



UNIVERSITAT<sup>DE</sup>  
BARCELONA

# La influència de la percepció del so ambiental en l'àmbit educatiu: avaluació, mesures i aplicacions

Íngrit Soriguera Gellida



Aquesta tesi doctoral està subjecta a la llicència **Reconeixement 4.0. Espanya de Creative Commons.**

Esta tesis doctoral está sujeta a la licencia **Reconocimiento 4.0. España de Creative Commons.**

This doctoral thesis is licensed under the **Creative Commons Attribution 4.0. Spain License.**

# TESI DOCTORAL

La influència de la percepció del so ambiental

en l'àmbit educatiu:

avaluació, mesures i aplicacions



*Íngrit Soriguera Gellida*

2022



UNIVERSITAT DE  
BARCELONA

La influència de la percepció del so ambiental  
en l'àmbit educatiu:  
avaluació, mesures i aplicacions

Memòria presentada per optar al grau de doctor per la Universitat de Barcelona

Programa de doctorat en Didàctica de les Ciències, les Llengües,  
les Arts i les Humanitats

Autora: Íngrit Soriguera Gellida

Directores: Dra. Hortènsia Duran Gilabert i Dra. Genina Calafell Subirà

Tutor: Dr. Joaquim Giménez Rodríguez

Facultat d'Educació



UNIVERSITAT DE  
BARCELONA

*A en Jordi i en Gurb*



## Agraïments

Demano disculpes a totes les persones que em pugui deixar, això de fer i acabar una tesi no és gens fàcil, però ha valgut la pena i espero que en gaudiu d'aquests TEMPS que he dedicat per a fer aquesta recerca. És per això que, agraeixo enormement el vostre TEMPS, el que l'ha fet possible i el TEMPS que dediqueu en llegir-la o fullejar-la.

Agraeixo el TEMPS que han dedicat els meus alumnes en contestar qüestionaris, elaborar activitats i fins i tot, viure moments de SOROLL estressants! Tot plegat m'ha proporcionat les dades necessàries per elaborar aquesta tesi. Gràcies, nois i noies!

Agraeixo el TEMPS que han patit les meves tutores i directores en les correccions, i els neguits en les entregues en aquell últim moment. En Josep Castelló que em va ensenyar a buscar el detall i la precisió. A la Genina Calafell que va venir després i, em va introduir en la sostenibilitat i els ODS, i amb la que segur farem grans projectes. I, a la «meva» Hortènsia Duran, la meva «mare» professional que sempre m'ha assessorat i aconsellat de manera sabia, i ha estat generosa amb el bé més preuat, el seu TEMPS; desitjo tenir-la sempre al meu costat.

Agraeixo el TEMPS que han dedicat els meus companys de l'antic departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i la Matemàtica, en participar directament o indirectament en la recerca, encara que fos escoltant-me parlar del SO, participar-hi experimentalment o parlar d'altres temes més o menys educatius: en Miquel Colomer, en Guillermo Gold, la Sandra Entrena, en José Carretó, l'Anna Medina i la Bàrbara Vila. Després, han vingut més companys, com la Cinthia Pereira, en Roman Montull, en Joan Navidad, en Sergi Esteve, i tants més! I també, agrair el TEMPS que va dedicar la Dra. Teresa Tilló en l'inici d'aquesta recerca, juntament amb l'Hortènsia – que sempre hi és-, quan vaig fer el TFM sobre el SO que m'ha portat fins aquí. Amb totes aquestes persones i moltes més de la Facultat d'Educació de la Universitat de Barcelona em vaig començar a iniciar en el món de la didàctica i en l'estudi del SO i les seves implicacions.

Agraeixo el TEMPS que van dedicar a ensenyar-me a fer DECV i a preguntar-me el perquè ho faig així o aixà; als companys de la UVic, l'Arnau Amat, en Víctor Grau, en Jordi Martí, en Cinto Torrents i en Sebastià Riera (in memoriam).

Agraeixo el TEMPS que he passat, passo i passaré amb el grup d'innovació EduCits, amb el qual comença un pròsper camí després de l'entrega d'aquesta tesi. Gràcies, companys i companyes per fer possible aquest grup!

Agraeixo el TEMPS que han passat i passen amb mi els companys i companyes dels instituts on he estat i on he après que el SILENCI ha de ser solemne en els moments d'exàmens i el SOROLL ha de ser bullició i controlat en els moments de conversa entre alumnes i professors. Sobretot als meus Àngels del Vallbona!

Agraeixo el TEMPS que dediquen les meves amigues i amics, quan m'animen i diuen que tot el que es comença s'acaba! Als «Mundials de Natació», a la «Bombolla Villa Íngrit», a l'«Stego Vilà la Salle», a «Les súpernenes» i les «nenes de tota la vida», gràcies pels ànims. I gràcies a les sortides llampec amb la Berta i en Biel, que van tan bé! I visca Portugal! Doncs, sí, això s'acaba! I els grups tornaran a fer SOROLL per quedar aviat, i per fer sortides més llargues!

Agraeixo el TEMPS que dedica la meva família a cuidar en Gurb, mentre faig la tesi o faig mil coses, sobretot a la M. Àngels i en Jordi. Al meu germà i la resta de família. Gràcies!

Agraeixo, agraeixo i agraeixo. Agraeixo tenir la família que hem format junts Jordi, la que em fa fer tesi, em fa les sopes, m'ajuda, m'anima i m'estima. Sort de vosaltres, que sinó, això no ho acabo! Gràcies per les lectures, Jordi i, gràcies, Gurb per la magnífica portada! Dir-vos, però, que «*The father and son*» té els seus dies comptats, prepareu-vos perquè torno! Us estimo amb SOROLL tempestuós i amb SILENCI còmplice.

Finalment, vull explicar-vos que aquest tancament de tesi ha estat dur, la meva mare va estar malalta i aquell 24 d'octubre quan vaig sentir la seva veu enrogallada, vaig ser tan feliç de poder-la ESCOLTAR, i això és el que desitjo, que tu, mama, quan m'escoltis llegint la tesi, també et sentis feliç d'escoltar-me. Com tu, papa, que encara que estiguis al cel, sé que, també, seràs feliç escoltant-me, sempre ets amb mi.

No sé quin és el secret d'una tesi, però en aquesta el SOROLL la va iniciar, el SILENCI dubitatiu la va continuar tot barrejant-se amb un SOROLL blanc, que canviava l'espectre a mesura que anava avançant, i al final ha quedat un SILENCI eixordador que indica aquest final. Gràcies a tothom!

## Resum

L'objectiu general d'aquesta tesi és “Caracteritzar els coneixements sobre el so dels futurs mestres per a propiciar-ne l'alfabetització científica d'aquesta temàtica i fer-ho de manera sostenible incorporant els ODS, per tal d'afavorir un adequat paisatge sonor a les aules”. Per això s'ha fet una diagnosi inicial dels coneixements previs dels futurs mestres mitjançant un qüestionari de coneixements teòrics, tècnics i d'hàbits (qüestionari CT\*TH), els resultats del qual posen de manifest les seves mancances. Tanmateix, s'ha elaborat i implementat una innovació educativa per tal de propiciar un canvi conceptual sobre aquesta temàtica. Per comprovar si s'ha donat un canvi conceptual s'han analitzat els resultats d'un qüestionari CT\*TH que s'ha passat abans i després de la docència; així com les dades obtingudes de les produccions de l'alumnat i s'han elaborat col·laborativament amb l'alumnat mapes sonors amb diferents paisatges de l'aula on s'aplica la innovació. Es conclou que es donen canvis conceptuals importants sobretot en els coneixements teòrics i en alguns dels tècnics aplicats a la docència a les futures aules, però que els mals hàbits, com ara escoltar música molt alta durant molta estona o fer ús de bastonets es mantenen o fins i tot augmenten; cosa que ratifica la resistència al canvi dels aspectes d'hàbits i salut.

**Paraules clau:** So, soroll, canvi conceptual, innovació educativa, mapes sonors

## Resumen

El objetivo general de esta tesis es “Caracterizar los conocimientos sobre el sonido de los futuros maestros para propiciar su alfabetización científica sobre esta temática y hacerlo de manera sostenible incorporando los ODS, para favorecer un adecuado paisaje sonoro en las aulas”. Para alcanzarlo se ha realizado un diagnóstico inicial de los conocimientos previos de los futuros maestros mediante un cuestionario de conocimientos teóricos, técnicos y de hábitos (cuestionario CT\*TH), cuyos resultados ponen de manifiesto sus carencias. Igualmente, se ha elaborado e implementado una innovación educativa para propiciar un cambio conceptual sobre esta temática. Para comprobar si se ha dado un cambio conceptual, se han analizado los resultados de un cuestionario CT\*TH que se ha pasado antes y después de la docencia; así como los datos obtenidos de las producciones del alumnado y se han

elaborado, colaborativamente con los estudiantes, mapas sonoros con distintos paisajes del aula donde se aplica la innovación. Se concluye que se dan cambios conceptuales importantes, sobre todo en los conocimientos teóricos y en algunos técnicos aplicados a la docencia en las futuras aulas, pero que los malos hábitos, como escuchar música muy alta durante mucho rato o hacer uso de palitos se mantienen o incluso aumentan; lo que ratifica la resistencia al cambio de los aspectos de hábitos y salud.

**Palabras clave:** Sonido, ruido, cambio conceptual, innovación educativa, mapas sonoros

## Abstract

The main aim of this thesis is "To characterize the knowledge about sound of future teachers in order to promote scientific literacy on this topic and to do so in a sustainable way by incorporating SDGs in order to promote an adequate soundscape in the classroom". For this reason, it has been made an initial diagnosis of the previous knowledge of future teachers through a questionnaire of habits and theoretical and technical knowledge (CTTH questionnaire), which results show their shortcomings. However, an educational innovation has been developed and implemented in order to promote a conceptual change on this topic. To check whether there has been a conceptual change, we have analysed the results of a questionnaire CTTH that has been delivered before and after teaching as well as the data we obtained from the students' productions. We have also developed sound maps in a collaborative way with students with different landscapes of the classroom where innovation was applied. It is concluded that there are important conceptual changes, especially in theoretical knowledge and in some of the techniques applied to teaching in future classrooms, but that bad habits, such as listening to very loud music for a long time or using cotton swabs, are maintained or even increased, which ratifies resistance to change in aspects of habits and health.

