons, per raó de la seva freqüència i/o de la seva intensitat.

La consideració del so –i per tant de la paraula escoltada– com a fenomen subjectiu, psicoacústic, és essencial per entendre la realitat auditiva de les persones sordes, que és diferent a la dels oients. Partint d'aquí, es poden copsar quines són les necessitats educatives de l'alumnat amb deficiències auditives, així com les estratègies i recursos que cal posar en joc per tal d'assegurar que els arribi la informació.

El llenguatge de signes es considera el mode natural d'expressió de les persones sordes, perquè és congruent amb les se-

ves capacitats sensorials intactes (la vista). Malgrat que en molts països hi ha hagut un apassionat debat entre els professionals que estan a favor del llenguatge de signes i els que defenen l'aprenentatge del llenguatge oral.

El llenguatge de signes es considera una eina útil per a la comunicació i per a la construcció de la identitat de la persona sorda. Existeixen moltes llengües de signes, com a fruit de la interacció comunicativa entre les persones sordes de les diferents comunitats. El nom amb què es coneix cada idioma gestual és el de "llengua de signes+el gentilici de la societat de referència", per exemple, llengua de signes catalana.

És una llengua que presenta propietats formals equivalents a qualsevol altra llengua i que constitueix un sistema lingüístic complet. És una llengua que viu processos de canvi i evolució semblants als de les altres llengües; és una llengua que es veu influïda per factors polítics, socials, culturals i econòmics, és una llengua viva, utilitzada per persones amb sentiments d'identitat i pertinença en la denominada comunitat sorda.

Una figura que val la pena conèixer a través de la literatura i el cinema és la de Helen Keller, que era sorda i cega, i que va arribar a ser una escriptora i conferenciant pública mundialment famosa. La sordceguesa és una discapacitat sensorial molt poc coneguda, que no consisteix en la suma de la sordesa i la ceguesa. Les persones sordcegues presenten unes característiques i necessitats específiques pròpies.

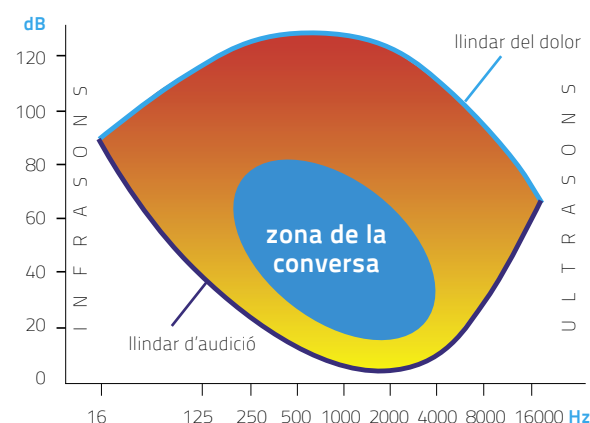
El camp d'audibilitat humana

La naturalesa del so es defineix a partir de dues magnituds de les quals ja hem parlat a l'apartat de la física del so: la intensitat amb què es produeix (col·loquialment, volum del so) i el camp de freqüència que abasta (sons greus o aguts).

El camp d'audibilitat⁹, és a dir, el que delimita allò que podem sentir, es dibuixa dins d'una àrea definida per dos eixos que corresponen a les magnituds esmentades: el de la intensitat (en dB) i el de la freqüència (en Hz). Ara bé, aquest camp d'audibilitat vindrà condicionat també per l'equipament auditiu de cada persona.

No podem representar aquestes dues magnituds amb una escala lineal, com si es tractés d'una cinta mètrica (0, 1, 2, 3, 4...), sinó que cal utilitzar escales logarítmiques per a la intensitat i escales octavades per a la freqüència (una escala octavada o d'octaves és una escala exponencial).

Figura 3. Camp d'audibilitat humana



Els humans podem percebre senyals de **freqüències** compreses entre els 20 Hz (o 16 Hz) i els 20.000 Hz (o 16.000 Hz). Per sota i per sobre d'aquests límits no hi sentim, és a dir, la nostra orella no percep els infrasons ni els ultrasons. Cada freqüència té un límit d'audició i de dolor diferent a les altres, amb la particularitat que el nostre sistema auditiu és poc sensible a les freqüències extremes (molt greus o molt agudes), i molt sensible a les centrals (sobretot a les incloses entre els 500 i els 4000 Hz).

Pel que fa a la **intensitat**, també hi ha uns límits fisiològics. Un so d'una determinada freqüència només el podem sentir si es produeix amb una intensitat inclosa entre un màxim i un mínim. Si és massa fluix i no arriba a la intensitat mínima audible, no el podem escoltar, i si, per contra, el so és excessivament fort, no el percebem com a so, sinó més aviat com a dolor.

Per exemple, si una persona és exposada a un so greu de 125 Hz, que té una intensitat de 20 dB, no el sentirà. Però si aquest so augmenta d'intensitat, quan arribi als 40 dB començarà a ser audible, i si continua augmentant, tindrà una sensació acústica progressivament i proporcional més forta, fins arribar als 120 dB, on aquesta sensació es convertirà en dolor.

El camp d'audibilitat té aproximadament la forma d'un ull obert. L'interior d'aquestes fronteres inclou tot allò que és audible per a una persona oïdora. La part central d'aquest camp representa la zona de conversa, on sonen les paraules. Veiem com l'audició i

la fonació estan lligades, pel que fa a la freqüència i la intensitat: produïm oralment allò que podem sentir bé. El sentit de l'oïda i els òrgans fonoarticulars estan fets l'un per a l'altre¹⁰.

En el cas de les persones sordes, el límit d'audició se situa per damunt del límit de les persones oïdors. Com més gran és el grau de pèrdua auditiva, més amunt se situa el límit d'audició, és a dir, cal que els sons siguin més intensos per poder començar a sentir-los. Si aquest límit és molt alt, la persona afectada no sentirà de manera efectiva les diverses freqüències conversacionals. Aquest fet explica perquè les persones amb problemes d'audició tenen tendència a parlar molt fort.

La salut del nostre aparell auditiu

Tal com hem esmentat a l'apartat de la ciència dels sons i dels sorolls, l'òrgan que ens possibilita percebre els sons és **l'orella**, la qual, a través d'uns complexos processos mecànics i neurosensorials, ens permet tenir sensacions auditives.

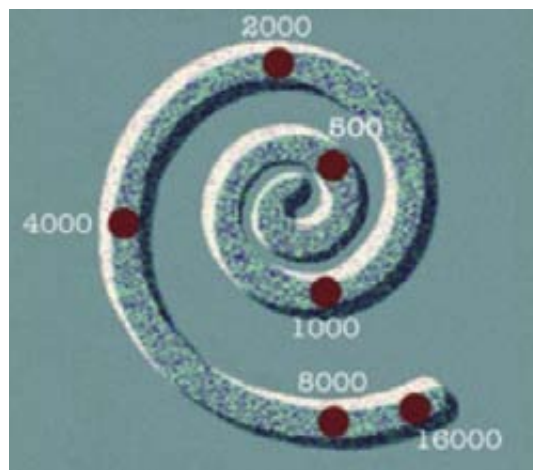
L'orella externa i la mitjana són les que duen a terme la captació i el processament mecànic de les ones sonores. A partir de l'orella interna, comença un procés més sofisticat, que consisteix a convertir el senyal acústic de tipus mecànic en impulsos nerviosos (de tipus electrofísic) i portar-los fins als centres sensorials del cervell. Qui juga un paper clau en aquest procés és la còclea



o cargol, on se situen les cèl·lules ciliades o auditives.

Quant a la salut de les nostres orelles, és important saber que cada freqüència sonora estimula només unes determinades cèl·lules ciliades, les **especialitzades** en aquella freqüència. Això pel que fa als tons purs. Els sons i sorolls de cada dia, com ara les paraules, estan compostes de multitud de freqüències, i fa que s'estimulin simultàniament diverses regions de la còclea. Aquesta especialització fa que, si a causa d'una exposició prolongada a un soroll intens, es produeix una lesió en una determinada regió de la còclea, aquella persona deixarà de ser sensible a aquelles freqüències que s'hagin vist afectades.

Figura 4. Esquema de les regions de la còclea especialitzades en determinades freqüències



Efectes del so sobre la salut

Hi ha sons que són considerats bells, hi ha paisatges sonors que ens corprenen. Diversos estudis¹¹ mostren que l'apreciació de la bellesa té un impacte en els nostres estats emocionals i que l'experiència artística pot millorar la qualitat de vida de les persones. Així doncs, podríem afirmar que els sons bells també tenen aquesta potencialitat. Entenem que els sons bells i agradables són aquells que no fan mal a l'oïda i, per tant, que s'escolten a la intensitat adequada.

Envoltar-nos de **sons bells** pot ser una experiència d'allò més gratificant i saludable.

En l'àmbit de la música, més concretament, ja des de l'antiguitat, es té constància de documents que parlen d'aquest art com

un agent capaç de guarir el cos i de calmar la ment.

Tot i que es necessiten més estudis rigorosos per extreure conclusions fermes sobre la seva efectivitat, la musicoteràpia recull aquestes premisses i ha esdevingut una tècnica cada vegada més utilitzada en alguns camps de la salut.

A través de la música i dels elements musicals, com ara el so, el ritme, la melodia i l'harmonia, es busca satisfer les necessitats físiques, mentals, emocionals, socials i cognitives de les persones, i incidir directament en la millora de la seva salut¹². Es pretén aconseguir benestar emocional, i alhora millorar la salut física, la interacció social, les habilitats comunicatives i la capacitat cognitiva de les persones.

Tots aquests avantatges que comporta la musicoteràpia s'empren per millorar la capacitat d'aprenentatge dels infants. En aquest sentit, és remarcable el mètode pedagògic musical de Carl Orff (més conegut com a compositor de l'òpera *Carmina Burana*). Orff basa el seu mètode en els ritmes del llenguatge, perquè per a ell les paraules són una rica font d'elements rítmics, dinàmics i expressius, que, conjuntament amb el cos, proposen la vivència de la conjunció paraula-cos-moviment.

Si es parla de sons, no es pot oblidar el silenci. També té efectes beneficiosos per a la salut. El silenci ens connecta amb nosaltres mateixos i pot ajudar a relaxar-nos, i també fa possible una bona comunicació.

Efectes del soroll sobre la salut

Com que les ones sonores són invisibles i no deixen rastre, poden semblar inòcues, però estar exposats contínuament al soroll té efectes sobre la salut de les persones.

Els sons representen el 70% dels estímuls que rep el cervell (tan sols podem registrar el tacte d'una cosa o dues al mateix temps, i mirar en una sola direcció) i, a més, són estímuls que no es poden evitar. Per aquest motiu, parlar sobre la salut en relació a la contaminació acústica té una importància especial¹³.

En gran part dels ambients on es desenvolupa l'activitat humana, la població normalment no es troba exposada a un únic soroll. Als entorns urbans, per exemple, les persones conviuen amb una combinació de sons que provenen dels cotxes i les motos, dels locals d'oci, del transport públic o del veïnatge. Els efectes negatius per a la salut semblen estar lligats a l'exposició total del soroll que prové de fonts múltiples i no d'un únic soroll.

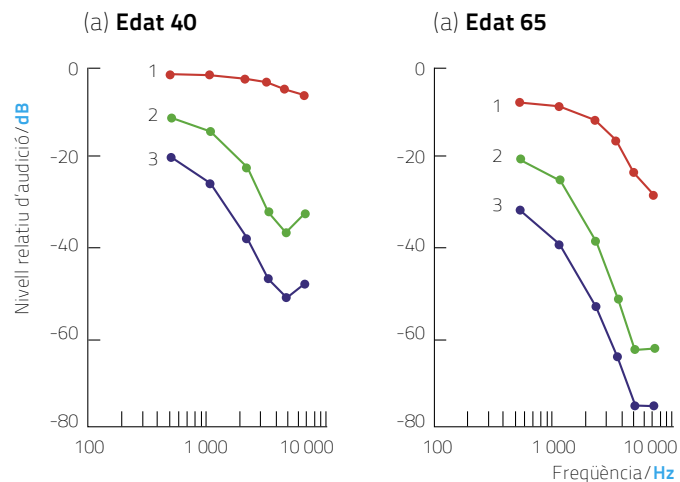
Malgrat que la percepció del soroll és subjectiva, existeix una valoració mitjana de les sensacions que produeix un so en funció de la seva intensitat, que s'exemplifica en la taula següent:

Font sonora	Nivell de dB(A) ¹⁴	Valoració subjectiva
Avió comercial enlairant-se, a 100 m	130	Llindar de sensació de dolor
Sala de màquines dels vaixells	120	Ensordidor
Cotxe a 100 km/h o clàxon d'autobús	100	Molt fort
Camió arrencant, a 10 m	95	Molt fort
Motocicleta accelerant	90	Molt fort
Carrer amb molt trànsit	80	Fort
Carrer amb trànsit normal	70	Fort
Conversa normal	50-60	Moderat
Carrer solitari de nit	40	Feble
Brisa suau / remor de fulles	15	Feble

Font: Àrea de Medi Ambient. Ajuntament de Barcelona. I Repercussió de la contaminació acústica en la salut de les persones (Agència de Protecció de la Salut de la Generalitat de Catalunya, 2010), dades extretes de WHO Guidelines for community noise, 2000.



