



GRAU EN OPTICA I OPTOMETRIA

SALUT AUDITIVA D'UNA MOSTRA D'ESTUDIANTS UNIVERSITARIS I VALORACIÓ DE L'ACÚSTICA DE LES AULES

Carla Villares Muñiz

Tutor: Genís Cardona Torradeflot

RESUM EXECUTIU

INTRODUCCIÓ

L'audició és un dels sentits més importants de la espècie humana, ja que permet establir una connexió amb el què ens rodeja i crear una perspectiva global de l'entorn. Amb els avenços tecnològics que s'han produït durant els darrers anys, i la incorporació d'aquests en el dia a dia, s'ha evidenciat una tendència a la pèrdua auditiva precoç causada per l'ús prolongat d'aquesta tecnologia, entre d'altres, la dels auriculars i l'exposició continuada a sorolls molt elevats en l'entorn. Aquesta pèrdua pot suposar un obstacle per a l'aprenentatge i una disminució de la qualitat de vida. És per aquest motiu que els espais on es desenvolupa la formació i l'assoliment de coneixements han de tenir unes condicions òptimes i no suposin un impediment més per al sistema auditiu. És en aquest context que s'ha plantejat estudiar quina és la qualitat acústica d'una mostra d'aules de la FOOT i el grau de salut auditiva d'una mostra d'estudiants, per tal de determinar si segueixen una normalitat, a més de valorar si les característiques acústiques de les aules són idònies donades les capacitats auditives dels estudiants que les ocupen.



OBJECTIUS

L'objectiu general d'aquest treball és determinar i avaluar quina és la salut auditiva d'una mostra d'estudiants i la qualitat acústica de quatre aules de la Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa per tal de valorar si aquesta és òptima tenint en compte les capacitats auditives dels estudiants.

Els objectius específics són:

- Determinar quins són els paràmetres i mètodes que es tenen en compte per a valorar la qualitat acústica dels espais, juntament amb els valors de normalitat que es recomanen i/o estableixen les normatives.

- Realitzar les mesures corresponents per a calcular els temps de reverberació i el soroll de fons de quatre aules de la facultat. Posteriorment, analitzar els resultats obtinguts i valorar si s'ajusten als límits recomanats i/o les normatives establertes.

- Determinar quins són els límits auditius normals per al grup de la població corresponent a la mostra i els mètodes que s'empren per a dur a terme l'avaluació auditiva, juntament amb la determinació de les principals alteracions auditives pròpies que es donen en aquest rang d'edat.

- Realitzar audiometries a una mostra d'estudiants de la facultat i explorar els hàbits i l'entorn auditiu i acústic d'aquesta mitjançant una enquesta. Posteriorment, analitzar els resultats obtinguts i estimar si el grau de pèrdua es troba dins de la normalitat.

- Analitzar conjuntament tots els resultats obtinguts –temps de reverberació, soroll de fons, audiometria, enquesta- per estudiar-ne possibles relacions.

PROCEDIMENTS I MÈTODES

Per tal d'avaluar l'acústica dels espais es tenen en compte diferents paràmetres principals: el temps de reverberació, el soroll de fons, que són les que s'ha determinat

de manera experimental en aquest treball. Les proves es duen a terme en l'aula 2.1, l'auditori, l'aula de dibuix i l'aula polivalent 3.1.

Per a determinar el temps de reverberació (TR) –que és el temps (en segons) que transcorre des de que s'atura el focus emissor fins al moment en què el nivell de pressió sonora disminueix 60dB respecte al seu valor inicial-, s'utilitza el mètode del soroll interromput –que consisteix en emetre un soroll de banda ampla a través d'un altaveu, amb una durada d'uns pocs segons, que finalitza bruscament-, mitjançant uns altaveus encarregats d'enviar l'impuls sonor, i un micròfon omnidireccional –concretament el micròfon *Behringer ECM8000*- que enregistra el comportament de l'impuls. A més, per a crear l'impuls, emmagatzemar i analitzar els resultats s'empra un software d'ordinador especialitzat en acústica, anomenat Arta. S'analitza el temps de reverberació en tres ubicacions diferents dins l'aula (Figura 1) i es realitzen cinc mesures per a cada ubicació. Posteriorment, es fa la mitjana dels resultats per tal d'obtenir un valor únic per a comparar-lo amb què és considerat de referència.