**Keywords:** Sound, noise, conceptual change, educational innovation, sound maps

## Sumari

Índex de figures.....	VII
Índex de taules .....	XV
<b>Part I Plantejament de la recerca.....</b>	<b>1</b>
<b>1 Context, origen i formulació del problema de recerca .....</b>	<b>2</b>
1.1 L'educació per la sostenibilitat com a repte per a l'alfabetització científica en la formació inicial de mestres.....	3
1.2 La didàctica de les ciències en el marc dels ODS.....	6
1.3 Context de la investigació i contribucions.....	9
<b>2 Preguntes de recerca i objectius .....</b>	<b>12</b>
2.1 Estructura i disseny de la tesi.....	14
<b>Idees clau de la PART I .....</b>	<b>17</b>
<b>Part II: Fonamentació teòrica.....</b>	<b>18</b>
<b>3 Característiques generals del so.....</b>	<b>19</b>
3.1 Paisatge sonor.....	19
3.2 Què és el so? .....	20
3.2.1 Les ones.....	20
3.2.2 El so, una ona mecànica .....	24
3.2.3 Característiques del so.....	26
3.2.4 Fenòmens acústics.....	28
3.3 El sentit de l'oïda humana.....	34
3.3.1 Sensació i percepció.....	36
3.3.2 El camp d'audibilitat humà.....	41
3.3.3 Elements indispensables en un procés comunicatiu.....	43
3.3.4 Desenvolupament perceptiu del sistema auditiu.....	44
3.3.5 Alteracions del sistema auditiu.....	44
<b>4 Aspectes tècnics i jurídics .....</b>	<b>48</b>
4.1 La mesura del so.....	48
4.1.1 Nivell d'intensitat, sensació sonora i sonoritat .....	49

4.1.2	Corbes de ponderació .....	51
4.1.3	Paràmetres i aparells de mesurament.....	53
4.2	El soroll .....	53
4.2.1	Diferències entre so i soroll.....	54
4.2.2	Indicadors del nivell de soroll .....	55
4.2.3	Tipus de soroll.....	56
4.3	El soroll i la salut.....	57
4.3.1	El soroll i la salut a les escoles .....	61
4.3.2	Condicionament acústic escolar .....	65
4.4	Normativa referent al soroll .....	66
4.4.1	Legislació vigent.....	66
4.4.2	Normativa per a l'elaboració de mapes sonors .....	69
4.4.3	El currículum.....	70
<b>5</b>	<b>L'ensenyament i aprenentatge de les ciències i la seva aplicació al so</b>	<b>75</b>
5.1	Models d'ensenyament-aprenentatge .....	75
5.2	Cicle d'aprenentatge.....	78
5.3	Fonaments didàctics de la seqüència d'innovació .....	82
5.3.1	Idees prèvies dels infants sobre els conceptes físics .....	83
5.3.2	Idees prèvies dels infants sobre el so .....	84
5.3.3	L'ensenyament i l'aprenentatge de les ciències des del canvi conceptual..	87
5.3.4	Disseny experimental amb control de variables .....	89
5.3.5	Descripció dels mapes conceptual .....	91
5.3.6	Mapes sonors.....	94
5.3.7	ODS i sostenibilitat .....	95
	<b>Idees clau de la PART II.....</b>	<b>97</b>
	<b>Part III: Fonamentació metodològica .....</b>	<b>98</b>
<b>6</b>	<b>Fonamentació metodològica .....</b>	<b>99</b>
6.1	Paradigmes d'investigació .....	99
6.1.1	Metodologia d'investigació: quantitativa i qualitativa .....	103
6.1.2	Tècniques d'investigació .....	106
6.2	Investigació mixta: quantitativa i qualitativa.....	108
6.2.1	Triangulació .....	111

<b>7</b>	<b>Decisions metodològiques de la investigació.....</b>	<b>111</b>
7.1	Instruments, recollida de dades i instruments d'anàlisi .....	116
<b>8</b>	<b>Context de la recerca .....</b>	<b>118</b>
8.1	Context acadèmic: Pla docent d'Aprenentatge i Ensenyament de les Ciències Naturals .....	118
8.2	Població d'anàlisi .....	120
8.3	Perfils dels estudiants.....	120
<b>9</b>	<b>Disseny metodològic de la primera etapa .....</b>	<b>121</b>
9.1	Mostra de la primera etapa.....	122
9.2	Instruments i recollida de dades de la primera etapa .....	123
9.2.1	Blocs i organització del qüestionari CTTH.....	123
9.2.2	Tipus de preguntes del qüestionari CTTH .....	123
9.2.3	Distribució de les preguntes segons els blocs del qüestionari CTTH.....	125
9.2.4	Taula d'especificació del qüestionari CTTH.....	133
9.3	Procés d'anàlisi .....	134
<b>10</b>	<b>Disseny metodològic de la segona etapa .....</b>	<b>135</b>
10.1	Mostra de la segona etapa .....	136
10.2	Instruments i recollida de dades de la segona etapa.....	137
10.2.1	Qüestionari CTTH .....	137
10.2.1.1	Taula d'especificació del qüestionari CTTH durant la segona etapa ..	138
10.2.2	Proposta d'intervenció educativa.....	139
10.2.2.1	Produccions de l'alumnat: activitats de la innovació docent.....	144
10.2.2.2	Producció de l'alumnat: Elaboració dels dissenys experimentals DECV i ODS.....	145
10.2.2.3	Producció de l'alumnat: Elaboració dels mapes conceptuals.....	145
10.2.2.4	Mapes sonors: Antecedents per a l'elaboració .....	147
10.2.2.5	Producció de dades: Paràmetres de mesurament en els mapes sonors.....	151
10.2.2.6	Producció de l'alumnat: Qüestionari de percepció per fer mapes sonors.....	153
10.3	Procés d'anàlisi de la segona etapa.....	155
10.3.1	Anàlisi del qüestionari CTTH .....	156

10.3.2	Elaboració de xarxes sistèmiques per a l'anàlisi qualitativa .....	156
10.3.2.1	Procés d'anàlisi de les xarxes sistèmiques dels DECV.....	157
10.3.2.2	Procés d'anàlisi de les xarxes sistèmiques de la sostenibilitat mitjançant els ODS dins dels DECV.....	161
10.3.2.3	Procés d'anàlisi de les xarxes sistèmiques dels mapes conceptuals .....	162
10.3.2.4	Procés d'anàlisi dels mapes sonors.....	167
<b>11</b>	<b>Disseny metodològic de la tercera etapa .....</b>	<b>168</b>
11.1	Mostra de la tercera etapa .....	169
11.2	Instruments i procés d'anàlisi de la tercera etapa .....	169
<b>12</b>	<b>Criteris ètics i deontològics.....</b>	<b>170</b>
<b>Idees clau de la PART III .....</b>		<b>172</b>
<b>Part IV: Resultats i discussió .....</b>		<b>173</b>
<b>13</b>	<b>Tipus de resultats obtinguts .....</b>	<b>174</b>
<b>14</b>	<b>Anàlisi i discussió de resultats de la primera etapa.....</b>	<b>176</b>
14.1	Anàlisi estadística i discussió del bloc de dades demogràfiques de la primera etapa.....	178
14.2	Anàlisi estadística i discussió del bloc d'antecedents i hàbits de la primera etapa.....	181
14.2.1	Anàlisi estadística i discussió de les preguntes obertes del bloc d'antecedents i hàbits de la primera etapa.....	186
14.3	Anàlisi estadística i discussió del bloc de coneixements de la primera etapa ..	194
14.4	Anàlisi estadística i discussió del bloc de condicionament acústic de la primera etapa.....	198
14.4.1	Anàlisi estadística i discussió de la pregunta oberta del bloc de condicionament acústic de la primera etapa.....	204
14.5	Anàlisi estadística i discussió del bloc de la unitat didàctica de la primera etapa.....	213
14.6	Anàlisi estadística de les respostes en blanc de les preguntes obertes de la primera etapa.....	214
<b>15</b>	<b>Anàlisi i discussió de resultats de la segona etapa.....</b>	<b>216</b>
15.1	Resultats del qüestionari CTTI preintervenció, etapa 2 .....	217



15.1.1	Anàlisi estadística del bloc de dades demogràfiques abans de la intervenció de l'etapa 2.....	218
15.1.2	Anàlisi estadística i discussió del bloc d'antecedents i hàbits abans de la intervenció de l'etapa 2.....	221
15.1.3	Anàlisi estadística i discussió de la pregunta oberta del bloc d'antecedents i hàbits abans de la intervenció de l'etapa 2.....	228
15.1.4	Anàlisi estadística i discussió del bloc de coneixements abans de la intervenció de l'etapa 2.....	234
15.1.5	Anàlisi estadística i discussió del bloc de condicionament acústic abans de la intervenció de l'etapa 2.....	240
15.1.5.1	Anàlisi estadística i discussió de les preguntes obertes del bloc condicionament acústic abans de la intervenció de l'etapa 2.....	248
15.1.6	Anàlisi estadística i discussió del bloc de la unitat didàctica abans de la intervenció de l'etapa 2.....	252
15.2	Activitats d'aplicació.....	253
15.2.1	Resultats de les produccions de l'alumnat: DECV.....	253
15.2.2	Resultats de les produccions de l'alumnat: ODS.....	257
15.2.3	Resultats de les produccions alumnat: Mapes conceptuals.....	258
15.3	Presentació dels resultats dels mapes sonors.....	262
15.4	Anàlisi i discussió dels resultats del qüestionari CTTH postintervenció.....	277
15.4.1	Anàlisi i discussió de les dades demogràfiques després de la intervenció de l'etapa 2.....	277
15.4.2	Anàlisi i discussió antecedents i hàbits després de la intervenció de l'etapa 2.....	278
15.4.3	Anàlisi i discussió del bloc coneixements després de la intervenció de l'etapa 2.....	285
15.4.4	Anàlisi i discussió bloc de condicionament acústic després de la intervenció de l'etapa 2.....	289
15.4.5	Anàlisi i discussió de la pregunta oberta del bloc condicionament acústic després de la intervenció de l'etapa 2.....	292
15.4.6	Anàlisi i discussió del bloc de la unitat didàctica després de la intervenció de l'etapa 2.....	295
<b>16</b>	<b>Anàlisi i discussió de resultats de la tercera etapa: Triangulació ....</b>	<b>297</b>