Figura 5. Audiografia de gent de diferents edats i sota diferents condicions d'exposició al soroll



(1) després de no haver estat exposat a soroll, (2) després d'una exposició prolongada a un soroll de 96 dB i (3) després d'una exposició prolongada a 105 dB.

Eix abscisses: Freqüències d'exposició.

Eix coordenades: Pèrdues de decibels en relació a l'eix 0, que representa el llindar normal. Font: Salters-Homers (2009)

Pel que fa a la salut, l'exposició puntual a fonts de soroll molt fortes o l'exposició continuada a fonts sorolloses afecta les persones tan físicament com psicològica. Segons l'OMS¹⁵(1999), els efectes més importants que cal tenir en compte són els relacionats amb la pèrdua d'audició, el trastorn de la son, la interferència en la comunicació, els problemes cardiovasculars i psicofisiològics, la reducció del rendiment, la molèstia i els efectes sobre el comportament social.

El quadre anterior mostra que viure en ciutats amb un trànsit rodat intens comporta estar sotmès a un nivell de soroll força molest i perjudicial per a la salut. La contaminació acústica és un dels "mals" del segle XXI.

Estar exposats a aquests nivells de soroll en el nostre dia a dia fa que l'orella se'n senti i s'acceleri el seu envelliment. No hem d'oblidar una dada prou significativa: l'orella interna disposa d'unes 3.500 cèl·lules ciliades que permeten detectar els sons. Malgrat que ens poden semblar moltes, comparades amb els milions de cèl·lules de la vista, són realment molt poques, i qualsevol pèrdua, per petita que sigui, ens afectarà notablement. Quan aquestes cèl·lules es perden, es moren, ja no es regeneren. Per tant, els efectes del soroll sobre l'audició són acumulatius al llarg de tota la vida.

Els nivells a partir dels quals es poden produir efectes nocius o indesitjables són els següents:

Efectes nocius	Límit en dB(A)
Dificultat per conciliar la son	30
Dificultat en la comunicació verbal	40
Probable interrupció de la son	45
Malestar diürn moderat	50
Malestar diürn fort	55
Comunicació verbal extremadament difícil	65
Pèrdua d'audició a llarg termini	75
Pèrdua d'audició a curt termini	110
Llindar del dolor	140

Font: Agència de Protecció de la Salut de la Generalitat de Catalunya (2010), dades extretes de WHO Guidelines for community noise, 2000.

Segons dades de l'OMS (1999), al voltant del 40% de la població europea està exposada durant el dia al soroll del trànsit en uns nivells que superen els 55 dB(A), i el 20% està exposada a més de 65 dB(A). A la nit, el 30% de la població està exposada a nivells per sobre de 55 dB(A), fet que provoca trastorns de la son.

Tots aquests efectes, per tant, alteren la vida social, i poden modificar la nostra relació amb l'entorn. Si no es dorm bé, augmenta la irritabilitat. Si un soroll pertorba, disminueix la capacitat de concentració. Això té especial rellevància en les escoles, on un

ambient sorollós pot afectar negativament la capacitat d'aprenentatge dels infants i adolescents. Si als espais exteriors (carrers i places) o interiors (restaurants o altres espais de lleure) no es pot mantenir una conversa a causa del soroll, les relacions socials se'n ressenten. Si el soroll irromp a les llars, s'incrementa l'agressivitat i la inquietud. Així doncs, el soroll disminueix la qualitat de vida.

Els **efectes del soroll sobre l'audició** abasten la majoria de persones. La pèrdua de capacitat auditiva (disminució de la capacitat de sentir els sons) es defineix com un augment del llindar d'audició que pot anar acompanyat de bronzits a l'orella. Si aquesta pèrdua és temporal, estem parlant de fatiga auditiva, i l'audició es recupera després d'un temps de descans sonor. De fet, seria la resposta fisiològica de protecció de l'orella a sons d'intensitat elevada, de més de 90 dB.





Les freqüències afectades són les properes a les del soroll exposat, i sovint són les baixes. A més, com més gran és el temps d'exposició, més ample és l'espectre de freqüències afectades¹⁶.

D'aquest fenomen, n'és conscient qual-sevol persona que, per exemple, després d'haver estat en una sala de màquines o enmig d'unes obres al carrer, experimenta durant una estona dificultats per mantenir una conversa i té la sensació de tenir les orelles tapades. Si aquests episodis es repeteixen de forma continuada durant un temps d'exposició llarg poden provocar lesions irreversibles, és a dir, sordesa.

L'exposició a sorolls continus de 85 a 90 dB pot portar a la pèrdua auditiva progressiva (els 85 dB es poden donar en un car-

rer molt transitat). La causa més important d'aquest efecte és l'exposició ocupacional, encara que altres fonts de soroll, particularment el soroll recreatiu, pot produir dèficits significatius. Els nens són més vulnerables que els adults en la discapacitat auditiva induïda.

L'OMS (1999) sosté que la pèrdua de capacitat auditiva és el risc laboral irreversible més freqüent i calcula que mundialment afecta 120 milions de persones. La principal conseqüència social d'aquest efecte és la incapacitat per poder escoltar les converses quotidianes, fet que no està exempt de problemes personals i socials. Així, els efectes del soroll que més ens afecten com a societat són els **danys psicosocials** que se'n deriven. L'OMS els defineix com a efectes psicològics, que van acompanyats normalment de símptomes físics, i els resumeix en els següents:

Danys psicosocials del soroll

Dificultat de comunicació
Pertorbació del descans i del repòs
Alteracions del son nocturn
Disminució de la capacitat de concentració (lectura, atenció, resolució de problemes, memorització)
Malestar, ansietat, estrès
Comportament agressiu: per sobre dels 80 dB

Font: Agència de Protecció de la Salut de la Generalitat de Catalunya (2010), dades extretes de WHO Guidelines for community noise, 2000.

El soroll també pot provocar alteracions a òrgans diferents del sistema auditiu. Aquests efectes poden estar potenciats si es presenten conjuntament amb altres factors, com per exemple la contaminació atmosfèrica. A la taula següent en trobem un resum.

Sistema afectat	Efecte
Sistema nerviós central	Respostes reflexes i alteracions en l'electroencefalografia
Sistema nerviós autònom	Dilatació pupil·lar
Aparell cardiovascular	Alteracions de la freqüència cardíaca i hipertensió arterial
Aparell digestiu	Alteracions de la secreció gastrointestinal
Sistema endocrí	A partir de nivells de 60 dB(A), s'observen alteracions de certes hormones, com ara l'adrenalina i el cortisol
Aparell respiratori	Alteracions del ritme respiratori
Aparell reproductor	Alteracions menstruals, baix pes en néixer, prematuritat, riscos auditius al fetus
Gestació	
Òrgan de la visió	Estretament del camp visual i problemes d'acomodació
Aparell vestibular	Vertígens i nistagmes

Font: Agència de Protecció de la Salut de la Generalitat de Catalunya (2010), dades extretes de WHO Guidelines for community noise, 2000.

En general, per evitar estar en contacte amb la contaminació acústica, les persones modifiquem la nostra conducta i els nostres hàbits, i evitem anar a aquells indrets espe-

cialment sorollosos, posem finestres dobles a les cases, recorrem a fàrmacs per poder conciliar la son o bé ens aïllem del soroll ambiental amb l'ajuda d'uns auriculars. És important protegir-se del soroll sense posar en risc la salut.

Per mirar de reduir l'exposició al soroll en l'àmbit laboral, existeixen una sèrie de disposicions que cal adoptar sobre la font que emet el soroll, sobre la propagació del soroll i sobre els treballadors i treballadores que el reben¹⁷. Entre aquestes disposicions destaquen mesures tècniques, la vigilància de la salut i la formació i informació als treballadors. Actuacions com l'ús de protectors auditius, els horaris restrictius, la rotació de llocs de treball o les cabines insonoritzades són importants per minimitzar-ne els riscos. Tant els treballadors com les empreses han d'actuar amb responsabilitat.





Tal com hem esmentat en l'apartat de l'entorn, molts paisatges sonors s'han deteriorat. Quan en una ciutat ja no som capaços de sentir les nostres passes en caminar és que l'espai auditiu s'ha reduït tant que ja no el podem considerar humà, el soroll ha aconseguit crear una paret sonora que ens fa sords al nostre entorn. I aquest fet passa a força ciutats¹⁸.

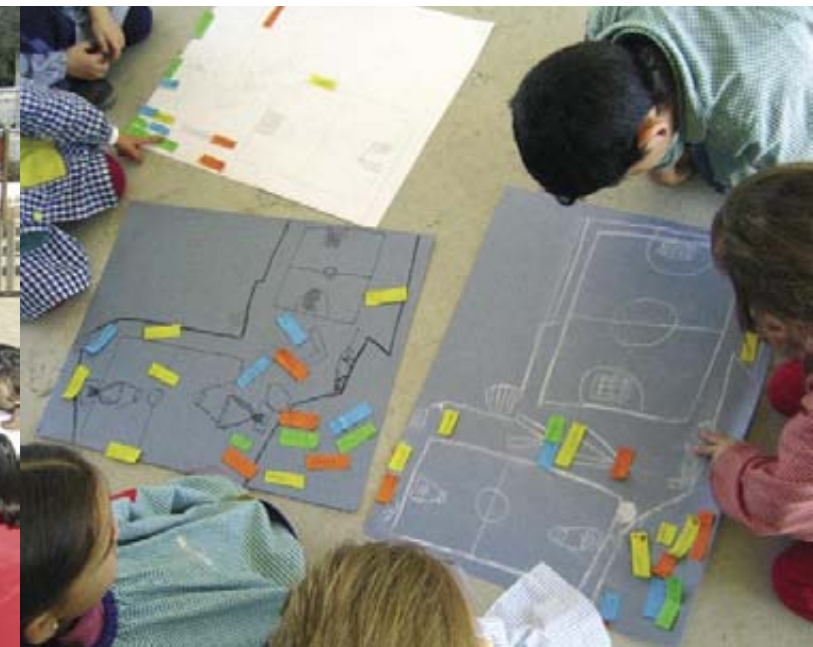
Bloquejar el soroll ambiental a través de la música dels auriculars és fer ús d'un perfum acústic, és a dir, és emprant un paisatge virtual per controlar l'entorn sonor. Sovint aquest control es tradueix en augmentar el volum de la música fins que no s'escolta el soroll exterior. Si al carrer hi ha entre 65 i 70 dB(A), el nivell de so s'haurà de pujar fins als 90 o 95 dB(A) com a mínim, per gaudir d'una audició raonable. Aquests nivells elevats poden ser causa d'un desgast accentuat

de l'oïda, sobretot si ens acompanyen durant un període ininterromput de temps¹⁹. Diversos estudis demostren que la pèrdua de capacitat auditiva dels joves sembla que és una evidència a la nostra societat²⁰. Un estudi realitzat entre joves de 18 a 27 anys pel Centre de Desenvolupament Acústic de l'Escola d'Enginyeria i Arquitectura de La Salle de Barcelona, el 2001, ha demostrat que fins al 50% dels nois i noies analitzats tenen lesions auditives: el 33% lleus, i el 17% greus.

Una altra qüestió és la que fa referència als grups més vulnerables al soroll. Aquests grups inclouen persones que pateixen una malaltia crònica o una malaltia mental, persones amb dificultats en la cognició, infants que estan en l'etapa d'aprenentatge del llenguatge o l'escriptura, nounats i gent gran. Aquestes poblacions s'adapten pitjor a l'impacte de l'exposició al soroll i tenen un risc més gran de patir els seus efectes nocius²¹.

L'exposició constant als sorolls fa perdre la capacitat per degustar els petits sons, aquells que fan la nostra vida més plaent. Vivint en ciutats sorolloses es pot arribar a perdre la capacitat per identificar sons agradables o sons desagradables, independentment de la seva qualitat²².