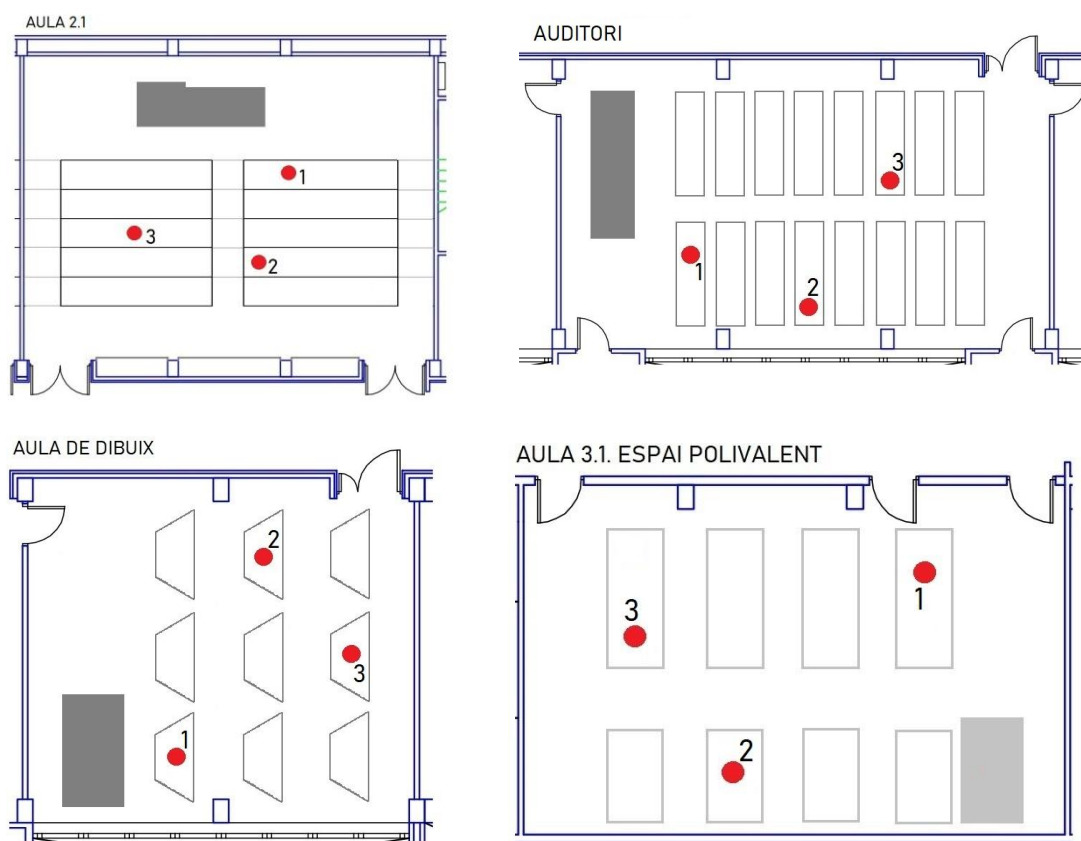


Figura 1. Ubicacions estudiades a cada aula.



Per a mesurar el soroll de fons –que és tot aquell soroll que es pot percebre en un espai quan no s'està duent a terme cap activitat dins d'aquest- s'empra el sonòmetre UT353BT, juntament amb l'aplicació de mòbil que s'enllaça al propi sonòmetre, on queden els resultats enregistrats. S'analitza el soroll de fons en tres ubicacions diferents dins l'aula i es realitzen cinc mesures per a cada ubicació, les mateixes que en els temps de reverberació. Un cop feta la mitjana de les mesures, el valor obtingut es compara amb els valors de referència que estableixen les corbes *Noise Criteria* –corbes que relacionen l'espectre d'un soroll amb la modificació que es produeix en la comunicació verbal- per tal de veure si segueixen les exigències establertes.