16.1	Anàlisi relacional: comparació del qüestionari CTTH pre i postintervenció ..	298
16.1.1	Anàlisi relacional del bloc antecedents i hàbits.....	298
16.1.1.1	Anàlisi relacional de la pregunta oberta d'antecedents.....	300
16.1.2	Anàlisi relacional del bloc coneixements.....	302
16.1.3	Anàlisi relacional del bloc condicionament acústic.....	305
16.1.3.1	Anàlisi relacional de la pregunta oberta del bloc condicionament acústic.....	306
16.1.4	Anàlisi relacional del bloc de la unitat didàctica .....	307
	<b>Idees clau de la PART IV.....</b>	<b>309</b>
	<b>Part V: Conclusions, limitacions i futures línies d'investigació... 310</b>	
<b>17</b>	<b>Conclusions .....</b>	<b>311</b>
17.1	Conclusions de la primera etapa .....	311
17.2	Conclusions de la segona etapa.....	312
17.3	Conclusions de la tercera etapa.....	313
17.4	Conclusions finals .....	315
<b>18</b>	<b>Limitacions .....</b>	<b>316</b>
<b>19</b>	<b>Futures línies de futur.....</b>	<b>316</b>
	<b>Idees clau de la PART V .....</b>	<b>318</b>
	<b>Part VI: Bibliografia.....</b>	<b>319</b>
	<b>Annexos .....</b>	<b>336</b>
	<b>Annex 1: Presentació innovació didàctica.....</b>	<b>337</b>
	<b>Annex 2: Resultats qüestionari CTTH primera etapa .....</b>	<b>346</b>
	<b>Annex 3: Mapes sonors.....</b>	<b>352</b>
	<b>Annex 4: Resultats paraula clau, pràctica percepció sonora .....</b>	<b>364</b>
	<b>Annex 5: Resultats estadístic anàlisi relacional .....</b>	<b>368</b>

## Índex de figures

Figura 1. Esquema del desenvolupament sostenible considerant les àrees: social, econòmica i la de medi ambient. Modificat de Diaz Marcos, 2020.....	8
Figura 2. Esquema del disseny de la recerca .....	14
Figura 3. Espectre electromagnètic, extret de < <a href="https://ca.wikipedia.org/wiki/Espectre">https://ca.wikipedia.org/wiki/Espectre</a> > [Consulta: 4 de febrer de 2019].....	21
Figura 4. Classificació dels diferents tipus d'ones .....	22
Figura 5. Esquema d'una ona electromagnètica .....	22
Figura 6. Magnituds que defineixen un tren d'ones.....	23
Figura 7. Qualitats del so, característiques i factors que els produeixen.....	27
Figura 8. Esquema dels principals tipus de fenòmens acústics.....	30
Figura 9. Representació de l'eco i de la reverberació en funció de la distància que ha de recórrer el so quan es produeixen aquest fenòmens.....	31
Figura 10. Funcionament general del sistema nerviós.....	34
Figura 11. Nivells d'elaboració del coneixement segons el nivell cognoscitiu.....	37
Figura 12. Anatomia de l'oïda.....	38
Figura 13. Esquema del cargol en les regions de determinades freqüències. Modificat de Llobart Elias (2007).....	40
Figura 14. Camp d'audibilitat humà. Modificat de Llobart Elias (2007). .....	41
Figura 15. Audibilitat humana en funció de l'edat. Extreta d'Olson (1967).....	42
Figura 16. Elements de comunicació .....	44
Figura 17. Nivell d'intensitat en funció de la freqüència per a sons amb la mateixa sonoritat. Extreta de Embrechts (2003).....	50

Figura 18. Nivell d'intensitat en funció de la freqüència per a sons amb la mateixa sonoritat. Extreta de Embrechts (2003).....	52
Figura 19. Danys a l'audició segons les intensitats en l'exposició sonora. Basat en Defensor del pueblo (2016) .....	57
Figura 20. Model de l'energia sonora reflectida, absorbida i transmesa per part d'un material. Modificat de Couso, Hernández i Pintó (2009). .....	66
Figura 21. Les quatre fases del cicle d'aprenentatge de Jorba i Sanmartí (1994) .....	79
Figura 22. Model d'aprenentatge de les 5E de (Bybee, 1997).....	80
Figura 23. Processos d'activitat científica relacionats amb l'àmbit dels fets i de les idees. Extret de Martí Feixas (2012).....	82
Figura 24. Objectius de desenvolupament sostenible relacionats amb la temàtica d'estudi. Extrets de l'ONU (2015) .....	95
Figura 25. Ubicació orientativa de les tècniques d'investigació segons el grau d'implicació de l'investigador. Modificat d'Arnal (1997).....	107
Figura 26. Esquema de les etapes de la tesi relacionades amb la metodologia i els resultats .....	115
Figura 27. Detall del disseny metodològic de la primera etapa de la recerca .....	121
Figura 28. Preguntes del bloc dades demogràfiques del qüestionari CTTH .....	126
Figura 29. Preguntes del bloc antecedents del qüestionari CTTH .....	127
Figura 30. Preguntes del qüestionari del bloc hàbits del qüestionari CTTH.....	128
Figura 31. Preguntes del qüestionari del bloc coneixements del qüestionari CTTH.....	129
Figura 32. Entrada del diccionari de la paraula SO. Extret del Diccionari.cat, grup Enciclopèdia Catalana .....	130
Figura 33. Entrada del diccionari de la paraula SOROLL, extret del Diccionari.cat, grup Enciclopèdia Catalana .....	130

Figura 34. Preguntes del qüestionari del bloc condicionament acústic del qüestionari CT*TH .....	131
Figura 35. Preguntes del bloc proposta didàctica en Educació Primària/Educació Infantil, del qüestionari CT*TH .....	132
Figura 36. Detall del disseny metodològic de la segona etapa de la recerca.....	135
Figura 37. Principals formes topològiques dels mapes conceptuals.....	146
Figura 38. Ubicació dels punts on es van dur a terme les sonometries del mapa sonor elaborat per OSSMA al 2005. Font: Mapa sonor de la Universitat de Barcelona 2005 Campus de Diagonal OSSMA (2006) .....	148
Figura 39. Recull de mapes sonors obtinguts en els mesuraments dels paràmetres: Leq, Lmàx, L90, L50, L10 del Campus Diagonal, elaborat per OSSMA al 2005, (OSSMA, 2006) .....	150
Figura 40. Primera part del qüestionari de percepció sonora .....	153
Figura 41. Segona part del qüestionari de percepció sonora .....	154
Figura 42. Detall del disseny metodològic de la tercera etapa de la recerca.....	168
Figura 43. Document de consentiment informat que es fa signar en tots els qüestionaris en els que participen els futurs mestres.....	170
Figura 44. Esquema dels resultats de la recerca.....	175
Figura 45. Detall del tipus d'anàlisi de la primera etapa .....	176
Figura 46. Diagrama de barres agrupat per rangs d'edat i sexe de la primera etapa.....	178
Figura 47. Diagrama de barres agrupat en funció del curs i del grau que cursen els participants de la primera etapa .....	180
Figura 48. Diagrama de sectors de la primera etapa sobre la qüestió: «En quins moments de la teva vida acadèmica has estudiat aspectes relacionats amb el SO».....	181

Figura 49. Diagrama de barres referent a conflictes sonors abans de la intervenció, de la primera etapa .....	189
Figura 50. Diagrama de barres agrupat de la primera etapa que mostra les respostes obtingudes en funció del rang d'edat .....	190
Figura 51. Diagrama de freqüències de la primera etapa, amb les 4 categories referents a la qüestió oberta: «Cita quins factors poden alterar la capacitat d'oïda?» .....	193
Figura 52. Diagrames de sectors per a les definicions del so i els soroll de la primera etapa .....	195
Figura 53. Diagrames de barres de freqüències per a les definicions del so i el soroll durant la primera etapa .....	196
Figura 54. Diagrama de barres de freqüències de la primera etapa amb els possibles valors de intensitats sonors màxims que es poden escoltar en una aula i sentir nítidament al professorat .....	197
Figura 55. Diagrama de sectors de la primera etapa que respon a la qüestió: «Quin aparell utilitzaries per mesurar la intensitat sonora?», de l'etapa 1 .....	198
Figura 56. Diagrames de barres de freqüències de les respostes obtingudes pels participants de la primera etapa, referents al revestiment i la forma de l'aula .....	201
Figura 57. Diagrames de barres de freqüències de les respostes obtingudes pels participants de la primera etapa, referents a l'aforament de l'aula.....	202
Figura 58. Diagrames de barres de freqüències de les respostes obtingudes pels participants de la primera etapa, referents als tipus de materials.....	202
Figura 59. Grups de diagrames de sectors de la primera etapa referent al tipus de resposta sobre el condicionament acústic d'una aula .....	209
Figura 60. Núvol de paraules de les respostes correctes dels 18 participants de la primera etapa, realitzada amb l'aplicació en línia <i>Wordcloud</i> .....	210

Figura 61. Núvol de paraules de totes les categories sense les respostes correctes dels 18 participants de la primera etapa, realitzada amb l'aplicació en línia <i>Wordcloud</i> .....	211
Figura 62. Diagrames de barres de freqüència sobre el tipus de respostes per: «Dissenyar i condicionar una aula», de la primera etapa.....	212
Figura 63. Detall del tipus d'anàlisi de la segona etapa.....	217
Figura 64. Diagrama de barres agrupat en funció del curs i del grau que cursen els participants de la segona etapa, abans de la intervenció.....	219
Figura 65. Diagrama de sectors abans de la intervenció de l'etapa 2 sobre la qüestió: «En quins moments de la teva vida acadèmica has estudiat aspectes relacionats amb el SO» .....	221
Figura 66. Diagrama de freqüències que mostra els principals factors que afecten la capacitat d'oïda, abans de la intervenció de la segona etapa.....	228
Figura 67. Diagrama de barres de freqüències abans de la intervenció de la segona etapa referent a conflictes sonors.....	231
Figura 68. Grup de diagrames de barres de freqüències abans de la intervenció de la segona etapa sobre els tipus de conflictes sonors segons la font i l'activitat.....	232
Figura 69. Diagrama de sectors de les respostes obertes sobre la definició de so i de soroll, tenint en compte les definicions dels diccionaris de la Llengua Catalana, abans de la intervenció de l'etapa 2.....	236
Figura 70. Diagrama de barres de freqüències amb els possibles valors de intensitats sonors màxims que es poden escoltar en una aula i se sent nítidament al professorat, abans de la intervenció de l'etapa 2.....	237
Figura 71. Diagrama de barres del coneixement dels decibels mínims audibles, a l'esquerra, i dels decibels en un discoteca, a la dreta, abans de la intervenció de l'etapa 2.....	238