La desfiguració dels sons de les ciutats, com a conseqüència dels mitjans d'amplificació i per l'hàbit d'escoltar només allò que sobresurt per intensitat, ens ha convertit en societats menys sensibles auditivament. Tenim menys voluntat per escoltar, i sense aquesta intenció ja no sentim, o sentim menys.



No s'ha de perdre la sensibilitat auditiva si el que realment es vol és gaudir d'una millor qualitat de vida, d'unes relacions socials més riques i d'uns paisatges sonors que expressin realitats més humanes i saludables.

La prevenció del soroll, com en tots aquells factors ambientals que afecten la salut, és el millor instrument per prevenir mals majors.

Cap a una educació auditiva

Per conservar i potenciar la sensibilitat auditiva, és molt important educar auditivament els infants i els joves.

Cal estimular-los en l'escolta de sons saludables i ensenyar-los a identificar i rebutjar els que són hostils. És una de les finalitats de l'educació auditiva²³. Cal sensibilitzar en pràctiques sanes d'escolta, com ara aprendre a gaudir del silenci, dels sons dèbils, dels sons de la natura...

Conèixer sonoritats d'altres èpoques, àmbits i regions pot ajudar a comprendre la sonoritat actual. Si s'experimenta i s'educa el sentit de l'oïda perquè sigui crític i sa, els infants i els joves podran desenvolupar el seu criteri personal sonor.



¹ Organització Mundial de la Salut. 1986. *Carta d'Ottawa per a la Promoció de la Salut*. <http://www.paho.org/spanish/HPP/OttawaCharterSp.pdf>

² SCHAFER, R. M. 1969. *El nuevo paisaje sonoro*. Buenos Aires: Ricordi Americana.

³ ESPINOSA, S. 2006. *Ecología acústica y educación: bases para el diseño de un nuevo paisaje sonoro*. Barcelona: Graó. Monografías de educación ambiental, 11.

⁴ SCHAFER, R. M. 1969. *El nuevo paisaje sonoro*. Buenos Aires: Ricordi Americana.

⁵ ESPINOSA, S. 2006. *Ecología acústica y educación: bases para el diseño de un nuevo paisaje sonoro*. Barcelona: Graó. Monografías de educación ambiental, 11.

⁶ En català sovint hi ha confusions entre l'orella i l'oïda. Segons l'Enciclopèdia Catalana (<http://www.enciclopedia.cat/>), s'entén per orella l'òrgan dels animals que permet de detectar les vibracions produïdes en el medi, tant si aquest és fluid com sòlid. L'oïda, en canvi, és el sentit pel qual hom percep els sons. Aquesta percepció constitueix l'audició i té lloc mitjançant l'òrgan corresponent, l'orella.

⁷ MITZELFELT, R. 1996. *Albuquerque's environmental story*. Environmental topic: noise www.cabq.gov/aes/s5noise.html. Albuquerque, NM, City of Albuquerque.

⁸ MONLLOR, N; RICO, L. 2003. "Efectes nocius del soroll sobre la salut mental". SAM: Suport a la gestió Ambiental d'activitats en el Municipi, núm. 9, p.65-70. <http://www.diba.cat/mediambient/pdf/sam9.pdf>

⁹ LLOMBART, C. 2007. *Tinc un alumne/a sord/a a l'aula*. <http://www.xtec.cat/~cllombart/>

¹⁰ LLOMBART, C. 2007. *Tinc un alumne/a sord/a a l'aula*. <http://www.xtec.cat/~cllombart/>

¹¹ Els doctors M. DIERSSEN, M. NADAL, V. FURIÓ i F. TORRALBA han realitzat investigacions sobre la noció de bellesa, l'evolució del cervell humà i l'apreciació de les formes belles i el seu impacte en els estats emocionals.

¹² BRUSCIA, K. E. 1999. *Modelos de improvisación en musicoterapia*. Vitoria: AgrupArte Producciones.

¹³ MONLLOR, N; RICO, L. 2003. "Efectes nocius del soroll sobre la salut mental". SAM: Suport a la gestió Ambiental d'activitats en el Municipi, núm. 9, p.65-70. <http://www.diba.cat/mediambient/pdf/sam9.pdf>

¹⁴ Ponderació A: segons la resposta de l'oïda humana.

¹⁵ Organització Mundial de la Salut (OMS). 1999. <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsci/e/fulltext/ruido/ruido2.pdf>

¹⁶ Agència de Protecció de la Salut. 2010. Repercussió de la contaminació acústica en la salut de les persones. Jornada sobre la contaminació acústica, 28 d'abril de 2010.

¹⁷ A l'Estat espanyol, el Reial decret 286/2006, sobre la protecció de la salut i la seguretat dels treballadors exposats al soroll, regula aquest àmbit.

¹⁸ TRUAX, B. (ed.). 1978. *Handbook for acoustic ecology*. Burnaby, Canada: Aesthetic Research Centre.

¹⁹ El Comitè Científic de Riscos Sanitaris Nous i Emergents de la UE assegura que escoltar música amb auriculars més d'una hora al dia a la setmana a un volum alt (més de 89 dB), durant al menys 5 anys, comporta un risc de pèrdua auditiva permanent i altres danys. <http://ec.europa.eu/health/opinions/en/hearing-loss-personal-music-player-mp3/index.htm>

²⁰ BARTÍ, R. 2001. *Els Joves. Sords en potència?* http://www.sorolls.org/docs/joves_sords.pdf.

²¹ MONLLOR, N; RICO, L. 2003. "Efectes nocius del soroll sobre la salut mental". SAM: Suport a la gestió Ambiental d'activitats en el Municipi, núm. 9, p.65-70. <http://www.diba.cat/mediambient/pdf/sam9.pdf>

²² ESPINOSA, S. 2006. *Ecología acústica y educación: bases para el diseño de un nuevo paisaje sonoro*. Barcelona: Graó. Monografías de educación ambiental, 11.

²³ ESPINOSA, S. 2006. *Ecología acústica y educación: bases para el diseño de un nuevo paisaje sonoro*. Barcelona: Graó. Monografías de educación ambiental, 11.





Proposta d'activitats

Sons, sorolls i cultura



Idees clau

1. Les cultures tenen una **història sonora** que s'explica a través dels sons associats a cada una de les **realitats**. Els sons dels entorns culturals i naturals conformen un **paisatge sonor**.
2. La música, les paraules, els xiulets, els tambors, les banyes, els cargols marins, les campanes, fins i tot els telèfons mòbils... s'han emprat des del principi de la humanitat per satisfer les necessitats **d'expressar-se i de comunicar-se**.
3. **Percebre, escoltar i comprendre** els sons que ens envolten ens permet **conèixer i interpretar millor l'entorn** en el qual vivim, donar-li un **valor** i despertar el desig de millorar-lo.

Activitats suggerides

A partir dels 3 anys

-))) **Evoquem escenes sonores viscudes**
Després de visitar un entorn natural o urbà, entre tots recordem i reproduïm els sons escoltats, i ho fem a través de la veu, el cos, els instruments o els materials quotidians: els sons del bosc, del port, del parc, fenòmens atmosfèrics, mitjans de transport, oficis... *Quins sons ens agraden i quins ens desagraden? Per què?*
-))) **Expliquem una història només amb sons¹**
Escollim un conte que tots puguem reconèixer i l'expliquem només amb sons produïts amb la veu, el cos o amb objectes quotidians. *De quina història es tracta? Amb un petit grup construïm una breu història sonora, després d'escoltar-la, els altres nens i nenes l'expliquen amb paraules.*
-))) **Gaudim escoltant música**
Triem música que ens agradi i creem entre tots un bon ambient d'escolta. Triem fragments curts per escoltar, i comencem a reproduir-los amb la nostra veu, ja que la veu és un instrument especialment càlid. Després anirem ampliant cap a música instrumental en directe o bé música enregistrada. Podem dramatitzar les audicions que ens hagin agradat més. *Quina música ens ha fet moure més? Quina ens ha posat més contents?*
-))) **L'hora del conte**
Escollim contes en què la música, els sons i/o els sorolls siguin els protagonistes i els relatem als infants. Entre tots, en reproduïm els sons i sorolls en el moment oportú.

))) Quins són els sons més característics de la nostra llar? I del parc on anem habitualment?

Escoltem i identifiquem sons d'objectes quotidians, prèviament enregistrats. Per exemple: el so de la cisterna del wàter, d'una porta que s'obre, d'una cullera que remena, de l'aigua de l'aixeta, del telèfon, del despertador, de l'aspiradora... Després identifiquem quin objecte és el que sona i a quin espai de la casa pot estar. També ho podem fer amb sons enregistrats a la natura, al barri, al parc on anem habitualment... Si fem fotos o dibuixos dels objectes o animals, un cop reconeguts, les podem mostrar i fer un mural per classificar les imatges dels diferents espais. Si animem els infants a agrupar les imatges, és possible que els agrupin per altres categories: els sons forts i fluixets, els que sonen al matí ...

))) Els quatre elements i la música²

Creem entre tots el follet de la Terra, la fada del vent, la fada de l'aigua i la fada del foc. Aquests personatges imaginaris ens explicaran quins són els quatre elements de la natura (terra, vent, aigua i foc), on els podem trobar (als boscos, als rius, a l'aire, als volcans...) i quin ús en fem les persones. Podem acompanyar l'explicació amb la cantata *Els quatre elements*, d'en Francesc d'Assis Pagès. El follet de la Terra ens deixarà sorra i pedres a la classe, i altres elements de la terra amb els quals podem fer música. I podem veure la relació entre la dimensió de les pedres i el so que fan. La fada del vent ens hi deixarà instruments que necessiten aire per sonar, i podem practicar el control de l'emissió de l'aire. La fada de l'aigua ens hi deixarà un pal de pluja. Podem explorar com sona i fer-ne un. I la fada del foc, papers de cel·lofana. Si els explorem, podem descobrir el so del foc. *Quin element utilitzem més cada dia? Sempre sona de la mateixa manera?*

))) La postal sonora³

Portem una fotografia o un dibuix d'una escena que ens agradi i busquem sons per crear la seva banda sonora. Els sons els podem reproduir a partir d'elements o d'objectes quotidians, la nostra veu, el cos... També podem llegir un fragment d'un llibre, d'una poesia o d'un escrit fet pels infants, cercar-hi els sons i sorolls descrits, els sobreentesos, els col·lectius o els individuals, reflexionar sobre la provinença o reproduir-ne el so i fer efectes sonors.

))) Com sona avui el carrer i com sonava abans?

Fotografiem el nostre carrer o el nostre barri i registrem-ne els sons. Busquem fotografies antigues del nostre barri i pensem com sonava la vida que s'hi mostra. Podem buscar els seus sons a: <http://www.catpaisatge.net/paisatgesonor/elspaisatges.php> o bé buscar cançons d'oficis o preguntar als nostres avis i àvies. *Quins sons han desaparegut? Quins voldríem conservar? Per què? Actualment, s'escolta cantar els veïns al carrer?*

))) Quines cançons coneixem?⁴

Escollim unes quantes cançons populars catalanes i cançons d'altres països, conegudes pel grup-classe. Entre tots n'expliquem el significat i traduïm al català aquelles que són d'un altra llengua. Aprenem a cantar-les amb la seva llengua original. Busquem informació del país d'origen de cada cançó, preparem una exposició d'aquell país i convidem els pares i mares a participar-hi. *Quines semblances tenen les lletres de les diferents cançons?*

))) Dites dites

Entre tots, fem memòria de les dites que recordem i les provem de dir jugant amb les emocions (expressant tristesa, eufòria, enuig) i amb el ritme (rapidesa, lentitud...). Les podem registrar i després escoltar-les per fer-ne una anàlisi. *Hem comunicat allò que volíem comunicar? Com expressem amb la nostra veu la tristesa?* Podem aprofitar la diversitat cultural del grup-classe per observar com cultures diferents pronunciem els sons de diferents maneres, i potser també les emocions.