Per tal d'avaluar la salut auditiva és necessari, per una banda, trobar el llindar auditiu i comprovar si existeix cert grau de pèrdua dels estudiants que formen la mostra, i per altra banda, també estudiar –d'aquests mateixos estudiants- els antecedents auditius, els hàbits d'ús d'auriculars i el seu entorn habitual de soroll. D'aquesta manera es pot descobrir la presència d'alteracions auditives degudes a causes congènites o adquirides, com ho serien, principalment, malalties infeccioses com l'otitis, i exposicions a sorolls elevats prolongats, causants de cert grau de pèrdua auditiva.

Per a determinar el llindar es duu a terme una audiometria –és un examen que té com a objectiu avaluar la capacitat del sistema auditiu-. En aquest estudi es realitza una audiometria aèria tonal liminar pel mètode descendent mitjançant l'audiòmetre *AD229B* de la marca *Interacoustics*. L'examen consisteix en presentar un estímul de més de 30dB, durant uns 2-3 segons amb diverses freqüències (125Hz, 250Hz, 500Hz, 1kHz, 1.5kHz, 2kHz, 3kHz, 4kHz, 6kHz i 8kHz), a través d'uns auriculars de tipus diadema. Segons les indicacions que ens dona el pacient, s'augmenten o es disminueixen els dB de l'estímul –es presenta un estímul que pugui ser percebut i es va disminuint fins que no el sent i es torna a augmentar fins que el sent de nou; això és el que definiria el llindar-.

Per a conèixer els hàbits, el nivell de salut i antecedents auditius dels participants, amés de les condicions de l'entorn a nivell acústic habitual en el qual es troben, ja sigui dins la Facultat o fora, se'ls passa una enquesta formada per un total de 32 preguntes que ofereixen diferents tipus de resposta –multi resposta, resposta tancada/oberta, gradació, redacció, etc.- organitzades en 7 apartats: Informació general,

Antecedents, Ús i hàbits d'utilització d'auriculars, Entorn, Possible simptomatologia després del seu ús, Valoració acústica de les aules de la Facultat i Altres. Un cop obtingudes totes les respostes, es relacionaran amb les dades audiomètriques preses, juntament amb els valors obtinguts en l'anàlisi de l'acústica, per a determinar la possible relació que existeix entre els resultats.

RESULTATS

Pel que fa a l'acústica de les aules, s'ha vist que cap dels espais estudiats compleix de manera estricta les diferents normatives i els valors recomanats, sobrepasant els 0,5 segons de temps de reverberació i els 35dB de soroll de fons establerts en les normatives i recomanacions. Els resultats obtinguts dels dos paràmetres (Taula 1), encara que sobrepassen els límits, no són exageradament elevats: l'auditori, tant com per al temps de reverberació com per al soroll de fons, és l'aula que millors resultats ha donat, només ha sobrepassat per 0,14 segons el TR i 2,4dB el soroll de fons; l'aula de dibuix és la que ha obtingut el resultat més elevat de TR, sobrepasant 0,55 segons el valor límit; l'aula polivalent 3.1. és la que ha obtingut el valor més elevat de soroll de fons, sobrepasant en 16,5dB el valor límit. Quan s'han analitzat els temps de reverberació en els rangs de freqüència de la parla –que van de 1000 a 3000 Hz-, aquest han resultat ser més elevats respecte al valor global –excepte en el cas de l'auditori-. També afegir que, al analitzar el soroll de fons a nivell local, és a dir, de les diferents posicions estudiades dins l'aula, les ubicacions fan variar aquest valor –sobretot les properes a passadissos, projectors, sistemes de ventilació-.