Figura 72. Diagrama de sectors que respon a la qüestió: «Quin aparell utilitzaries per mesurar la intensitat sonora?», abans de la intervenció de l'etapa 2.....	239
Figura 73. Diagrames de barres de freqüències de les respostes obtingudes pels participants abans de la intervenció de l'etapa 2, referents al revestiment i la forma de l'aula.....	242
Figura 74. Diagrama de barres de freqüències de les respostes obtingudes pels participants abans de la intervenció de l'etapa 2, referents a l'aforament de l'aula.....	243
Figura 75. Diagrames de barres de freqüències de les respostes obtingudes pels participants abans de la intervenció de l'etapa 2, referents als tipus de materials.....	244
Figura 76. Diagrames de barres de freqüència sobre el tipus de respostes per: «Dissenyar i condicionar una aula», abans de la intervenció de l'etapa 2.....	251
Figura 77. Diagrama de barres dels percentatges agrupats dels criteris modificats utilitzats en l'anàlisi dels mapes conceptuals.....	261
Figura 78. Diagrama de barres de la mitjana sonora que es produeix al llarg d'una classe teòrica, amb els valors estadístics a la dreta .....	264
Figura 79. Diagrama de barres de la mitjana sonora que es produeix al llarg d'una classe pràctica, amb els valors estadístics a la dreta.....	265
Figura 80. Plànol del Laboratori de Geologia, edifici de Migdia 1, Campus Mundet.....	266
Figura 81. Mapa sonor en decibels d'una situació ambientació de trànsit en el Laboratori de Geologia .....	267
Figura 82. Mapa sonor en decibels d'una situació ambientació de tempesta en el Laboratori de Geologia.....	268
Figura 83. : Mapa sonor en decibels d'una situació ambientació de pati a volum mitja en el Laboratori de Geologia .....	269
Figura 84. Mapa sonor en decibels posició de la professora asseguda en el Laboratori de Geologia .....	270



Figura 85. Mapa sonor en decibels posició de la professora dreta en el Laboratori de Geologia .....	271
Figura 86. Mapa sonor en decibels posició de la professora d'esquena en el Laboratori de Geologia .....	272
Figura 87. Diagrames de sectors dels diferents moments sonors indicant la paraula clau, en lila .....	276
Figura 88. Diagrama de barres dels factors que poden afectar la capacitat d'oïda, després de la intervenció de la segona etapa.....	280
Figura 89. Diagrama de barres de freqüències després de la intervenció de la segona etapa referent a conflictes sonors.....	282
Figura 90. Grup de diagrames de barres de freqüències després de la intervenció de la segona etapa sobre els tipus de conflictes sonors segons la font i l'activitat.....	283
Figura 91. Diagrama de sectors de les respostes obertes sobre la definició de so i de soroll, de la postintervenció de l'etapa 2.....	286
Figura 92. Diagrama de barres de freqüències amb els possibles valors de intensitats sonors màxims que es poden escoltar en una aula i se sent nítidament al professorat, després de la intervenció de l'etapa 2 .....	287
Figura 93. Diagrama de barres del coneixement dels decibels mínims audibles, a l'esquerra, i dels decibels en un discoteca, a la dreta, després de la intervenció de l'etapa 2.....	287
Figura 94. Diagrama de sectors del nom de l'aparell per mesurar la intensitat després de la intervenció de l'etapa 2.....	288
Figura 95. Diagrames de barres de freqüències de les respostes obtingudes pels participants després de la intervenció de l'etapa 2, referents al revestiment i la forma de l'aula ...	290
Figura 96. Diagrama de barres de freqüències de les respostes obtingudes pels participants després de la intervenció de l'etapa 2, referents a l'aforament de l'aula.....	291

Figura 97. Diagrames de barres de freqüències de les respostes obtingudes pels participants abans de la intervenció de l'etapa 2, referents als tipus de materials .....	292
Figura 98 Diagrames de barres de freqüència sobre el tipus de respostes per: «Dissenyar i condicionar una aula», després de la intervenció de l'etapa 2.....	295
Figura 99. Detall de l'anàlisi de la tercera etapa .....	297
Figura 100. Diagrama de barres creuat entre les respostes obtingudes del qüestionari CTTH preintervenció vers les respostes en la postintervenció de l'etapa 2, per a la qüestió: «Què és per tu el so?» .....	303
Figura 101: Diagrama de barres creuat entre les respostes obtingudes del qüestionari CTTH preintervenció vers les respostes en la postintervenció de l'etapa 2, per a la qüestió: «Què és per tu el soroll?» .....	304
Figura 102. Diagrama de barres creuat entre les respostes obtingudes del qüestionari CTTH preintervenció vers les vers les respostes en la postintervenció de l'etapa 2, en el disseny i condicionament d'una aula .....	307

## Índex de taules

Taula 1. Interpretació de les competències relacionades amb el coneixement de les ciències. .....	10
Taula 2. Relació dels objectius principals amb els objectius específics i els objectius operatius corresponents .....	13
Taula 3. Diferències d'amplitud i freqüència, segons siguin ones sonores o lumíniques. Font: Modificat de Dias de Deus (2001). .....	24
Taula 4. Esquema dels elements que intervenen en la producció i identificació d'un so: emissió, propagació i recepció. Modificat de Tipler i Mosca (2006). .....	25
Taula 5. Velocitats de propagació de les ones sonores en funció del medi físic que travessen. Modificat de Bueche (2007). .....	26
Taula 6. Taula d'exigències tècniques del temps de reverberació RTmid recomanable en funció del tipus de sala (recintes ocupats). Modificat de « <i>Diseño acústico de espacios arquitectónicos</i> » de Carrión (1998).....	32
Taula 7. Relació entre el nivell de dB(A) i la seva valoració subjectiva. Modificat de Querol (2011). .....	42
Taula 8. Taula de criteris i tipus de sordesa.....	46
Taula 9. Taula que mostra el que sent una persona sana segons ordres de magnitud en decibels relacionats amb el quocient entre les intensitats. Modificat de Tipler i Mosca (2006). .....	51
Taula 10. Tipus de sorolls. Modificat de Laboria Vallés (2008). .....	57
Taula 11. Efectes i característiques que poden ocasionar un excés de soroll. Modificat de Chavez Miranda (2006). .....	59

Taula 12. Efectes nocius que poden ocasionar nivells sonors inadequats. Modificat de Tolosa Cabani (2005).....	60
Taula 13. Taula resum de les principals característiques dels models d'aprenentatge de ciències.....	76
Taula 14. Taula resum dels tipus de models de l'alumnat segons West (2011).....	86
Taula 15. Quadre resum per plantejar un Disseny Experimental amb Control de Variables. Extret de Martí Freixas (2012) .....	90
Taula 16. Taula-resum comparativa entre un mapa mental i un mapa conceptual .....	93
Taula 17. Quadre-resum de les principals dimensions dels paradigmes de investigació educativa. Basat en Latorre, Rincón i Arnal (2003) i Vildósola (2009) .....	100
Taula 18. Quadre-resum de les principals diferències entre l'anàlisi qualitatiu i quantitatiu. Modificat d'Arnal (1997).....	104
Taula 19. Quadre-resum dels principals enfocaments d'investigació: quantitatiu i qualitatiu, segons les perspectives i les modalitats de recerca (Arnal, 1997).....	105
Taula 20. Classificació orientativa d'algunes tècniques d'obtenció d'informació (Del Rincón et al.1995) .....	106
Taula 21. Resum dels instruments d'anàlisi de la recerca segons la metodologia, tipus de recerca, tècnica d'anàlisi o programari emprat i proves estadístiques, si s'escau .....	117
Taula 22. Taula d'especificació del tipus de qüestions que hi ha en el qüestionari CTTH	133
Taula 23. Taula d'especificació del tipus de pregunta que hi ha en el qüestionari CTTH durant la segona etapa .....	138
Taula 24. Programació de la intervenció de la innovació didàctica .....	140
Taula 25. Nivells estadístics sonors emprats (Ln) en els estudis de mesurament sonors...	152
Taula 26. Quadre-resum de la xarxa sistèmica utilitzada per valora l'índex de xarxa dels DECV en funció de l'anàlisi procedimental.....	159

Taula 27. Quadre-resum de la xarxa sistèmica utilitzada per valorar l'índex de xarxa dels DECV en funció de l'anàlisi de contingut dels enunciat relatiu a l'atenuació i l'absorció .....	160
Taula 28. Quadre-resum de la xarxa sistèmica utilitzada per valora l'índex de xarxa dels DECV en funció de l'anàlisi de contingut dels enunciat relatiu a la necessitat d'un medi físic per a la propagació i la reflexió .....	161
Taula 29. Quadre-resum de la xarxa sistèmica utilitzada per valorar l'índex de xarxa en la inclusió dels ODS .....	161
Taula 30. Relació entre els criteris de Prats (2018) amb els criteris modificats.....	163
Taula 31. Quadre-resum de la xarxa sistèmica utilitzada per valorar l'índex de xarxa semàntic dels mapes conceptuals .....	167
Taula 32. Freqüències i percentatges agrupats per intervals d'edat de la primera etapa.....	178
Taula 33. Taula de contingència de la primera etapa entre els ítems: «Fas servir auriculars per escoltar música?» i «Acostumes a anar a la discoteca o a esdeveniments musicals?» .....	182
Taula 34. Taula de contingència de la primera etapa entre els ítems: «Fas servir auriculars per escoltar música?» i els «Interval d'edat».....	183
Taula 35. Taula de contingència de la primera etapa entre els ítems: «Acostumes a anar a la discoteca o a esdeveniments musicals?» i els «Interval d'edat».....	183
Taula 36. Taula de contingència de la primera etapa entre els ítems: «Tens antecedents familiars amb problemes a les oïdes?» i «En els últims 5 anys, has tingut algun problema a les oïdes?» .....	184
Taula 37. Taula de contingència de la primera etapa entre els ítems: «En els últims 5 anys, has tingut algun problema a les oïdes?» i «T'has revisat les oïdes en els últims 5 anys?» .....	185