))) Imaginem un nou paisatge sonor

Imaginem-nos a quin paisatge natural o urbà voldríem estar i creem una presentació digital amb imatges, vídeos, comentaris literaris i sons que el defineixi. Exposem-la al grup-classe. *Quin paper podem exercir nosaltres perquè aquest paisatge desitjat sigui possible, com a coautors que en som? Coneixeu realment un paisatge com aquell?*

))) Musiquem una pel·lícula⁵

Triem un fragment d'una pel·lícula i el visualitzem sense so. Analitzem l'acció que hi passa i intentem posar-hi els efectes sonors o la música a partir de la nostra veu, instruments, objectes quotidians, músiques diverses... Després, escoltem l'original i comparem. *Quins canvis hi percebem? Quines característiques tenen els sons d'una escena romàntica? I els d'una escena de por i suspens?*

))) Paisatges sonors que desapareixen⁶

Farem una petita recerca sobre aquells paisatges sonors de Catalunya que han desaparegut (camps poblats de pagesos, ports de pescadors, fonts, complexos industrials) o que estan amenaçats de desaparèixer (els podem enregistrar). Portem a classe aquests paisatges amb fotografies. *Quins són els seus sons? Qui els feia? Quina realitat social hi havia al darrere? Quina és la causa de la seva desaparició? Quina importància pot tenir la seva desaparició per a la societat?* Posem en comú les nostres descobertes i provem de trobar una relació entre els paisatges desapareguts o que són a punt de desaparèixer.

))) Uau!, glups!, uf!⁷

Evoquem entre tots quines onomatopeies coneixem i quin significat tenen. Portem còmics a classe, cerquem les onomatopeies i analitzem les possibilitats expressives d'aquesta forma de comunicació. Després, podem explicar una rondalla o un sentiment amb onomatopeies ja conegudes, o provar d'inventar-nos-en de noves. *Tots els idiomes fan servir les mateixes onomatopeies?*

))) Com sonem tots junts?

Cadascú escull un so que pugui fer amb el seu cos o amb un material (picar de mans, xiular, rebregar un paper) i el practica durant uns minuts. Després el presenta a tot el grup. Un cop fetes totes les presentacions sonores ens haurem de posar d'acord per crear una composició col·lectiva amb tots els sons. Caldrà aprendre a escoltar el nostre so i el dels companys, i a organitzar-nos fins que ens agradi la música que estem creant. *Quan sonem millor? Per què?* Podem fer el mateix, però posant condicions a l'hora d'escollir com produïm els sons (només amb les mans, només amb la veu), o provar d'expressar una emoció i que els companys l'endevinin.



¹ Activitat desenvolupada a ESPINOSA, S. (2006). *Ecología acústica y educación*. Editorial Graó. Barcelona. Pàgina 172. Joc 8.

² Activitat desenvolupada a la revista *Guix*, núm. 320. Equip d'educació infantil del CEIP Puig d'Agulles. Desembre 2005 "Natura, naturalment": els quatre elements. Pàg. 23-30.

³ Activitat desenvolupada a IRRSAE Piemont. *Educació Artística. Propostes Didàctiques*. Barcelona, 1994. Eumo Editorial. Pàgina 159.

⁴ Activitat desenvolupada a la revista *Guix*, núm. 315. Grau, Montse. Música, pau i interculturalitat. Juny 2005. Pàg. 69-73. Web.<http://www.xtec.es/sgfp/licencias/200203/memories/mgrau/Web/index2.htm>

⁵ A la revista *Guix* núm. 320 hi ha recollida una experiència similar. Bonal, Ester. Un procés de creació en una escola de secundària. IES Miquel Tarradell, Barcelona. Revista *Guix*. Núm. 320. Pàg. 31-38. Desembre de 2005. Treballen la mort i la seva expressió a través de diferents llenguatges artístics.

⁶ Activitat desenvolupada a ESPINOSA, S. (2006). *Ecología acústica y educación*. Editorial Graó. Barcelona. Pàgina 173. Joc 9 i 10.

⁷ Activitat desenvolupada a IRRSAE Piemont. *Educació Artística. Propostes Didàctiques*. Barcelona, 1994. Eumo Editorial. Pàg.164-168.

Sons, sorolls i entorn



Idees clau

1. La **contaminació acústica** es produeix quan s'afegeix un soroll al medi, per sobre dels límits saludables.
2. La **regulació dels sorolls** es concreta institucionalment a través d'estratègies i normatives de prevenció i correcció.
3. Els **éssers vius produeixen sons**, i n'hi ha que poden **alterar la qualitat acústica** tant dels entorns urbans com dels naturals.

Activitats suggerides

A partir dels 3 anys

))) Atrapem els sons¹

Portem a l'aula pots de vidre i sortim a atrapar els sons i sorolls de l'entorn: els de l'aula, el pati, el bosc, el parc... Després els etiquetem. De tornada a l'aula recordem els sons que hem atrapat i els dibuixem, és a dir, dibuixem allò que ens evoquen aquests sons. Podem utilitzar làmines transparents per dibuixar-los (els sons són transparents per als infants) i poder-los projectar amb un retroprojector al sostre de la classe. *Juguem a identificar-los? Què passa si en sobreposem dos? Com se senten? Quin sona més fort? I més fluixet? Quin sona més agradable?*

))) Teatralitzem els sons dels animals

Entre tots pensem quins animals coneixem i provem de reproduir el seu so amb la nostra veu. Després, cadascú escull aquell animal que més li agradi i el representem, amb so i moviment, tots junts a l'aula. Ens distribuïm per tot l'espai. Mentre els infants de la meitat del grup va fent el soroll de l'animal que ha escollit, els de l'altra meitat va recorrent l'espai provant de trobar a partir del so aquell animal que és igual al seu. *Hem trobat l'animal en funció del so? Hi ha sons d'animals que ens fan por? Quin ens agrada més? Coneixíem tots els sons dels animals que hem vist alguna vegada? On els hem vist?* També podem portar fotografies d'animals i esbrinar quin so fan.

))) Els sons que afegim al medi

Escollim mocadors de diversos colors i a cada color li associem una acció diferent: estar en silenci, parlar fluixet, parlar normal, parlar fort, cantar, xiular, bufar... Quan agafem un mocador determinat hem de fer l'acció que li correspon. *Quin mocador escolliríem per estar a l'aula? I al pati? I a l'hora de dormir? Quin mocador hauríem d'utilitzar pel soroll dels cotxes que circulen pel nostre carrer?*

))) Exploració dels sons de la natura²

Anem a un entorn natural (bosc, platja, parc...) i n'escoltem els sons. Després els enregistrem i els tornem a escoltar. Classifiquem els sons segons si són d'animals, de fenòmens naturals (del vent, de l'aigua d'un riu...) o propis de l'activitat humana. *Quins hi predominen?* També podem inventar símbols per a cadascun dels sons (refilada d'ocells, xiuxiueig de fulles...) i crear una partitura sonora compartida amb aquests símbols. Provem d'executar-la entre tots i l'enregistrem. *Hi ha sons simultanis? El silenci hi apareix?*

))) Els ocells de la nostra ciutat

Dividim la classe en grups i cada grup escull un ocell que visqui prop de casa seva o que hagi trobat en un llibre amb fotos d'ocells. Busquem informació sobre què menja, on viu, si migra o s'està tot l'any amb nosaltres, com canta i què comunica amb els seus cants... i en fem un mural o un PowerPoint a classe. *Ens agraden els seus cants? Els sentim sovint? Com són els espais on trobem els ocells que hem escollit? Quina importància pot tenir per a nosaltres conservar aquests espais?*

))) Itinerari sonor

Des que ens llevem fins que arribem a l'escola anotem (i si fos possible enregistrem) tots els sons que escoltem. Després provem de plasmar-los en un mapa on hi haguem dibuixat prèviament l'itinerari de casa a l'escola. *Quin és el primer so que hem escoltat al despertar-nos avui al matí? I l'últim abans d'anar-nos-en a dormir? Quin ha estat el soroll més fort? I el més bonic?* Podem repetir l'experiència durant uns quants dies i destacar els punts més sorollosos i els més plaents del nostre itinerari diari.

))) Com sona el barri?³

Dividim la classe en grups i cada grup s'encarrega d'enregistrar els sons d'una zona del barri i mesurar-los amb un sonòmetre. Anotem de cada so enregistrat les seves característiques (intensitat, llarg/curt, agut/greu...), les sensacions que ens transmet (agradable, molest, indiferent...) i la situació en la qual es produeix (qui el fa, perquè, la ubicació, l'hora...). Posem en comú tota la informació i provem de fer un mapa de soroll del nostre barri. *Diríeu que hi ha contaminació acústica en alguns llocs del nostre barri? Quins? Quines en són les causes?* Provem de buscar el mapa de capacitat acústica del nostre barri i, si el trobem, el comparem amb les nostres dades. *Què podríem fer per millorar la qualitat acústica del nostre barri? Si fóssim l'alcalde, quines mesures hi prendríem?* Podríem redactar un breu informe, convidar el tècnic del barri responsable d'aquest tema i plantejar-li les nostres conclusions i suggeriments.

))) Al barri, els veïns es queixen del soroll?

Elaborem enquestes o formulem preguntes per fer entrevistes al veïnat del barri. Volem descobrir si els agrada acústicament el seu barri, poble o ciutat i si en canviarien alguna cosa. *Quins sons els molesten? Quins indrets troben més silenciosos? Quins són els espais més agradables per a ells? Per què? Com voldrien que fos el seu barri acústicament? Segons la seva opinió, què falta per aconseguir-ho?* Analitzem les respostes en funció del gènere i l'edat i intentem inferir les causes de les relacions que hi puguem descobrir. *Les demandes dels veïns estan reflectides en les normatives municipals o no?* Podem crear una bústia de suggeriments per recollir les demandes del veïnat.

))) El soroll a judici

Organitzem un judici a les causes que provoquen el soroll, a l'escola o al barri, i les jutgem. Els papers que cal repartir són els següents: jutge, advocat defensor (del soroll i/o de les seves causes), fiscal, jurat, testimonis a favor i en contra i fonts de soroll. Cadascú es posa en el seu paper i intenta, per torn, argumentar la seva posició i convèncer els advocats, el jurat i el jutge. *El soroll és innocent o culpable?* Ho decidirà el jurat. Finalment, el jutge decidirà quines mesures s'hauran de prendre.

))) Ecoauditoria sonora de l'institut⁴

Dividim la classe en grups i fem una ecoauditoria acústica de l'institut. Les fases de l'ecoauditoria són les següents:

1. Diagnosi de l'estat actual de l'institut: Recollim informació (mesurem el soroll ens diferents indrets, entrevistem el professorat i alguns alumnes...) i l'analitzem en funció dels espais i les hores i els valors de referència de l'ordenança municipal del nostre municipi. Compartim la informació amb el grup classe i busquem entre tots els punts febles del nostre centre.
2. Proposta de mesures de millora: *Què podem millorar i com?* Busquem informació d'altres centres que hagin fet ecoauditories i quines mesures han aplicat. N'analitzem les propostes i fem un balanç cost/benefici. Establim una llista de les mesures, degudament prioritzades.
3. Pla d'acció. Entre tots discutim quines mesures escollim, qui seran els responsables d'executar-les i de fer-ne un seguiment, quin serà el calendari que cal seguir. Fora bo involucrar-hi tota la comunitat escolar, en aquest procés.
4. Seguiment. Controlem que l'execució del pla es faci, n'avaluem els resultats obtinguts i en corregim els aspectes desavinents.

))) La diversitat del món sonor dels animals

Visionem el capítol *Veure-hi escoltant*, del programa de divulgació científica *Què, qui, com* de TV3 (<http://blogs.tv3.cat/quequicom.php?itemid=30755>), o un altre documental sobre animals i els seus sons. *Què ens ha sorprès? Coneixíem algun senyal sonor dels que hem vist? Com sona l'entorn on viuen? Està amenaçat el seu entorn per alguna activitat humana?* Pot ser interessant fixar-nos en l'ecolocalització dels ratpenats i els dofins, i relacionar-la amb el sonar.

Una activitat semblant es pot fer amb les pel·lícules *Nòmades al vent* o *Océanos*, de Jacques Perrin i Jacques Cluzaud.

))) Sons de sostenibilitat

Dividim la classe en grups, cada grup fa una petita investigació sobre les slow cities, les ciutats dels infants o sobre ciutats que desenvolupen l'agenda 21 local. *Quin model de societat hi ha al darrere d'aquestes iniciatives? Quins valors defensen? En coneixem algun exemple? Què podem dir de la seva qualitat acústica?* Podem fer una presentació en Power-Point i sonoritzar els resultats de la recerca. Intentem mirar llavors el nostre territori. *Camina cap a algun d'aquests exemples? Per què?*

))) Debat sobre els 80 km/h

A la ciutat de Barcelona s'ha generat un debat sobre la mesura d'obligar a circular a 80 Km/h. per les rondes d'aquesta ciutat. Busquem articles de diaris que en parlin i en fem una lectura utilitzant l'acrònim CRITIC⁵:

C- Consigna: Imagina't que has d'explicar aquest text a una company o a una companya en poques paraules. Què li diries?

R- Rol de l'autor: Per què et sembla que l'autor ha escrit aquest text?