	Nº ubicació	Temps de reverberació (s)	Soroll de fons (dBA)
Aula 2.1	1	1,05 ± 0,03	41 ± 1,5
	2	1,00 ± 0,02	40,1 ± 0,6
	3	1,13 ± 0,29	43,4 ± 2,0
Auditori	1	0,63 ± 0,02	37,1 ± 0,5
	2	0,65 ± 0,05	36,8 ± 0,5
	3	0,63 ± 0,03	38,4 ± 1,5
Aula dibuix	1	1,14 ± 0,04	41,2 ± 0,8
	2	1,20 ± 0,3	40,3 ± 1,8
	3	1,11 ± 0,04	40,7 ± 0,7
Aula polivalent 3.1	1	0,92 ± 0,04	51,6 ± 0,6
	2	1,61 ± 0,08	51,1 ± 0,3
	3	0,98 ± 0,01	51,7 ± 1,1

Taula 1. Resultats dels temps de reverberació i el soroll de fons per a cada ubicació en cada espai.

Per a realitzar l'estudi de salut auditiva s'ha comptat amb un total de 42 estudiants de la Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa. Les seves dades demogràfiques queden resumides a la Taula 2.

Característiques	Nº i %	
Gènere	Femení	31 (73,8%)
	Masculí	11 (26,2%)
Edat	19	5 (11,9%)
	20	23 (54,8%)
	21	4 (9,5%)
	22	3 (7,1%)
	23	4 (9,5%)
	24	1 (2,4%)
	25	2 (4,8%)
Total	42 (100%)	

Taula 2. Descripció de la mostra d'estudiants participants.

Respecte al llindar auditiu de la mostra d'estudiants de la facultat, s'ha observat que un gran percentatge d'estudiants té un llindar auditiu que es pot considerar normal. No obstant, el 78% de la mostra té una pèrdua de 25 o més dB com a mínim en alguna de les freqüències, encara que els efectes que puguin tenir en l'audició són mínims.

Quant a l'enquesta realitzada s'ha vist que, a nivell general, els hàbits d'utilització d'auriculars i el seu entorn acústic habitual no són els més indicats: molts participants es troben temps prolongats exposats a sorolls elevats, ja sigui provinent de dispositius electrònics, o com del seu propi ambient. Respecte a la valoració que fan sobre l'acústica de les aules de la facultat, la gran majoria, el 83,3%, opina tenir una dificultat més aviat mitja-baixa per a seguir/entendre el missatge oral transmès a les classes.

No obstant, hi ha una part (un 21%) que valora tenir un cert grau de dificultat. Aquesta part concreta de la mostra, es queixa del soroll de fons i de la "mala oratòria" – falta d'intel·ligibilitat del discurs- del docent que està donant la classe (Figura 2), no

obstant, la majoria es canvia de lloc dins de l'aula i es posa en les primeres files per tal de poder seguir i entendre la classe amb normalitat.

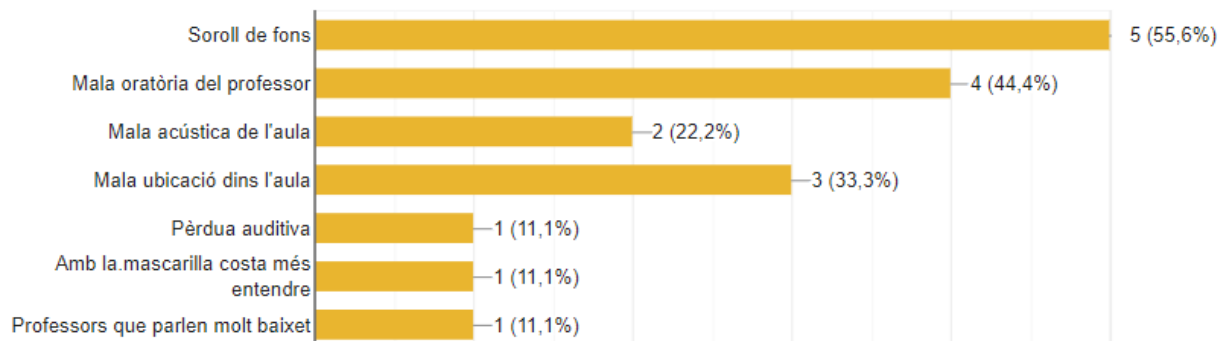


Figura 2. Motius pels quals tenen dificultats per a entendre/seguir les sessions.