Taula 38. Taula de contingència de la primera etapa entre els ítems: «En els últims 5 anys, has tingut algun problema a les oïdes?» i «Utilitzes bastonets per netejar-te les oïdes?» .....	186
Taula 39. Resultats esperats per part dels participants referents als tipus de materials, revestiment, forma i mida d'una aula que fan que una aula tingui una bona acústica	199
Taula 40. Moda dels resultats observats sobre condicionament sonor de la mostra de la primera etapa, en verd els ítems encertats pels participants .....	200
Taula 41. Taula de contingència de la primera etapa entre els ítems: «Que el sostre sigui alt» i «Que el sostre sigui baix»;.....	203
Taula 42. Taula de contingència de la primera etapa entre els ítems: «Que l'aula estigui parcialment buida» i «Que l'aula estigui plena d'estudiants».....	204
Taula 43. Taula d'estadístics descriptius dels ítems per fer una UD sobre el so, de la primera etapa.....	213
Taula 44. Taula de contingència de la primera etapa entre els ítems: «Conflictes derivats del soroll» i «Disseny de l'aula», per relacionar les «Respostes en blanc».....	215
Taula 45. Taula de contingència de la primera etapa entre els ítems: «Factors alteren l'oïda» i «Disseny de l'aula»; per relacionar les «Respostes en blanc».....	216
Taula 46. Freqüències i percentatges agrupats per intervals d'edat de la segona etapa, abans de la intervenció .....	218
Taula 47. Participants possibles (matriculats) i efectius (alumnat participant) de l'etapa 2	220
Taula 48. Taula de contingència de la segona etapa abans de la intervenció entre els ítems: «Fas servir auriculars per escoltar música?» i «Acostumes a anar a la discoteca o a esdeveniments musicals?» .....	223
Taula 49. Taula de contingència de la segona etapa abans de la intervenció entre els ítems: «Fas servir auriculars per escoltar música?» i els «Intervals d'edat» .....	223

Taula 50. Taula de contingència de la segona etapa abans de la intervenció entre els ítems: «Acostumes a anar a la discoteca o a esdeveniments musicals» i els «Interval·ls d'edat» .....	224
Taula 51. Taula de contingència de la segona etapa abans de la intervenció entre els ítems: «Tens antecedents familiars amb problemes a les oïdes?» i «En els últims 5 anys, has tingut algun problema a les oïdes?».....	225
Taula 52. Taula de contingència de la segona etapa abans de la intervenció entre els ítems: «En els últims 5 anys, has tingut algun problema a les oïdes?» i «T'has revisat les oïdes en els últims 5 anys?».....	226
Taula 53. Taula de contingència de la segona etapa abans de la intervenció entre els ítems: «En els últims 5 anys, has tingut algun problema a les oïdes?» i «Utilitzes bastonets per netejar-te les oïdes?» .....	227
Taula 54. Xarxa sistèmica que mostra les relacions entre categories bàsiques i subcategories que s'estableixen a partir de l'anàlisi del discurs de la pregunta oberta sobre els conflictes sonors, del qüestionari CITH preintervenció de l'etapa 2.....	233
Taula 55. Moda dels resultats observats sobre condicionament sonor de la mostra abans de la intervenció de la segona etapa, en verd els ítems encertats pels participants.....	240
Taula 56. Taula de contingència abans de intervenció de la segona etapa entre els ítems: «Que en les parets hi hagi rajoles» i «Que en les parets hi hagi suro o fusta» .....	245
Taula 57. Taula de contingència abans de intervenció de la segona etapa entre els ítems: «Que la paret sigui llisa» i «Que la paret sigui rugosa» .....	245
Taula 58. Taula de contingència abans de intervenció de la segona etapa entre els ítems: «Que el sostre sigui alb» i «Que el sostre sigui baix».....	246
Taula 59. Taula de contingència abans de intervenció de la segona etapa entre els ítems: «Que el sostre tingui forma de cúpula» i «Que el sostre sigui pla» .....	247

Taula 60. Taula de contingència de la segona etapa entre els ítems: «Que l'aula estigui parcialment buida» i «Que l'aula estigui plena d'estudiants» (qüestionari CTTH preintervenció) .....	247
Taula 61. Taula d'estadístics descriptius dels ítems per fer una UD sobre el so, abans de la intervenció de l'etapa 2.....	252
Taula 62. Resum dels índexs de xarxa i els estadístics descriptius obtinguts per a cada DECV des del punt de vista procedimental .....	255
Taula 63. Resum dels índexs de xarxa i els estadístics descriptius obtinguts per a cada DECV des del punt de vista conceptual .....	256
Taula 64. Valors de tendència central relatius a l'índex de xarxa relatiu per a la inclusió dels ODS en els DECV .....	258
Taula 65. Valors estadístics descriptius dels índexs de xarxa modificats pels mapes conceptuals .....	260
Taula 66. Valors estadístics descriptius dels índexs de xarxa dels mapes conceptuals .....	262
Taula 67. Categories assignades per fer el seguiment sonor d'una classe al Laboratori de Geologia .....	263
Taula 68. Taula de freqüències i percentatges de la mostra després de la intervenció educativa.....	277
Taula 69. Xarxa sistèmica de l'anàlisi del discurs de la pregunta oberta sobre els conflictes sonors, de la postintervenció de l'etapa 2.....	284
Taula 70. Moda dels resultats observats sobre condicionament sonor de la mostra després de la intervenció de la segona etapa, en verd els ítems encertats pels participants ....	289
Taula 71. Taula d'estadístics descriptius dels ítems per fer una UD sobre el so, després de la intervenció de l'etapa 2.....	296



Taula 72. Taula de contingència de la tercera etapa que relaciona la pregunta oberta referent als conflictes sonors entre la preintervenció i la postintervenció .....	301
Taula 73. Valors de la prova de <i>Mc Nemar- Broker</i> pels diferents ítems valorats en el disseny d'una unitat didàctica.....	308

## Part I Plantejament de la recerca

En aquesta primera part s'expliquen les motivacions que han donat peu a fer aquesta recerca educativa, la qual té com a destinataris els futurs mestres que s'estan formant. La temàtica sembla senzilla: el so i les seves implicacions a dins de l'aula, però com es pot comprovar dona per molt i és la punta d'un iceberg de coneixement; i és que quan sembla que en sabem, llavors, ens adonem de la immensitat que té qualsevol recerca quan es mira en detall.

## 1 Context, origen i formulació del problema de recerca

Quantes vegades hem esperat que es fes silenci a l'aula per tal d'afavorir una escolta activa? Quants cops ens hem queixat per l'excés de soroll en una aula? I les vegades que hem sortit amb mal de cap perquè els decibels de l'aula eren massa elevats? Aquestes preguntes i neguits sorgeixen entre el professorat de tots els nivells educatius i van ser el motiu pel qual es va fer el treball de recerca: «*Percepció de la influència del so ambiental en l'àmbit educatiu en els estudis de Grau de Mestre*» del Màster de Recerca en Didàctiques Específiques de la Universitat de Barcelona durant el curs acadèmic 2011-2012.

D'aquesta recerca, han sorgit noves qüestions: Els futurs mestres coneixen els efectes que causa la contaminació acústica? Saben com minimitzar-ne els seus efectes? Coneixen com es propaga el so? Si en tenen coneixement, tenen més eines per afavorir un paisatge sonor òptim a l'aula? Coneixen l'Agenda 2030? I com els Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS) poden beneficiar l'educació de qualitat; la salut i el benestar; i les comunitats sostenibles? La sostenibilitat facilita el canvi actitudinal de l'alumnat vers el soroll ambiental? I per altra banda, els futurs mestres tenen l'alfabetització científica necessària per a treballar la contaminació acústica i tots els conceptes científics que se'n desprenen? Sí, són moltes preguntes, perquè la temàtica és complexa i hi intervenen múltiples factors.

En el Treball Final del Màster de Recerca en Didàctiques Específiques, el TFM, s'explicita la manca de coneixements teòrics i pràctics sobre el so per part de futurs docents (Soriguera, 2012), és a dir, els resultats apunten a un desconeixement científic preocupant, el qual posa de manifest la necessitat d'alfabetitzar científicament els mestres del futur. En aquest context d'investigació, els ODS encara no havien vist la llum, però podrien ser determinants per enfocar la temàtica de manera contextualitzada en la nostra societat.

Els resultats que es van concloure van ser que:

- L'alumnat té risc de patir problemes auditius al llarg de la seva vida, ja que està exposat a fonts sonores elevades. No obstant això, és respectuós i curós amb el seu entorn sonor, encara que en desconeix la normativa.
- Els coneixements acadèmics i formals del so són escassos, tan a nivell definitori com a nivell de condicionament i aïllament sonor de l'aula.

## Part I: Plantejament de la recerca

- Els futurs mestres no consideren important tractar el so sota el punt de vista teòric-físic en la preparació d'una unitat didàctica; però sí que consideren important treballar la conscienciació de la contaminació acústica; la definició del so, soroll i silenci; i els hàbits saludables.

- La percepció dels participants de silenci i so reconfortant és diferent. Per una banda, consideren el silenci necessari en determinades situacions vitals, i n'identifiquen la seva doble vessant, és a dir, el silenci també pot ser incòmode. Per altra banda, identifiquen un so reconfortant en les seves activitats lúdiques. Finalment, la seva percepció de soroll és la mateixa que té la població catalana.

Tenint en compte aquest estudi preliminar es va considerar que els aspectes més teòrics i tècnics que fan referència al so i les seves implicacions eren desconeguts i parcials. En aquesta tesi es fa un nou estudi de coneixements previs dels estudiants d'Educació per tal de perfilar una seqüència d'ensenyament-aprenentatge que permeti adquirir els coneixements teòrics i tècnics, imprescindibles per anar cap a un paisatge sonor escolar favorable.

### 1.1 L'educació per la sostenibilitat com a repte per a

#### **L'alfabetització científica en la formació inicial de mestres**

A nivell poblacional, la darrera enquesta de Percepció Social de la Ciència i la Tecnologia de 2020 (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, 2021), posa de manifest que més de la meitat de la població diu que no entén la ciència i percep que la ciència és difícil. Des de la mateixa FECYT, en un altre informe de 2014 realitzat per les investigadores Fernández-Mellizo i Romero (2014) detalla que més de dos terços de la població espanyola no sap quins són els principis bàsics del mètode científic. Aquestes dades són força xocants, però, i els futurs docents, en saben prou?