I- Idees: Quines idees porten a l'autor a escriure aquest text (defensa de l'ecologia, seguretat vial, crear polèmica...).

T- Test: Què faries per comprovar si el que s'exposa al text té validesa?

I- Informació: Què et fa pensar que pots confiar en la validesa del text? (coneixement de l'autor, el tipus de revista, llibre o diari on ha sortit publicat).

C- Conclusions. En aquest text, què hi has après?

¹ Activitat desenvolupada a la revista *Infància* núm. 156. Desembre del 2007. Atrapem els sons? Pàg. 28-31. Majoral, Sílvia. CEIPM Parc del Guinardó.

² Activitat desenvolupada a IRRSAE Piemont. *Educació Artística. Propostes Didàctiques*. Barcelona, 1994. Eumo Editorial. Pàg. 250-251.

³ Consultar el manual de mesura sonomètrica de l'Ajuntament de Barcelona adreçat a les escoles, al web de l'Agenda 21 escolar, a l'apartat C3. Monogràfics: *Soroll. Documentació i recursos. Manual per a la realització de mesures de soroll*. <http://www.bcn.cat/agenda21/a21escolar/index.htm>

⁴ Al Servei de Documentació Ambiental es pot consultar com fer una ecoauditoria del centre educatiu. <http://scea.pangea.org/sdea.htm>. Consultar el manual de mesura sonomètrica de l'Ajuntament de Barcelona adreçat a les escoles, al web de l'Agenda 21 escolar, a l'apartat C3. Monogràfics: *Soroll. Documentació i recursos. Manual per a la realització de mesures de soroll*. <http://www.bcn.cat/agenda21/a21escolar/index.htm>.

⁵ L'acrònim CRITIC està més desenvolupat a PRAT, A; MÁRQUEZ, C.; MARBÀ, A. (2008). *Literacitat científica i lectura*. Temps d'educació. Núm. 34. Pàg. 67-82

La ciència dels sons i dels sorolls



Idees clau

1. El so és una **forma d'energia** provocada per la vibració d'un cos que es propaga mitjançant ones mecàniques a través d'un medi elàstic.
2. Conèixer les **propietats de les ones sonores** i com interaccionen amb el medi ens permetrà **gestionar el so- roll** en funció de les necessitats.
3. Els éssers vius tenen **sistemes de captació** de les ones sonores fruit de la seva adaptació al medi on es desenvolupa.

Activitats suggerides

A partir dels 3 anys

-))) **Com sona el nostre cos?**

Podem produir o bé identificar els sons del nostre cos: els externs, els interns, els voluntaris, els involuntaris, els forts, els fluixos, els que són gairebé imperceptibles... *Quins sons podem produir bufant? I tossint? I quan caminem? I si ens freguem les dues mans? Com sona el cor (escoltant-lo amb un estetoscopi)? Sona de la mateixa manera després de córrer una bona estona pel pati?* Un cop hem fet aquesta recerca podem provar d'organitzar un concert corporal.
-))) **D'on ve el so?**

Ens posem tots en rotllana i un infant es col·loca al mig amb els ulls tapats. Els que estem a la rotllana disposem de diferents instruments que farem sonar d'un en un, molt suament, quan se'ns indiquin. L'infant que té els ulls tapats ha d'endevinar d'on ve el so i senyalar o arribar fins a la font sonora. *És fàcil esbrinar d'on ve el so amb els ulls tapats? I si a més dels ulls tapats ens tapem una de les dues orelles? Podem escoltar? I si fem un con amb cartolina i ens l'acostem a l'orella (com l'aparell que utilitzaven antigament els sords)? Identifiquem millor d'on ve el so?* En lloc d'instruments, podem utilitzar les nostres veus, dient una frase o bé una onomatopeia. També podem amagar una capseta de música a classe i cal que la trobem mentre duri la corda.
-))) **Descobrim els sons dels papers¹**

Oferim tot tipus de papers (de seda, de cel·lofana, higiènic, de diari, pinotxo, etc.), posats de manera atractiva a l'aula. Explorem les diferents textures i sonoritats segons les característiques de cada paper o les accions que produïm amb ells: arrugar-los, trencar-los, estripar-los, picar-los, estirar-los. *Què ens evoca cada so?*
-))) **Explorant sons metàl·lics²**

Portem a classe diferents objectes i instruments de metall, i també pals de plàstic, fusta i metall per poder percutir. Els fem sonar i els escoltem. *Tremolen quan sonen? Dura molt o poc el so? Es poden aturar els sons? Amb què? Ens recorden un so conegut?* Provem de fer un collaret de sons metàl·lics, tocant un objecte, després un altre... en rotllana. *I si fem un campanar? Quins instruments o objectes hauríem d'escollir?*

))) **Construïm racons sonors al pati**

Les propostes sonores al pati són agradables, ja que no es contamina acústicament l'ambient i es converteixen en un espai ric en exploracions. En un racó del pati, hi podem construir:

- cortines sonores amb diferents materials (taps de suro, xapes, taps de plàstic, ampolles de plàstic, picarols, etc.)
- un *paellòfon* (penjant paelles de diferents mides en un d'aquells penjadors de roba que s'anomenen burres)
- un *testòfon* (penjant testos de diferents mides, com si fossin campanes en un arbre, tot posant una corda i una boleta de fusta per fer de batall),

I experimentar com sonen. *Quin racó sona més fluix? Quin més fort? De què depèn?*

Podem construir tot un ventall d'instruments amb materials de rebuig, existeix molta bibliografia per a aquest tema³.

))) **Em sento?**

Escoltar la pròpia veu és un experiment que agrada i sorprèn a totes les edats. Agafem un tub de plàstic d'1 metre de llarg, aproximadament, o una mànega molt llarga (fins i tot de 25 metres). En posem un extrem a l'orella, i per l'altre extrem parlem. *Ens reconeixem? També ho podem fer per parelles, i escoltar la veu del company a través del tub. Sona igual que quan ens parla sense fer-lo servir?* Aquesta activitat també la podem fer enregistrant les veus dels infants quan parlen o canten. *Podem identificar qui parla o qui canta?*

))) **Digui-digui**

Fabriquem telèfons amb pots de iogurt i llaunes de diferents mides. Per parelles, agafem dos recipients iguals i 10 metres de cordill. Fem un forat al fons dels recipients, passem el cordill pel forat i el nuem perquè no es deixi anar. El provem: mentre un parla, l'altre escolta. *Podem escoltar el nostre company? Funciona el telèfon si no tibem el cordill? Hi sentim millor amb les llaunes o amb els pots de iogurt? La mida dels recipients hi influeix?* Ens posem per grups de tres i, mentre dos parlen, el tercer recolza suaument un dit sobre el cordill tibat. *Què sent al dit? Com viatja el so d'una banda a l'altra del telèfon?* Experimentem amb diferents tipus de cordill (cànem, niló, filferro fi...) i amb diferents llargades.

))) **Ampolles musicals**

Agafem 7 ampolles de vidre idèntiques i les omplim amb diferents quantitats d'aigua. Les fem sonar (bufant o colpejant-les), i provem d'ordenar-les, de manera que la primera tingui el so més agut i l'última, el so més greu. Si les toquem successivament, hauria de sonar una escala musical. *De què depèn que les ampolles sonin diferent? Sonen igual si bufem o les percuïm? I si hi posem sorra en lloc d'aigua, com sonaran? I si pengem les ampolles d'un fil? Tindran el mateix so que si les recolzem sobre una superfície?*

===== A partir dels 10 anys

))) **El so, un viatger extraordinari**

Introduïm un objecte que emeti un so sostingut (telèfon mòbil, despertador...) dins d'un recipient de buit, d'aquests de cuina. El tapem i escoltem la intensitat del so de l'objecte que tenim a dins. Seguidament hi fem el buit amb la manxa i escoltem de nou. Com sona ara? Si poguéssim fer el buit total, què passaria? Deixem entrar aire una altra vegada. La intensitat del so augmenta? Si disposem d'un sonòmetre podem utilitzar-lo per mesurar la intensitat del so en cada cas. Podem representar la propagació del so amb una molla de joguina. La molla representa el medi (aire en aquest cas). La col·loquem horitzontal i donem cops a un dels extrems. Veiem com es propaga l'energia a través del medi. Podem veure a classe alguna escena de pel·lícules tipus Starwars, on les explosions a l'espai interestel·lar van acompanyades de sons ben forts. Pot haver-hi so a l'espai? Per què?

))) **Com podem augmentar la intensitat d'un so?**

Agafem un diapasó, el colpegem i escoltem el seu so a cau d'orella (o en mesurem la intensitat amb el sonòmetre). Tot seguit el tornem a colpejar, i el pressionem sobre la superfície d'una taula, d'una finestra, d'un plàstic rígid... Escoltem o mesurem de nou la intensitat del so. Per què ha augmentat? Podem fer el mateix experiment amb caixetes de música accionades per manetes, fer-les sonar primer a les nostres mans i després recolzades a la taula. Què esperem que passi?

))) **Quin material absorbeix millor el so?**

Mesurem amb el sonòmetre el so de qualsevol objecte que n'emeti un de sostingut, per exemple, un despertador. Tot seguit, col·loquem l'objecte dins una capsa de cartró, una de fusta i una altra de metall, sota un coixí, i l'emboliquem amb una tela de llana, etc. Amb quin material disminueix més la intensitat del so? Quin material podríem utilitzar per fer d'aïllant del soroll?

))) Com podem fer ballar una pilota de tennis de taula?

Agafem una pilota de tennis taula i la pengem d'un fil. Colpegem el diapasó i l'apropem a la pilota de ping-pong. *Què li passa a la pilota, quan hi apropem la dent del diapasó? Com és que la pilota es mou?*

))) Quins materials transmeten millor el so?

Lliguem una cullera al centre d'una corda. Enrotllem dues vegades cada extrem de la corda al voltant de la punta de cada dit índex. Sostenim la cullera suspesa a l'aire i demanem algú que la colpegi amb un llapis, una altra cullera... Escoltem. Tot seguit ens posem els dits a les orelles i ens inclinem cap endavant perquè la cullera no ens toqui el cos, de manera que pengi el cordill. Tornem a demanar que colpegin la cullera. *Hi ha alguna diferència entre el so que hem escoltat abans i el d'ara? Quina? Com arriba el so de la cullera fins a l'orella?* Podem provar de fer un experiment semblant enviant missatges a través d'una taula. Posem l'orella sobre la taula i amb les ungles la freguem. Després fem el mateix aixecant el cap. *Com hi sentim millor?*

))) Els problemes acústics d'un bar musical⁴

A partir de l'anàlisi fet pel CRECIM de la UAB, en el que s'estudia com atenuar el so a l'interior d'un local, podem fer una proposta des del grup-classe per tal d'aconseguir un bon aïllament acústic sense malmetre la qualitat del so dins del local. *En quines parts del local convé sentir millor el so? Com podem fer que el so arribi a tot arreu? Quines condicions fan que sentim el so a l'exterior? On s'han de situar els altaveus?*

))) Anàlisi i comparació de diferents sons⁵

Quan un altaveu sona o quan parlem, es produeix la vibració de la membrana de l'altaveu o de les cordes vocals. Analitzem les característiques de les ones sonores a partir d'un applet que trobarem en aquest enllaç:

http://phobos.xtec.cat/cdec/index.php?option=com_content&view=article&id=137%3Amaterials-de-suport-del-curs-recursos-didactics-de-fisica-i-quimica-a-leso&catid=14&Itemid=35

Provem de representar la nostra veu i enregistrar-la amb el programa Audacity. Analitzem com és el so de diferents instruments amb l'ajuda d'aquest programa informàtic.



¹ Activitat desenvolupada a Vila, Berta; Cardo, Cristina (2005). Material Sensorial (0-3 anys). Manipulación y experimentación. Biblioteca Infantil 8. Graó. Pàg. 113-114.

² Activitat desenvolupada a AA.VV. (2008). La música en la escuela infantil (0-6). Biblioteca Infantil núm. 23. Editorial Graó. Barcelona. Pàg. 76-77.

³ Vegeu per exemple Gordillo, Javier. (2003). Los materiales pobres enriquecen la música. Revista Eufonia 27. Versió electrònica o Akoschky, Judith. Cotidiáfonos. Instrumentos sonoros realizados con objetos cotidianos. Ricordi, 2001.