DISCUSSIÓ I CONCLUSIONS

A partir d'una cerca bibliogràfica inicial es defineixen els principals paràmetres emprats per a determinar la qualitat tant acústica com auditiva, els procediments que cal seguir per a mesurar aquests paràmetres i els valors considerats de normalitat. A continuació, s'apliquen els mètodes i procediments corresponents per tal de recollir resultats, i s'arriben a diferents conclusions.

Tal i com s'ha vist en els resultats, cap de les aules compleix amb les normatives i els valors recomanats. Tot i això, encara que en aspectes globals no hi ha problemes per a seguir les sessions, sí que existeix una part dels estudiants que es queixen de no sentir bé a causa del soroll de fons que es percep en l'aula, i de la dificultat de comprensió del missatge transmès pel professor. Per aquest motiu es decanten per a canviar-se de lloc dins l'aula i optar per a les primeres files –malgrat s'ha vist que en algunes ubicacions concretes els paràmetres es poden veure empitjorats, cosa que indica que segurament el que porta l'estudiant a posar-se a primera fila, a nivell general, és més aviat l'augment de volum de la font sonora (és a dir, el docent) que comporta el canvi de posició, que no pas la voluntat de disminuir aquest soroll-.

Pel que fa al llinard auditiu de la mostra d'estudiants de la facultat, s'ha observat que, a trets generals, es troba dins del què es considera normal, encara que la major part



d'aquests estudiants tenen pèrdues de 25dB o més. No obstant, els efectes que pugui tenir això en l'audició són mínims. I és segurament un dels motius pels quals, encara existir les pèrdues, no hi ha repercussió directa en el fet de què experimentin dificultats de seguiment de les sessions a les aules

Tenint en compte això, es conclou que, independentment de quin sigui el líndar auditiu de l'oient, l'acústica de l'espai pot repercutir en la transmissió i comprensió del missatge oral, i que les estratègies que es segueixen per a posar remei a les dificultats que sorgeixen per l'acústica no són sempre les més indicades. Seria interessant, però també valorar el volum en el qual els docents transmeten el seu discurs i la seva claredat a l'hora de transmetre el missatge oral, ja que aquest també pot ser un dels motius pels quals l'alumnat presenti dificultats per a seguir les classes.

Per tal de poder millorar les condicions d'acústica de les aules, sobretot en les que es realitzen classes teòriques més habitualment, sense necessitats de fer canvis a nivell estructurals o reformes a gran escala, es podria pensar col·locar materials aïllants directament en alguna de les parets de l'aula –com seria el suro, per exemple-, trencar amb superfícies llises molt grans –com ho són les taules compartides d'algunes aules- i optar per a taules individuals, posar cortines a les finestres que donin a l'exterior, mantenir els sistemes de ventilació i calefacció en el millor estat possible per evitar sorolls molt elevats, etc.

Respecte a l'enquesta realitzada s'ha vist que, a nivell general, els hàbits d'utilització d'auriculars i l'entorn acústic habitual dels estudiants no és el més indicat, cosa que a la llarga pot suposar efectes per al sistema auditiu, com ho seria la pèrdua auditiva. De fet, aquests mals hàbits d'higiene auditiva, podrien ser els causants que una gran part de la mostra presenti ja pèrdues de 25dB o més, tal i com s'ha evidenciat en les audiometries realitzades. Caldria però, fer un estudi longitudinal més a llarg termini per a valorar si aquest ús excessiu d'auriculars i els llargs períodes de temps en entorns molt sorollosos poden generar una aparició de la pèrdua prematura d'audició i que vagi augmentant fins a casos més greus.