L'alfabetització científica per part dels mestres és vital per tal d'afavorir-ne la seva competència i la seva transmissió cap a futures generacions. Adúriz-Bravo (2005) emfatitza que els programes universitaris han de proporcionar les condicions per a què els futurs mestres comptin amb la formació reglada que els permeti fer-se una opinió fonamentada del què són les ciències i els seus processos. Al seu torn, i des de l'OECD (Organisation for

## Part I: Plantejament de la recerca

Economic Co-operation Development, 2005), hi ha el consens en que la «qualitat del docent» és l'única variable escolar principal que influeix sobre els resultats dels alumnes; i consegüentment, si el docent està alfabetitzat científicament, li és més senzill ensenyar aquests conceptes als infants.

Aquesta alfabetització formal es dona, principalment, durant l'etapa educativa obligatòria, i l'optativitat de les matèries a Secundària, determina la tria de certes assignatures que després determinen la tria del tipus de Batxillerat, en els darrers anys, s'ha observat que la tria del Batxillerat científic a disminuït vers el Batxillerat humanístic i de ciències socials, que han estat progressivament més sol·licitats (Solbes, 2011).

Existeixen diversos estudis que posen de manifest la necessitat de formar els mestres en ciències per tal de ser docents competents en l'àmbit científic. Per exemple, Cantó Doménech et al. (2016) elaboren un estudi amb infants d'Educació Infantil i observen que la presència de les activitats que requereix l'ús d'una metodologia científica es fa en menys del 25% dels casos. Aquestes metodologies consisteixen en la planificació, el contrast de les idees, la realització de prediccions, experimentació, recapitulació i iniciació a la mesura, entre d'altres aspectes. El desús d'aquestes metodologies científiques es dona principalment per la falta de formació per part del docent. L'ensenyament dels docents als seus alumnes es fa per repetició no reflexiva de certs tòpics que formen part de la pràctica docent en Educació Infantil, i per tant no es fomenta el raonament científic, les actituds positives envers la ciència i a iniciar, en definitiva, la construcció d'una base científica per al seu futur (Eshach i Fried, 2005).

Segons Solbes (2011), molts autors amb formació científica responsabilitzen el mateix ensenyament de la ciència com la causa del desinterès del propi ensenyament, per les següents raons: pel seu dogmatisme, per la separació de la teoria i la pràctica, pel formalisme, per la descontextualització i per l'historicisme. A part d'aquestes raons, els mateixos estudiants tenen una actitud desfavorable vers l'ensenyament de les ciències perquè les troben difícils, descontextualitzades de la societat i de l'entorn i per què en molts casos, l'ensenyament que han rebut per part dels seus professors i professores ha estat avorrit, poc participatiu, amb poques pràctiques i per què, a més, quan els han avaluat els hi ha faltat confiança en el seu èxit. Sembla, doncs que és un peix que es mossega la cua, perquè si hi ha un desinterès generalitzat i el seu ensenyament és nefast, llavors, com es pot revertir aquesta tendència?

## Part I: Plantejament de la recerca

L'alfabetització científica es pot relacionar amb les Contribucions Determinades a Nivell Nacional, les anomenades NDCs –sigles en anglès Nationally Determined Contributions– les quals són plans concrets d'acció climàtica que atenen les seves fortaleses i debilitats, i són presentades cada cinc anys per un país. El seu origen rau en l'acord de París de 2015. En el cas espanyol, per exemple, la Llei de Canvi Climàtic i Transició Energètica, aprovada per les Corts al maig de 2021 (Boletín Oficial del Estado, 2021), és una d'aquestes contribucions.

Tenint en compte les NDCs, la teoria i la pràctica es fusionen en l'ensenyament de les ciències, també es contextualitza i es fa palesa la necessitat de la ciència com a possible solució a la crisi climàtica, de manera que el context històric és rellevant. Segons Adúriz-Bravo (2005), el coneixement científic és hipotètic, provisional, subjecte a canvis, empíricament fonamentat i parcialment subjectiu. La construcció del coneixement científic requereix d'inferències – raonaments–, imaginació i creativitat –inventar explicacions–, havent de distingir-se les observacions de les inferències –raonaments– amb les relacions complexes entre les lleis i les teories científiques. A més, el coneixement científic està socialment i culturalment impregnat, de manera que no existeix un únic mètode científic universal per resoldre situacions problemàtiques, com són, per exemple, les NDCs.

Atenent la idea de les NDCs, (Acevedo, 2009) expressa que és urgent la necessitat de formar ciutadans capaços d'intervenir més i millor en les decisions concernents a la ciència i la tecnologia contemporànies. Dins d'aquestes controvèrsies tecnocientífiques i mediambientals que es donen en la societat, s'hi troben problemàtiques diverses que afecten i afectaran els mateixos ciutadans; per la qual cosa, la capacitat de decisió personal, pot fer-ne variar el resultat; cal doncs, alfabetitzar científicament als mestres per facilitar la presa de decisions referents al consum o a la salut. També es defensa que les NDCs responen de manera genèrica a l'interrogant: «Què és la ciència?». Els ensenyaments relacionats amb les NDCs promouen el coneixement de marcs teòrics per afrontar la discussió sobre l'estatus científic de les disciplines científiques fomentant-se així l'alfabetització científica.

Les competències en els graus de Mestre apareixen en el Llibre Blanc de l'Aneca (ANECA, 2005a; 2005b). Una de les més significatives i de caire personal és la que fa referència al raonament crític, la qual apareix tant en el Grau de Mestre d'Educació Infantil, com en els diferents perfils de Grau de Mestre d'Educació Primària, sent personal i transversal, en ambdós casos. El raonament crític està lligat a les ciències experimentals i les socials i

afavoreix la comprensió del món des d'una mirada crítica i un compromís personal en la defensa del medi ambient, la conservació del patrimoni natural i cultural i la cerca d'una societat més justa, tal com s'apunta en la Dimensió del món actual, dins del currículum de Coneixement del Medi, d'educació Primària (Departament d'educació, 2015).

Les competències docents específiques, del Grau de Primària, per ajudar a assolir als alumnes els objectius de l'àrea de ciències experimentals del currículum, són disset, que s'engloben en tres grans blocs: els coneixements disciplinaris (saber), les competències professionals (saber fer) i les competències acadèmiques. Dins dels coneixements disciplinaris per part dels docents és la que fa referència a:

«Conèixer i entendre els continguts actitudinals, conceptuals i procedimentals, (experimentar, observar, descriure, anticipar, argumentar, etc.), propis de les ciències experimentals en els nivells de l'ensenyament obligatori, i com aquests han de ser integrats per a l'aprenentatge dels alumnes.»

Es fa evident, doncs, que els processos d'activitat científica que es donen en les ciències experimentals són essencials imprescindibles per a ser un bon professional docent. La formació de mestres ha de facilitar l'alfabetització científica, fent que es trenqui la roda: «No sé ciències, perquè no m'han ensenyat a fer ciències». En «*El informe Rocard*» (Guillen, 2009), ja es postula que un dels 13 objectius específics que s'han de millorar per part dels països membres és la Formació del Professorat. Aquesta tesi no és tant agosarada, però pretén ser una petita contribució que serveixi per relacionar les ciències dins de l'aula, afavorint un paisatge sonor òptim, i fent notar als docents la necessitat de fer i entendre les ciències.

### 1.2 La didàctica de les ciències en el marc dels ODS

La sostenibilitat en els plans docents és un ens que permet treballar temes relacionats amb la salut i el medi ambient, des del punt de vista social i econòmic. L'any 2015, sota el marc de l'ONU –Organització de les Nacions Unides– es va prendre un acord mundial amb els ODS a fi d'erradicar la pobresa, protegir el planeta i assegurar la prosperitat. Existeixen 17 Objectius de Desenvolupament Sostenible i cadascun té unes metes específiques que s'han de complir al 2030 (ONU, 2015). Aquesta tesi es sustenta sota aquest paraigües: els ODS;

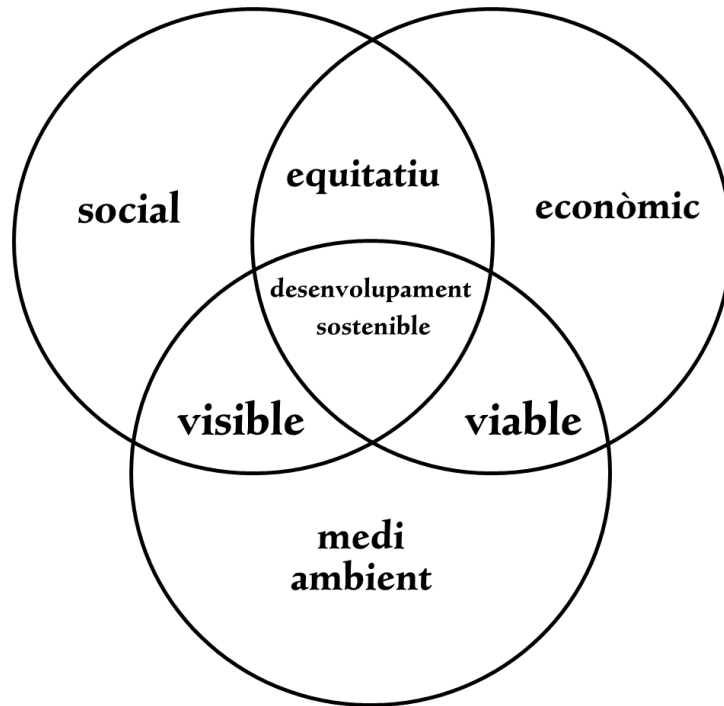
## Part I: Plantejament de la recerca

així com també en l'alfabetització científica dels futurs mestres, ja que la hipòtesi inicial es basa en què si els estudiants coneixen com funciona el so, des del punt de vista físic i tècnic, i saben com treballar-lo didàcticament, seran capaços de prendre decisions que afavoreixin un paisatge sonor òptim i sostenible per fonamentar una educació de qualitat.