⁴ Aquesta activitat està desenvolupada en una proposta didàctica del CRECIM de la UAB. AA. VV (2006). Propietats acústiques dels materials. Centre de Recerca per a l'Educació Científica i Matemàtica (CRECIM) Universitat Autònoma de Barcelona. http://crecim.uab.cat/documents_matsci_UD/modul_acustica_versio1.pdf

⁵ Aquesta activitat, la podem trobar completa a http://phobos.xtec.cat/cdec/index.php?option=com_content&view=article&id=137%3Amaterials-de-suport-del-curs-recursos-didactics-de-fisica-i-quimica-a-leso&catid=14&Itemid=35

Sons, sorolls i salut



Idees clau

1. Socialment, el **soroll** no és altra cosa que un so molest, un so no desitjat per qui el sent.
2. L'exposició puntual a fonts de soroll molt fortes o l'exposició continuada a fonts sorolloses afecta la **salut de les persones i la seva qualitat de vida**.
3. **Educar la sensibilitat auditiva** capacita les persones a escoltar els sons saludables i a rebutjar aquells que ens són hostils.

Activitats suggerides

A partir dels 3 anys

))) Per sentir-hi millor

Construïm amb una cartolina un con i ens el posem a l'orella. La mestra en apropa un rellotge de tic-tac a l'obertura de la cartolina. *Com sentim millor, amb la cartolina o sense?* Provem de fer els cons més petits i més grans. *Amb quins sentim millor? I si canviem de material?* Mirem les orelles dels animals que tenim en llibres o contes a l'aula. *Com són? S'assemblen a les nostres? A quina part del cos es troben? Les poden moure? Creus que és un avantatge per poder fugir del perill?*

))) Xiuxiueig

Ens posem en cercle i ens xiuxiuegem una paraula a l'orella. Després ens diem aquesta mateixa paraula emprant un to normal i després més fort. *Prefereixim el xiuxiueig o els crits? Què sentim en cada cas?* També podem escoltar música a intensitats de benestar i descobrir quina és la intensitat agradable per a cadascú. *Si volguéssim anar a dormir, a quin volum posaríem la música?*

))) Temps de silenci

Provem d'estar en silenci el màxim de temps possible. Escoltem els microsons que produeix el silenci (les respiracions, els moviments, els sorolls de l'exterior...). Descrivim les sensacions: estranyesa, llibertat, necessitat de parlar, de riure...

))) **So o soroll?**

Escoltem sons prèviament enregistrats per nosaltres o bé recopilats en un cd o a un web¹, com ara, per exemple, el so d'una sirena, el cant de les balenes, música rock, etc. Cadascú els intenta classificar segons si són sons o sorolls. Després juguem amb la intensitat i amb la durada. Posem en comú amb la resta del grup classe la classificació feta. *Pot ser que un mateix so a vegades ens sigui agradable i altres ens molesti? De què depèn?*

))) **Evoquem paisatges sonors agradables i molestos**

Dibuixem o portem a classe fotografies de paisatges agradables per a nosaltres o bé sorollosos. Proven de reproduir els seus sons amb la veu, el cos, amb instruments o objectes quotidians. *Quina intensitat tenen? En els uns predomina la natura? Quins paisatges ens agraden i quins ens molesten?* Descrivim les sensacions i pensem com podríem canviar aquells paisatges que no ens agraden.

))) **Sons interessants²**

Portem de casa un so interessant per a nosaltres i el mostrem als nostres companys i companyes. Expliquem per quina raó hem escollit aquell so i perquè ens sembla interessant.

A partir dels 10 anys

))) **La música i les emocions**

Entre tots llistem les emocions humanes més comunes (por, ràbia, tristesa, alegria, fàstic, sorpresa...), les descrivim i busquem fragments de músiques o sons que expressin aquests estats emocionals. *Tots associem la ràbia amb el mateix tipus de música? I l'alegria? Quan estem tristos, quin tipus de música escoltem? Per què? Quina emoció ens suggereix un so suau i dolç? Podem jugar amb sons aguts, forts, curts, greus, suaus, llargs... i veure quines emocions ens desperten.*

))) **Musicoteràpia**

Fem una petita investigació sobre musicoteràpia. *Quins són els seus orígens? En què consisteix la seva pràctica? Quin són els seus efectes curatius? Quin reconeixement té en el món científic? En quins llocs del món s'estudia com a carrera universitària? Fem una posada en comú del que haguem après. Què ens ha sorprès? N'havíem sentit a parlar abans?*

))) **Fotos o dibuixos que parlen**

Entre tots portem a classe fotografies de situacions de contaminació acústica o en fem dibuixos. Descrivim com es poden sentir les persones que hi surten (nervioses, dificultat per conciliar la son, malestar...) i quines en poden ser les causes. Proven de relacionar-ho després amb l'activitat que facin (estudiar, dormir, parlar...). *Canviaria la seva percepció del soroll si fessin una altra tasca? Què poden fer per protegir-se del soroll?*

))) **El silenci³**

Entre tots reflexionem sobre el silenci.

- Busquem al diccionari la paraula silenci i n'escrivim totes les accepcions que hi trobem.
- Reflexionem sobre el que hem escrit i pensem si el significat de silenci s'adiu amb l'ús que en fem a l'aula.
- Fem una relació d'espais i de moments en què el silenci sigui obligatori, tant si és per norma, com perquè algú ho imposa o per convencions socials.
- Reflexionem si, quan ens toca ser en un d'aquests llocs on cal respectar el silenci, ho fem d'una manera espontània o bé cal que algú ens avisi (el pare, la mare, un encarregat, un vigilant...).
- Confeccionem la nostra llista de moments de silenci en els quals l'absència de soroll sigui un plaer per a nosaltres.
- Reflexionem sobre quins d'aquests moments els hem viscut realment i quins són fruit de la nostra imaginació.
- Creem el racó del silenci amb imatges i objectes que associem al silenci.
- El silenci d'abans. Per grups fem una recerca de quins són els llocs silenciosos actuals i quins els dels nostre avis. *Actualment, n'hi ha més o menys? Han canviat? La gent ara és més sorollosa que abans? Hi ha llocs que sempre són silenciosos, independentment de l'època?*

))) **Audiometria**

Busquem per internet una pàgina web que ens permeti fer una audiometria, com ara, per exemple, aquest enllaç, que permet fer una prova sobre la nostra capacitat d'audició:

http://www.youtube.com/watch?v=4G6ohM1W_mk&feature=channel. *Hi ha algú que senti el so a 20Hz? I a 20.000 Hz?* Per grups, preparem una entrevista a un otorrinolaringòleg per conèixer quin és l'estat de salut del sentit de l'oïda de la població d'avui dia; en presentem les conclusions a la resta del grup classe, a través d'un mural, un vídeo, una presentació en PowerPoint...

))) Història sonora personal⁴

Busquem fotografies de la nostra vida fins al dia d'avui i provem de posar-hi sons o música. Fotografiem els llocs que més ens agradin o ens hagin agradat i enregistrem els seus sons. Construïm un guió visual de la nostra vida, col·loquem les fotografies en l'ordre que desitgem, sobre un tela llisa o una cartolina, i muntem les gravacions de sons i música en el mateix ordre. Llavors filmem les fotografies amb una càmera de vídeo, amb un moviment d'esquerra a dreta (travelling), i les sincronitzem amb la banda sonora. *Quins sons predominen en la nostra vida? Els podríem classificar com a saludables? Per què?*

))) Anàlisi de la música dels espots publicitaris

Enregistrem diversos anuncis publicitaris de la televisió i/o de la ràdio. Els observem i escoltem la seva música. *Què ens volen vendre? Com utilitzen els publicistes la música? Tenen èxit? Com ho podríem saber?* Podem entrevistar un músic que faci música per a espots i que ens expliqui com la crea i en funció de què. També podem buscar i recopilar espots publicitaris que anunciïn aparells silenciosos. *Des de quan han aparegut aquests anuncis? A quins valors apel·len?* Provem d'anunciar nosaltres maneres de viure que comportin estar envoltats de sons saludables o de sons hostils.

))) Escoltar música amb auriculars provoca sordesa?⁵

Dissenyem un experiment i el realitzem per valorar el risc que representa escoltar música amb auriculars, en funció del temps que utilitzem aquests aparells i del volum seleccionat, amb l'ajuda del equip Multilog-Pro i el programa MultiLab. Fem una recerca sobre aquest tema per poder contraposar i ampliar les nostres dades i, així, poder formular una conclusió clara que pugui orientar altres persones afectades per aquest problema.

))) Tarda de cine

Projectar pel·lícules a classe que tractin sobre el sons i la salut i comentar-les entre tots. En poden ser exemples: *Norma Rae*, de Martin Ritt (permet veure les condicions laborals dels treballadors d'una fàbrica tèxtil al sud dels Estats Units, cap als anys 70) o *El Milagro de Anne Sullivan*, d'Arthur Penn (explica la vida de Hellen Keller, una escriptora i conferenciant pública mundialment famosa que des dels 19 mesos es va quedar cega i sorda).

))) Entrevista a una persona amb disminució auditiva

Preparem unes preguntes per fer a una persona que no sent de la mateixa manera que nosaltres. *Com contactarem amb ella? Com ens fa arribar allò que ens vol dir? Quina és la seva rutina diària? Fa servir el llenguatge de signes per parlar-nos? Té dificultats per comunicar-se amb nosaltres?* Una altra possibilitat és entrevistar un logopeda, perquè ens expliqui sobre el món de les persones amb una disminució auditiva important.

¹ Banc d'imatges i de so del Ministeri d'Educació <http://recursostic.educacion.es/bancoimagenes/web/>

² Activitat desenvolupada a R. MURRAY SCHAFER (1967). *Limpieza de oídos*. Ricordi. Buenos Aires. Pàg. 57-58.

³ Activitat desenvolupada a la revista *Guix* núm. 348. Octubre 2008. Escola Vedruna de Palafrugell. Autor PERE COSTA. *El silenci a l'aula*. Pàg. 46-51.

⁴ Activitat desenvolupada a ESPINOSA, S. (2006). *Ecología acústica y educación*. Editori-al Graó. Barcelona. Pàg. 181-182. Joc 14.

⁵ Activitat desenvolupada al web del CDEC, a l'apartat d'Innovació de Secundària, Projecte C3, sota el mateix títol. Autors: M. MADRUEÑO i O. PLANA (2008). http://phobos.xtec.cat/cdec/index.php?option=com_content&view=article&id=61&Itemid=52



Bibliografia

Bibliografia

- Agència de Protecció de la Salut.** 2010. "Repercussió de la contaminació acústica en la salut de les persones" [en línia]. En: *Jornada sobre la contaminació acústica, 28 d'abril de 2010*. <<http://www.diba.es/xarxasost/pdf/repercussiosalut280410.pdf>> [Consulta: 3 juliol 2010].
- Agencia Europea de Medio Ambiente.** *El medio ambiente en Europa: segunda evaluación* [en línia]. Copenhague: Agencia Europea de Medio Ambiente. <<http://www.eea.europa.eu/es/publicacions/92-828-3351-8>> [Consulta: 2 maig 2010].
- Agencia Europea de Medio Ambiente* [en línia]. Copenhague: Agencia Europea de Medio Ambiente. "Ruido". <<http://www.eea.europa.eu/es/themes/noise>> [Consulta: 2 maig 2010].
- Agustina, R., et al.** *Sons de Patum* [en línia]. Berga: La Maixerina. <<http://www.sonsdepatum.cat>> [Consulta: 11 abril 2010].
- Ajuntament de Barcelona.** 2010. *Pla per la Reducció de la Contaminació Acústica de Barcelona 2010-2020*. Barcelona: Ajuntament de Barcelona. Medi Ambient. No publicat.
- Ajuntament de Barcelona.** 2007. *Mapa de soroll Barcelona: síntesi*. Barcelona: Ajuntament de Barcelona. Medi Ambient.
- Akoschky, J.** 2005. "Los "cotidífonos" en la educación infantil". *Eufonía: didáctica de la música*, núm. 33, p. 20-30.
- Alonso Moral, J.** 2000. "Acústica musical: un puente o una simbiosis entre la música y la física". *Eufonía: didáctica de la música*, núm. 18, p. 43-55.
- Alsina, P. et al.** 2008. *La música en la escuela infantil (0-6)*. Barcelona: Graó. Biblioteca infantil, 23.
- Alsina, P., Sesé, F.** 1994. *Evolució de la música: Euterpe, musa de la música*. Barcelona: Graó. Biblioteca de la classe, 72.
- Animación y Promoción del Medio.** 2007. *Educación primaria: material de apoyo para el profesorado*. Madrid: Ayuntamiento de Madrid. Dirección General de Sostenibilidad y Agenda 21.
- Animación y Promoción del Medio.** 2007. *Educación primaria: material de apoyo para el profesorado*. Madrid: Ayuntamiento de Madrid. Dirección General de Sostenibilidad y Agenda 21.
- Animación y Promoción del Medio.** 2005. *Guía del profesorado: educar para vivir sin ruido*. Madrid: Ayuntamiento de Madrid. Dirección General de Sostenibilidad y Agenda 21.
- Asociación catalana contra la contaminación acústica* [en línia]. Agost 2003. Barcelona: ACCCA. <<http://www.sorolls.org>> [Consulta: 7 maig 2010].
- Barberà, Ll. et al.** 1998. *Tocar totes les teclès*. Barcelona: Associació de Mestres Rosa Sensat. Temes d'infància, 30.
- Barcelona, Recerca, Art i Creació BR:: AC.** *Paisatge sonor i territoris intangibles* [en línia]. Barcelona: Universitat de Barcelona. Facultat de Belles Arts. <<http://paisatgesonor.com>> [Consulta: 7 maig 2010].
- Barenboim, D.** 2008. *El so de la vida: el poder de la música*. Barcelona: Edicions 62. Llibres a l'abast, 409.
- Barti, R.** "Els joves: sords en potència?" [en línia]. En: *Documents contra la contaminació acústica*. Barcelona: Associació Catalana Contra la Contaminació Acústica. <http://www.sorolls.org/docs/joves_sords.pdf> [Consulta: 21 abril 2010].
- Bautista, L.** *Fisicanet* [en línia]. 2000, actualizado el 25/07/2010. "Física: sonido". <http://www.fisicanet.com.ar/fisica/sonido/apo3_sonido.php> [Consulta: 3 juny 2010].
- Berglund, B., Lindvall, T. Schwela, D.H., eds.** 1999. *Guías para el ruido urbano* [en línia]. Lima: CEPIS/OPS. <<http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsci/e/fulltext/ruido/ruido2.pdf>> [Consulta: 18 juliol 2010].
- Bernabeu, D.** 2007. *Efectos del ruido sobre la salud* [en línia]. PEACRAM. <http://ruidos.org/Documentos/Ruido_y_Salud.pdf> [Consulta: 1 juliol 2010].
- Bernal, J., Calvo, M. L.** 2000. *Didáctica de la música: la expresión musical en la educación infantil*. Granada: Aljibe.
- Black, P., Harlem, W.** 1995. "Sound and Music". *Nuffield primary science: science processes and concept exploration: teachers guide: ages 5-7*. 2nd ed. Vol. 9. London: Collins Educational.
- Black, P., Harlem, W.** 1995. "Sound and Music". *Nuffield primary science: science processes and concept exploration: teachers guide: ages 7-12*. 2nd ed. Vol. 9. London: Collins Educational.
- Blasco, E. et al.** 2003. "Em veus o em mires? Em sents o m'escoltes?: els tallers dels sentits". *Guix: elements d'acció educativa*, núm. 292, p. 42-49.
- Bonal, E.** 2005. "Un procés de creació en una escola de secundària". *Guix: elements d'acció educativa*, núm. 320, p. 31-38.
- Bruscia, K. E.** 1999. *Modelos de improvisación en musicoterapia*. Vitoria: AgrupArte Producciones.
- Burull, A. et al.** 2006. *Propietats acústiques dels materials* [en línia]. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona. Centre de Recerca per a l'Educació Científica i Matemàtica. <http://crecim.uab.cat/documentos_matsci_UD/modul_acustica_versio1.pdf> [Consulta: 15 juliol 2010].
- Cage, J.** 1999. *Escritos al oído*. Murcia: Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Murcia. Colección de Arquitectura, 38.
- Calvo Manzano, A.** Actualización 1 de noviembre de 2010. *Sociedad Española de Acústica* [en línia]: S.E.A. Sociedad Española de Acústica. <<http://www.sea-acustica.es>> [Consulta: 3 maig 2010].
- Cánovas, F., Espinosa, J. A.** 2000. "El arte solidario". *Eufonía: didáctica de la música*, núm. 19, p. 86-98.
- Carbonell, R., Matheu, E.** 2010. *Guía sonora dels insectes de Catalunya: grills, sal-*
- tamartins i cigales*. Barcelona: Alosa, Museu de Ciències Naturals de Granollers. Inclou un CD amb exemples de cants.
- Carré, A.** 2001. "Música y minusvalías: una paradoja del pasado". *Eufonía: didáctica de la música*, núm. 21, p. 53-66.
- Casadevall, D.** 2007. *AcusticaWeb* [en línia]. <<http://acusticaweb.com>> [Consulta: 6 març 2010].
- Casanova, O.** 1998. *Ètica del silencio*. Madrid: Alauda-Anaya.
- Catalunya. Decret 176/2009, de 10 de novembre, pel qual s'aprova el Reglament de la Llei 16/2002, de 28 de juny, de protecció contra la contaminació acústica, i se n'adapten els annexos. *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya*, 16 de novembre de 2009, núm. 5506, p. 85734.
- Catalunya. Llei 16/2002, de 28 de juny, de protecció contra la contaminació acústica. *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya*, 11 de juliol de 2002, núm. 3675, p. 12639.
- Catanzaro, M.** 6 octubre 2006. "Trencar la barrera del so" [en línia]. *Eureka*. <<http://www.portaleureka.com/content/view/234/125/lang,ca/>> [Consulta: 20 maig 2010].
- CEIP Puig d'Agulles.** 2005. "Natura, naturalment: els quatre elements". *Guix: elements d'acció educativa*, núm. 320, p. 23-30.
- CESIRE CDEC* [en línia]. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament d'Educació. <<http://phobos.xtec.cat/cdec/>> [Consulta: 9 maig 2010].
- Cittaslow* [en línia]. 2009. Orvieto: Cittaslow International. <<http://www.cittaslow.org/>> [Consulta: 11 març 2010].
- Compromís ciutadà per la sostenibilitat: [Agenda 21 BCN]*. 2002. Barcelona: Ajuntament de Barcelona. Consell Municipal de Medi Ambient i Sostenibilitat.
- Córdoba de Parodi, M. A.** 1998. *Música y terapia*. Barcelona: Índigo.
- Costa, P.** 2008. "El silenci a l'aula". *Guix: elements d'acció educativa*, núm. 348, p. 46-61.
- Crowley, D., Heyer, P.** 1997. *La comunicación en la historia: tecnología, cultura y sociedad*. Barcelona: Bosch.
- Departament de Medi Ambient i Habitatge* [en línia]. 2010. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge. <<http://www20.gencat.cat/portal/site/dmah>> [Consulta: 5 març 2010].
- Diamond, D., Tiffin, R.** 1976. *Musical instruments: teaching primary science*. London: University of London. Macdonald Educational for Chelsea College.
- Ducorneau, G.** 1998. *Musicoterapia*. Barcelona: Edaf.
- EcoDad* [en línia]: *guia de l'usuari*. Barcelona: CDEC. <<http://www.xtec.es/cdec/recursos/pdf/primaria/manuallecodadmarco7.pdf>> [Consulta: 9 maig 2010].
- Ecos del mar* [en línia]. 2008. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Unidad de Tecnología Marina. <<http://>

www.utm.csic.es/ecos> [Consulta: 2 juny 2010].

Edu365.cat [en línia]. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament d'Educació. <<http://www.edu365.cat>> [Consulta: 6 març 2010].

Educación para vivir sin ruido [en línia]. 2008. Madrid: Ayuntamiento de Madrid. Área de Gobierno de Medio Ambiente. <<http://www.aprendersinruidomadrid.es>> [Consulta: 5 març 2010].

EFE. 13 octubre 2008. “10 millones de europeos pueden padecer sordera por escuchar el MP3 demasiado alto” [en línia]. *Elperiódico.com*. <http://www.elperiodico.com/default.asp?id/publicacio_PK=46&idioma=CAS&idtipusrecurs_PK=7&idnoticia_PK=552146> [Consulta: 20 abril 2010].

Escobar, D. 1995. *Sons i ressons: el món dels sons naturals i la comunicació acústica animal*. Barcelona: La Magrana. L' esparver ciència, 18.

Escotet Suárez, M. C. 1999. *Experimentos de física : investigación científica en secundaria*. 3 vol. Madrid: Narcea.

Espanya. Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. *Boletín Oficial del Estado*, 11 de Marzo de 2006, núm. 60, p. 9842.

Espinosa, S. 2006. *Ecología acústica y educación: bases para el diseño de un nuevo paisaje sonoro*. Barcelona: Graó. Monografías de educación ambiental, 11.

Estaña, J. Ll., Muñoz, I., Pujol, R. M. 2007. *El so*. Barcelona: CESIRE-CDEC. No publicat.

European Commission Environment [en línia]. June 2010. European Commission. “Noise”. <<http://ec.europa.eu/environment/noise/home.htm>> [Consulta: 13 juliol 2010].

Experiments amb l'ecodad: guia d'activitats [en línia]. Barcelona: CDEC. <http://www.xtec.cat/cdec/recursos/pdf/primaria/act_ecodad.pdf> [Consulta: 9 maig 2010].

Exposició adéu soroll!: contra la contaminació acústica: guia i suggeriments didàctics [en línia]. Barcelona: Diputació de Barcelona. Serveis del Medi Ambient. <<http://www.diba.cat/prem/GetBlob.asp?id=4089>> [Consulta: 12 maig 2010].

Fernández, M., Menéndez, R. 1996. “Ruidos en la aulas: condiciones acústicas de los centros escolares”. *Cuadernos de pedagogía*, núm. 245, p. 27-29.

Frega, A. L. 2005. “¿Componer música en la escuela?”. *Eufonía: didáctica de la música*, núm. 35, p. 45-56.

Friedl, A. E. 2000. *Enseñar ciencias a los niños*. Barcelona: Gedisa.

Gallardo, A. 14 setembre 2008. “El uso de potentes reproductores MP3 crea una ‘generación sorda’” [en línia]. *Elperiódico.com*. <http://www.elperiodico.com/default.asp?idpublicacio_PK=46&idioma=CAS&idnoticia_PK=543521&idseccio_PK=1021&h> [Consulta: 20 abril 2010].

Gega, P. C. 1980. *La enseñanza de las ciencias físicas en la escuela primaria*. Barcelona: Paidós.

González, F. 2007. “La formación musical como “pasión comunicativa””. *Eufonía: didáctica de la música*, núm. 40, p. 7-17.

Gordillo, J. 2003. “Los materiales pobres enriquecen la música”. *Eufonía: didáctica de la música*, núm. 27, p. 45-53.

Granero, N., Gordillo, J. 2005. “Construcción de instrumentos musicales en educación infantil con materiales de plástico”. *Eufonía: didáctica de la música*, núm. 33, p. 31-37.

Grau, M. 2005. “Música, pau i interculturalitat”. *Guix: elements d'acció educativa*, núm. 315, p. 69-73.

Gustems, J., Gale, R., Gimeno, P. 2009. “Música i acció comunitària, un territori que cal conquerir”. *Guix: elements d'acció educativa*, núm. 360, p. 11-14.

Gustems, J., Pujadas, M. 2008. “Silencis a la classe de música: activitats musicals per educar l'hàbit d'escoltar”. *Guix d'infantil*, núm. 42, p. 7-11.

Hosler, J. 6 octubre 2006. “L'arna, el ratpenat i la llum” [en línia]. *Eureka*. <<http://www.portaleureka.com/content/view/240/lang,ca/>> [Consulta: 20 maig 2010].

Instituto de acústica [en línia]. Madrid: Instituto de Acústica. <<http://www.ia.csic.es>> [Consulta: 6 març 2010].

Ipsen, D. 2003. “El ruiseñor urbano o algunas consideraciones teóricas sobre sonido y ruido” [en línia]. En: Escuela Universitaria de Música. *Proyecto Paisaje Sonoro Uruguay*. Uruguay: Universidad de la República. Escuela Universitaria de Música. <<http://www.eumus.edu.uy/ps/txt/ipsen.html>> [Consulta: 3 juny 2010].

Irrsae, P. 1994. *Educació artística: visual i plàstic, musical, corporal*. 2 vol. Barcelona: Eumo.

Irrsae, P. 1994. *Educació artística: visual i plàstic, musical, corporal: propostes didàctiques*. Barcelona: Eumo.

Jennings, T. 1987. *Els sons*. 2a. ed. Barcelona: Cruïlla. El jove investigador, 14.

Labbé, B., Puech, M. 2007. *La paraula i el silenci*. Barcelona: Cruïlla.

Lindstrom, M. B. 2009. *Verdades y mentiras de por qué compramos*. Barcelona: Gestión 2000.

Llombart, C. 2007. *Tinc un alumne/a sord/ a l'aula* [en línia]. Barcelona: Consorci d'Educació de Barcelona. <<http://www.xtec.cat/~cllombart>> [Consulta: 12 juliol 2010].