Els ODS es divideixen en 5 esferes d'importància crítica de l'Agenda 2030: Persones, Planeta, Prosperitat, Pau i Aliances. En cada esfera s'hi engloben els diferents ODS. Segons l'ONU (2015), el propòsit de la primera esfera és posar fi a la pobresa i la fam en totes les seves formes i assegurar la dignitat i la igualtat de totes les persones. Els ODS que s'inclouen són: ODS 1. Fi de la pobresa; ODS 2. Fam zero; ODS 3. Salut i benestar; ODS 4. Educació de qualitat; i ODS 5. Igualtat de gènere. En l'esfera Planeta, l'Agenda 2030 pretén protegir els recursos naturals del planeta i combatre el canvi climàtic per assegurar un ambient digne per a les generacions futures. I els ODS implicats són: ODS 6. Aigua neta i sanejament; ODS 7. Producció i consum responsables; ODS 13. Acció pel clima; ODS 14. Vida submarina; ODS 15. Vida d'ecosistemes terrestres. Mentre que l'esfera Prosperitat, pretén assegurar que tothom pugui gaudir d'una vida pròspera i plena en harmonia amb la natura. Aquí s'inclouen: ODS 7. Energia neta i assequible; ODS 8. Treball decent i creixement econòmic; ODS 9. Indústria, innovació i infraestructures; ODS 10. Reducció de desigualtats; ODS 11. Ciutats i comunitats sostenibles. En l'esfera Pau, es pretén fomentar societats pacífiques, justes i inclusives; i l'ODS que ho representa és l'ODS 16. Pau, justícia i institucions sòlides. Finalment, l'esfera Aliances, pretén implementar l'Agenda 2030 a través d'aliances globals sòlides, mitjançant l'ODS 17. Aliança per assolir els Objectius.

Resumint, els ODS i els NDCs es poden relacionar amb el desenvolupament per la sostenibilitat, que agrupa les tres àrees –l'ecològica, l'econòmica i la social–, tal com assenyala Díaz Marcos (2020), i el seu assoliment ha de ser equitatiu, visible i viable, tal com s'observa en la figura 1. Tal com s'ha explicat, l'alfabetització científica i la sostenibilitat (ODS) són fonamentals per a la formació dels futurs docents. El primer factor, l'alfabetització científica, és clau en l'ensenyament de les ciències, mentre que el segon, els ODS, conforma un paraigües per aquesta alfabetització. Es dona una sinèrgia entre les NDCs, la sostenibilitat i els ODS, que es retroalimenten i donen el context necessari i imprescindible per a l'ensenyament de les ciències de manera real i efectiva. Les NDCs i molts dels ODS estimulen la vinculació científica, ja que cal tenir un coneixement científic ampli per tal de poder prendre les decisions mediambientals més favorable.





---

Figura 1. Esquema del desenvolupament sostenible considerant les àrees: social, econòmica i la de medi ambient. Modificat de Diaz Marcos, 2020.

La sostenibilització curricular s'orienta tant a incloure continguts de sostenibilitat en l'ensenyament i l'aprenentatge com a introduir canvis en el procés educatiu orientats a construir una visió complexa i dinàmica i fomentar el pensament sistèmic i relacional dels estudiants - elements propis de la sostenibilització curricular segons Barron, Navarrete i Ferrer-Bales (2010). De fet, la introducció de la sostenibilitat als programes docents és un procés que implica no únicament ampliar continguts d'aprenentatge sinó, sobretot, repensar i integrar i transformar la docència orientant-la cap a la sostenibilitat (Murga-Menoyo, 2014, 2015). Des d'aquest enfocament els 17 ODS i l'Agenda 2030, esdevé un camí que facilita la introducció de coneixements, habilitats i valors de l'educació per a la sostenibilitat en la formació inicial de mestres (Garcia-González, Jiménez-Fontana i Azcárate, 2020) i permet avançar cap a la sostenibilització dels programes de l'Educació Superior.

### 1.3 Context de la investigació i contribucions

La Universitat de Barcelona defineix una sèrie de competències que han d'assolir els mestres de Primària, un cop finalitzat el grau. S'hi distingeixen competències bàsiques, generals i específiques. En totes elles s'hi entreveu la importància del coneixement de les ciències, en la taula 1 s'hi distingeixen les més rellevants des del punt de vista científic i que al mateix temps demostren palesament la importància d'una actitud sostenible. En aquesta taula es mostra el text de la competència de la Universitat de Barcelona emmarcant-la dins de la tesi, fent una justificació científica, de manera que s'extreu que el futur docent ha de tenir bona formació científica una vegada ha acabat la llicenciatura, ha de ser capaç de relacionar els ODS amb els coneixements científics, de forma que pugui prendre decisions per mitigar els efectes de la contaminació acústica d'una aula; tot plegat utilitzant els recursos didàctics de les ciències experimentals. Quan els estudiants d'educació es llicencien, han d'assolir les competències indicades a la taula 1. En primer lloc, en el cas de la competència bàsica, el futur mestre ha de tenir coneixements de l'àmbit científicotecnològic per poder-los transmetre amb facilitat. En segon lloc, la competència general determina que els futurs docents han de ser capaços de valorar i actuar sobre el medi ambient, i en aquesta tesi es valora la inclusió dels ODS — Objectius de desenvolupament Sostenible, que es detallen en el següent apartat— referents a la contaminació acústica. En aquest punt, cal dir que els ODS són instruments facilitadors que afavoreixen la comprensió del problema ambiental, en aquest cas la contaminació acústica i, a més, promouen el compromís en adoptar mesures per a mitigar-lo. En tercer lloc, les competències específiques de la UB són rellevants en aquesta tesi perquè la problemàtica acústica s'ha de tractar des d'un punt de vista transversal, mitjançant una opinió científica raonada, que pot ser canviada en funció dels nous paradigmes que poden sorgir, però que, en qualsevol cas ha d'incloure's en la seva tasca docent, per això, novament els ODS poden ser el motor que afavoreixi el canvi de paisatge acústic en una aula de Primària, gràcies a la gestió dels futurs mestres. Per tot això, el soroll a l'aula és una controvèrsia tecnocientífica i mediambiental, que cal ser tractada per mestres competents.

## Part I: Plantejament de la recerca

Taula 1. Interpretació de les competències relacionades amb el coneixement de les ciències.

Tipus de competència	Text de la competència de la Universitat de Barcelona	Justificació científica referent a la tesi
Bàsica	Capacitat per demostrar que es tenen i comprenen coneixements en una àrea d'estudi que parteix de la base de l'educació secundària general i se sol trobar a un nivell que, si bé recolza en llibres de text avançats, també inclou alguns aspectes que impliquen coneixements procedents de l'avantguarda del camp d'estudi propi.	El docent ha de tenir una formació àmplia basada en l'educació secundària, la qual inclou el coneixement científicotecnològic que s'imparteix des de les assignatures de Biologia i Geologia, Física i Química i Tecnologia.
General	Capacitat per valorar l'impacte social i mediambiental de les actuacions en l'àmbit propi.	L'impacte social i mediambiental forma part de la sostenibilitat, la qual es pot explicar mitjançant els ODS. La lluita contra la contaminació acústica, és clau en els ODS referents a la Salut i benestar (ODS 3); l'Educació de qualitat (ODS 4) i Ciutats i comunitats sostenibles (ODS 11).
Específiques	Capacitat per organitzar l'ensenyament en el marc dels paradigmes epistemològics de les matèries del títol, utilitzant de manera integrada els coneixements disciplinaris, transversals i multidisciplinaris adequats al nivell educatiu corresponent i comprnent dels objectius d'aprenentatge de les àrees de coneixement que estableix el currículum d'educació primària.	Els coneixements científics cal integrar-los de manera transversal i multidisciplinària. El soroll en una aula dificulta l'aprenentatge i cal evitar-lo en totes les aules i disciplines.
	Capacitat per potenciar en l'alumnat una actitud de ciutadania crítica responsable.[...]	Per a què l'alumnat sigui crític cal que sigui coneixedor dels diferents paradigmes científics per tal de formar-se una opinió raonada. Si es coneix bé una disciplina, com ara els aspectes físics del so, es poden trobar mesures per mitigar la contaminació acústica.
	[...] Capacitat per assumir que l'exercici de la funció docent ha de millorar, actualitzar-se i adaptar-se als canvis científics, pedagògics, socials i culturals. [...]	Els docents han de conèixer els canvis científics i incloure'ls en la seva tasca docent. Per això, incloure els ODS o la sostenibilitat és important perquè l'alumnat sigui capaç d'identificar-los i complir-los.

Així, doncs, aquest recull de competències són indispensables per tal d'oferir una educació científica de qualitat. Per exemple, Martí Feixas (2012), fa referència als processos

## Part I: Plantejament de la recerca

d'investigació autèntica, en els quals el docent ha de conèixer les idees prèvies dels infants i utilitzar la conversa per (re)construir el seu coneixement. Per tant, el docent ha de ser coneixedor del model científic que es treballa a l'aula, per tal que els infants puguin obtenir evidències científiques mitjançant investigacions, i que les puguin explicar, revisar i rebatre. Tot això, només és possible mitjançant el coneixement científic del fenomen. Osborne (2014), afirma que cal veure l'activitat científica com una activitat discursiva i social que té l'objectiu de desenvolupar explicacions, realitzar investigacions i avaluar en base a proves, i que es concreta en les pràctiques interrelacionades de modelització, indagació i argumentació. Els models científics escolars de Izquierdo (2014), afavoreixen l'aprenentatge de les ciències tant per a l'alumnat de primària, com als futurs mestres, ja que l'alumnat fa ciència escolar de caràcter discursiu i anàleg a la ciència real.

Cantó Doménech (2018) assenyalava els cinc aspectes fonamentals per aconseguir un coneixement didàctic del contingut. Primerament, cal tenir un coneixement general de la ciència. En segon lloc, cal conèixer el currículum de ciències. En tercer lloc, cal conèixer les estratègies per ensenyar ciències, com la formulació de preguntes i el canvi conceptual. En quart lloc, cal conèixer què en saben els alumnes respecte aquell fet o fenomen, és a dir, saber els seus coneixements previs, com també, tenir en compte els seus interessos, per tal de motivar-los de manera més eficaç i finalment, en cinquè lloc, saber com avaluar-los, coneixent els mètodes que permeten avaluar els seu aprenentatge.

En definitiva, per fer ciències cal ser competent en aquesta disciplina, de manera que és necessari tenir coneixements de ciència, i també, cal tenir coneixements pedagògics i didàctics. Així doncs, l'epistemologia personal docent consta d'una component cognitiva — creences i concepcions sobre la ciència i el seu ensenyament— i d'altres components afectives en forma d'expectatives, actituds i valors del professorat cap al procés d'ensenyament-aprenentatge i el seu entorn socioeducatiu més proper.