López Bono, G. A. 2004. “¿Qué música te traigo?”. *Eufonía: didáctica de la música*, núm. 30, p. 111-114.

Majoral, S. 2007. “Atrapem els sons?”. *Infància*, núm. 156, p. 28-31.

Mancisidor, L. 2000. “Jugar con el ruido”. *Infancia*, núm. 59, p. 2.

Marquina, C. 1997. “La improvisación musical en la ESO”. *Eufonía: didáctica de la música*, núm. 8, p. 71-78.

Martín Martín, J. et al. 2003. *Física i Química: 4t ESO*. Barcelona: Santillana.

Martínez, F., Mir, M. 1993. *Ciències naturals: 3r BUP*. Barcelona: Teide.

Matheu, E. 2005. *Ocells de Barcelona*. Barcelona: Ajuntament de Barcelona. Direcció d'Educació Ambiental i Participació. Guies d'educació ambiental, 23.

Medi ambient [en línia]. Barcelona: Ajuntament de Barcelona. Àrea de Medi Ambient. <<http://w3.bcn.cat/mediambient>> [Consulta: 5 març 2010].

Medi ambient [en línia]. Barcelona: la Diputació. “Soroll i vibracions”. <<http://www.diba.cat/mediambient/soroll.asp>> [Consulta: 4 maig 2010].

Miguel Ibáñez, L. de. et al. 1993. *Ondas, sonido y ruido: unidad didáctica*. Zaragoza: Universidad de Zaragoza, ICE. Sugerencias curriculares, 2.

Molinera, M. del C., Díaz, G. 1999. “Los instrumentos musicales y expresión plástica y visual”. *Eufonía: didáctica de la música*, núm. 16, p. 55-64.

Monllor Rico, N., Rico Bodi, L. 2004. “Efectes nocius del soroll sobre la salut mental” [en línia]. En: *SAM: suport a la gestió ambiental d'activitats en el municipi*, núm. 9. Barcelona: Diputació de Barcelona. Àrea de Medi Ambient. <<http://www.diba.cat/mediambient/pdf/sam9.pdf>> [Consulta: 3 juliol 2010].

Muñoz, J. R. 2003. “Contextos de trabajo para la educación musical”. *Eufonía: didáctica de la música*, núm. 27, p. 54-68.

Museu de Granollers, Galanthus. *Descobreix els ratpenats* [en línia]. Barcelona: Museu de Granollers, Galanthus. <<http://www.ratpenats.org>> [Consulta: 9 maig 2010].

Nebreda, P. L. 2000. “La música en la adolescencia”. *Eufonía: didáctica de la música*, núm. 18, p. 71-78.

Observatori del Paisatge [en línia]. Olot: Observatori del Paisatge. “Paisatges sonors”. <<http://www.catpaisatge.net/dossiers/psponsors/cat/index.php>> [Consulta: 9 març 2010].

Omnis Cellula, Digital-Text. *Eureka* [en línia]. Núm. 1 (nov. 2005)-. [Barcelona]: Omnis Cellula, Digital-Text, 2005-. <<http://www.portaleureka.com>> [Consulta: 20 maig 2010].

Padern, M. 2008. “Tot imaginant el so”. *Guix: elements d'acció educativa*, núm. 344, p. 50-54.

Paisaje sonoro: la contaminación acústica [en línia]. Junta de Andalucía. Consejería de Educación. <http://www.juntadeandalucia.es/averroes/recursos_informaticos/andared01/paisaje_sonoro> [Consulta: 9 març 2010].

París, A., Hevia, A. 2002. *Menys soroll millor*. Barcelona: Ajuntament de Barcelona. Direcció d'Educació Ambiental i Participació. Guies d'educació ambiental, 8.

PEACRAM [en línia]. 2010. Plataforma Estatal de Asociaciones Contra el Ruido y las Actividades Molestas. <www.peacram.com> [Consulta: 9 maig 2010].

Perelman, Y. 1980. *Física recreativa*. 4a ed. 2 vol. Moscú: Mir.

Pino, N. del. 2004. “En busca del silencio”. *Cuadernos de pedagogía*, núm. 333, p. 20-22.

Pita, C. 2009. "Y sin embargo, silencio...". *Tantàgora*, núm. 8, p.16-21.

Pozo Toscano, P. del. 2008. "Las canciones de antaño, punto de encuentro intergeneracional entre el alumnado de la ESO y sus abuelos". *Eufonía: didáctica de la música*, núm. 44, p. 46-54.

Prat, A., Márquez, C., Marbà, A. 2008. "Literacitat científica i lectura". *Temps d'educació*, núm. 34, p. 67-82.

Proyecto paisaje sonoro Uruguay [en línia]. 2006. Uruguay: Universidad de la República. Escuela Universitaria de Música. <<http://www.eumus.edu.uy/ps/index.html>> [Consulta: 3 juny 2010].

Revista Eureka. 15 gener 2008. "El telèfon: seguint el fil de la conversa" [en línia]. *Eureka*. <<http://www.portaleureka.com/content/view/358/71/lang.ca/>> [Consulta: 21 maig 2010].

Rodríguez, J. A. 2002. "Los sonidos del alumnado: nuevas perspectivas en educación musical". *Eufonía: didáctica de la música*, núm. 24, p. 103-109.

Ruiz, H. 1 juliol 2009. "Superpoders animals: podríem adquirir-los?" [en línia]. *Eureka*. <<http://www.portaleureka.com/content/view/421/50/lang.ca/>> [Consulta: 20 maig 2010]. *SAM* [en línia]: *suport a la gestió ambiental d'activitats en el municipi*, núm. 3 (juny 1999). Barcelona: Diputació de Barcelona. Àrea de Medi Ambient. <<http://www.diba.cat/mediambient/pdf/sam3.pdf>> [Consulta: 3 juliol 2010].

Ruiz, H. 15 setembre 2006. "Sons impossibles" [en línia]. *Eureka*. <<http://www.portaleureka.com/content/>

[view/209/lang.ca/](http://www.portaleureka.com/content/view/209/lang.ca/)> [Consulta: 20 maig 2010].

SAM [en línia]: *suport a la gestió ambiental d'activitats en el municipi*, núm. 9 (març 2004). Barcelona: Diputació de Barcelona. Àrea de Medi Ambient. <<http://www.diba.cat/mediambient/pdf/sam9.pdf>> [Consulta: 3 juliol 2010].

Sanuy, M. 1994. *Aula sonora: (Hacia una educación musical en primaria)*. Madrid: Morata.

Schafer, R. M. 1994. *Hacia una educación sonora*. Buenos Aires: Pedagogías Musicales Abiertas.

Schafer, R. M. 1994. *The soudscape: our sonic environment and the tuning of the world*. Rochester, VT: Destiny Books.

Schafer, R. M. 1993. *Voices of tyranny: temples of silence*. Ontario: Arcana.

Schafer, R. M. 1969. *El nuevo paisaje sonoro*. Buenos Aires: Ricordi Americana.

Schafer, R. M. 1967. *Limpieza de oídos*. Buenos Aires: Ricordi Americana.

Schafer, R. M. 1965. *El compositor en el aula*. Buenos Aires: Ricordi Americana.

Serrà, J. 3 agost 2006. "Musicoteràpia: l'ús de la música amb fins terapèutics" [en línia]. *Eureka*. <<http://www.portaleureka.com/content/view/146/60/lang.ca/>> [Consulta: 21 maig 2010].

Silboarte [en línia]: *encuentros culturales*. [2006?]. Gobierno de Canarias. <<http://www.silbogomero.com.es>>. [Consulta: 11 abril 2010].

Soler, M. 2004. "La música y la educación obligatoria". *Eufonía: didáctica de la música*, núm. 30, p. 38-43.

Sonidos de la naturaleza [en línia]. [Barcelona]: Alosa. Sons de la Natura. <<http://www.sonidosdelanaturaleza.com>> [Consulta: 5 maig 2010].

STRENGTHS Business Engineering. 2010. *La gestió del soroll a Barcelona*. Barcelona. No publicat.

Suárez, J. 2004. "Recursos para escuchar música en el aula". *Eufonía: didáctica de la música*, núm. 32, p. 42-50.

Suárez, J. 2001. "Experiències musicals d'escola". *Guix: elements d'acció educativa*, núm. 278, p. 18-25.

Tarroja, E. 2005. "El valor de l'educació musical". *Guix: elements d'acció educativa*, núm. 320, p. 6-10.

Téllez Videras, J. L. 1983. *Para acercarse a la música*. Barcelona: Salvat.

Territoris serens: document de bases. 2009. [S. l.]: Consorci del Lluçanès, Consorci del Ges, Orís i Bisaura, Consorci per la promoció dels municipis del Moianès.

Territoris serens [en línia]. Consorci del Lluçanès, Consorci de la Vall del Ges, Orís i Bisaura, Consorci per la Promoció dels Municipis del Moianès. <<http://www.territoriserens.cat>> [Consulta: 12 abril 2010].

Tipler, P. 1992. *Física*. Vol.1. Barcelona: Reverté.

Tocs de campanes en format MP3 [en línia]. 2010. [València]: Campaners de

la Catedral de València. <http://campaners.com/php2/mp3_1.php> [Consulta: 14 març 2010].

Tonucci, F. 1997. *La ciutat dels infants: una manera nova de pensar la ciutat*. Barcelona: Barcanova.

Torres, A., Isern, P. 2009. "Sol-Fem: joc de preguntes musicals". *Guix Dos*, núm. 160. Barcelona: Graó.

Truax, B. (ed.). 1978. *Handbook for acoustic ecology*. Burnaby, Canada: Aesthetic Research Centre.

Trujillo, R. 1978. *El silbo: análisis lingüístico*. Tenerife: Instituto Universitario de Lingüística de Andrés Bello.

Trujillo, R. et al. 2005. *El silbo gomero: materiales didácticos*. [Tenerife]: Conseje-

ría de Educación, cultura y Deportes del Gobierno de Canarias.

Vila, B., Cardo, C. 2005. *Material sensorial (0-3 anys): manipulación y experimentación*. Barcelona: Graó. Biblioteca infantil, 8.

WFAE [en línia]: *World Forum for Acoustic Ecology*. Victoria: World Forum for Acoustic Ecology. <<http://wfae.prosperia.net>> [Consulta: 19 maig 2010].

Willems, E. 2001. *El oído musical: la preparación auditiva del niño*. Barcelona: Paidós.

World Health Organization: Regional Office for Europe [en línia]. 2010. WHO/EURO. "Noise". <<http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/environmental-health/noise>> [Consulta: 14 juliol 2010].

Wrighton, K. 2004. "Una introducción a la ecología acústica" [en línia]. En Escuela Universitaria de Música. *Proyecto Paisaje Sonoro Uruguay*. Uruguay: Universidad de la República. Escuela Universitaria de Música. <<http://www.eumus.edu.uy/ps/txt/wrightson.html>> [Consulta: 3 juny 2010].

XTEC [en línia]: *Xarxa Telemàtica Educativa de Catalunya*. Catalunya: Generalitat de Catalunya. Departament d'Educació. <<http://www.xtec.cat>> [Consulta: 6 març 2010].

Zorrillo Pallavicino, A. 2009. *Juego musical y aprendizaje: estimulación del desarrollo y la creatividad infantil*. Alcalá de Guadaíra: Mad.



Fotografies:

Les imatges que apareixen a “Sons i Sorolls” procedeixen de diversos centres educatius que formen part del programa d’Agenda 21 Escolar de Barcelona i també de diferents particulars, institucions i administracions que ens han cedit el seu material gràfic. A tots ells els donem les gràcies per fer possible la il·lustració dels conceptes presentats en aquesta guia:

Escola Bressol Albí, Escola Bressol La Mar, Escola Bressol El Cargol, Escola Els Pins, Escola Bressol Sant Medir, Escola Bressol Valldaura, Escola Bon Pastor, Escola del Mar, Escola Drassanes, Escola Fructuós Gelibert, Escola de Música de Gràcia, Escola Parc del Guinardó, Escola Orlandai, Escola Patronat Domènech, Escola Sadako, Escola Secretari Coloma, Institut Escola Artístic Oriol Martorell, Institut La Guineueta, Institut Montserrat, CESIRE-CDEC, Alfons López Carrete, Jaume Salvia Llordés, Stefano Puddu, Carles Llombart. Ajuntament de Barcelona, Àrea de Medi Ambient.



**Ajuntament
de Barcelona**



[AGENDA 21 BCN]

10 anys

d'escoles+sostenibles