A nivell més local, el grup d'innovació EduCits <<https://www.ub.edu/educits/>> de la Universitat de Barcelona — Educació Científica, Tecnològica i per a la Sostenibilitat — aposta per millorar la docència en la formació de mestres, incorporant metodologies innovadores d'ensenyament i aprenentatge de les ciències experimentals que provoquin els canvis necessaris per tal que la sostenibilitat formi part dels programes de formació inicial de mestres i professors de secundària. Pretén, per una banda, afavorir l'aprenentatge de les

ciències experimentals dels futurs mestres des de la perspectiva de la sostenibilitat i els ODS. Per altra, també vol contribuir a que els futurs docents aprenguin a dissenyar activitats per a ensenyar les ciències experimentals a les aules d'educació infantil i primària des dels contextos socioambientals i de sostenibilització curricular.

Aquesta tesi contribueix en una d'aquestes innovacions: «La incorporació de l'Educació per a la Sostenibilitat i els Objectius de Desenvolupament Sostenible en l'ensenyament i aprenentatge de les ciències experimentals en la formació inicial de mestres». I dins d'aquesta innovació, l'acció prevista consisteix en: «Dissenyar, implementar i avaluar accions educatives per a ambientalitzar les assignatures d'Aprenentatge i Ensenyament de les Ciències Naturals del Grau de Mestre d'Educació Primària[...]»; cosa que es fa amb la confecció i la intervenció d'una innovació docent que incorpora els ODS.

## 2 Preguntes de recerca i objectius

A partir del que s'ha exposat fins ara queda clar que, el soroll a l'aula és un problema complex que necessita ser treballat des del punt de vista científic, tenint en compte l'alfabetització científica i la sostenibilitat utilitzant com a referents els ODS.

Aquesta problemàtica porta a plantejar la següent hipòtesi:

- L'alumnat d'Educació no ha rebut un ensenyament reglat sobre la contaminació acústica i no té una alfabetització científica àmplia dels aspectes teòrics i tècnics derivats del so; de manera que no es capaç de transferir aquest coneixement ni de desenvolupar plans d'acció per afavorir un paisatge sonor adequat a dins de l'aula.

De manera que, de la hipòtesi se'n deriven les següents preguntes de recerca:

- Què en saben els futurs mestres sobre la temàtica sonora i les seves implicacions?
- Com pot contribuir una proposta didàctica en el canvi dels models mentals de l'alumnat sobre els aspectes sonors?
- Amb la implementació d'una innovació didàctica es propicien els coneixement i les bones pràctiques per afavorir un paisatge sonor adequat a dins de l'aula?

## Part I: Plantejament de la recerca

D'aquestes preguntes se'n desprenen el següent objectiu general de recerca::

- Caracteritzar els coneixements sonors dels futurs mestres per a propiciar-ne l'alfabetització científica d'aquesta temàtica i fer-ho de manera sostenible utilitzant els ODS, per tal d'afavorir un adequat paisatge sonor a les aules

Aquest objectiu es pot desglossar en tres objectius parcials:

- Objectiu 1: Analitzar el tipus de coneixements teòrics, tècnics i actitudinals respecte la temàtica sonora dels estudiants del Graus de Mestre
- Objectiu 2: Elaborar, implementar i avaluar eines per afavorir l'alfabetització científica i la sostenibilitat relativa a la temàtica sonora
- Objectiu 3: Avaluar la validesa de la proposta didàctica per provocar el canvi conceptual dels futurs mestres

I cada objectiu parcial té diferents objectius específics tal com mostra la taula 2, els quals fan possible l'objectiu general de recerca.

Taula 2. Relació dels objectius principals amb els objectius específics i els objectius operatius corresponents

<b>Objectiu 1</b>
1 Analitzar el tipus de coneixements teòrics, tècnics i actitudinals respecte la temàtica sonora dels estudiants del Graus de Mestre.
Objectius específics
1.1 Analitzar el tipus de coneixements teòrics relatius a la temàtica sonora, dels estudiants dels Graus de Mestre
1.2 Analitzar el tipus de coneixements tècnics relatius a la temàtica sonora, dels estudiants dels Graus de Mestre
1.3 Analitzar les actituds respecte a la temàtica sonora, dels estudiants dels Graus de Mestre
<b>Objectiu 2</b>
2. Elaborar, implementar i avaluar eines per afavorir l'alfabetització científica i la sostenibilitat relativa a la temàtica sonora
Objectius específics
2.1. Elaborar i implementar una proposta didàctica
2.2. Cartografiar i identificar el paisatge sonor en determinades circumstàncies dins d'una aula
2.3. Valorar les produccions de l'alumnat proposades en la innovació didàctica aplicada per contrastar el grau d'alfabetització científica i de la formació per la sostenibilitat
<b>Objectiu 3</b>
3 Avaluar la validesa de la proposta didàctica per provocar el canvi conceptual dels futurs mestres
Objectiu específic
3.1 Descriure i interpretar els resultats obtinguts del qüestionari CTTH abans i després de la intervenció, tenint en compte la resta d'instruments d'anàlisi, triangulant els resultats

## 2.1 Estructura i disseny de la tesi

El treball de recerca s'ha desenvolupat en tres etapes, tal com mostra la figura 2. En la primera es va elaborar i analitzar un qüestionari per fer una diagnosi inicial dels coneixements teòrics, tècnics i actitudinals (qüestionari CTH) de l'alumnat dels diferents Graus de Mestre sobre la temàtica sonora. En la segona, a partir dels resultats obtinguts es va confeccionar i implementar una innovació didàctica en l'assignatura Aprenentatge i Ensenyament de les Ciències Naturals per tal d'afavorir l'alfabetització científica dels estudiants i la seva consciència vers la sostenibilitat, mitjançant l'ús dels ODS. Posteriorment, en la tercera etapa, es va avaluar l'eficàcia de la seqüència didàctica triangulant els resultats obtinguts del mateix qüestionari que en la diagnosi inicial, el qüestionari CTH aplicat en moments diferents, abans i després de la docència i comparant els resultats amb les produccions de l'alumnat. L'estructura de la tesi té en compte aquestes tres etapes del procés d'investigació, que estan interconnectades per a complir els objectius proposats en l'estudi.

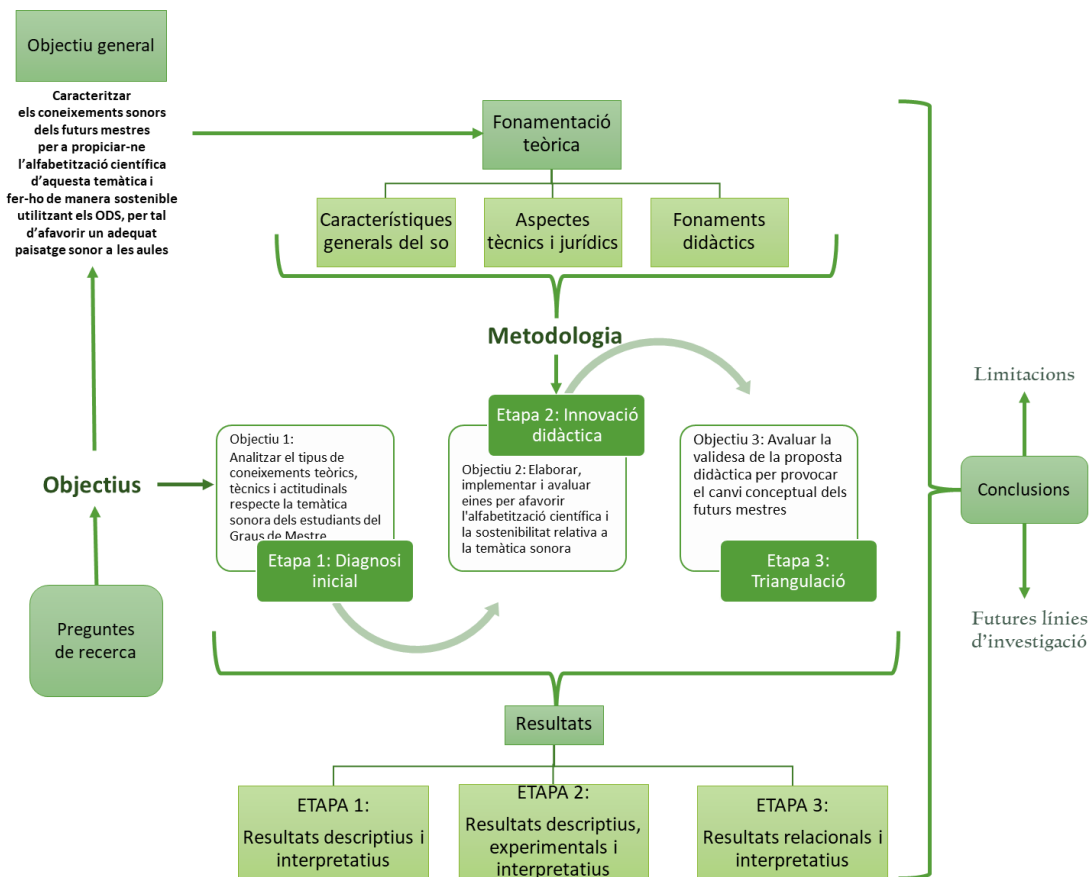


Figura 2. Esquema del disseny de la recerca

## Part I: Plantejament de la recerca

La tesi s'ha confegit en sis parts, més les referències bibliogràfiques i els annexos. La tercera i la quarta part estan estructurades seguint les etapes d'investigació.

En la part I, «Plantejament de la recerca», s'exposen les conclusions que es van extreure del treball de final del Màster de Recerques Específiques, que ha estat la llavor d'inspiració d'aquesta tesi. Després, es detalla com hauria de ser una alfabetització científica en la formació inicial de mestres sobre aspectes sonors i de sostenibilitat, amb l'ús dels ODS. De manera que, aquesta recerca contribueix en ambientalitzar l'assignatura d'Aprenentatge i Ensenyament de les Ciències Naturals del Grau de Mestre d'Educació Primària, sota el paraigües del grup d'innovació EduCits.

En la part II, «Fonamentació teòrica», es revisa, s'analitza i es resumeix la bibliografia referent a la temàtica d'estudi. Després, s'exposa la legislació vigent referent al soroll, a continuació, es tracta el soroll i la salut, i finalment, el condicionament acústic escolar. S'exposen els referents teòrics que s'han utilitzat per fer l'estudi i la innovació didàctica inherent d'aquest. Per tant, per una banda, es detallen els aspectes essencials sobre el so, des del punt de vista fisiològic i curricular, mentre que per altra banda, es determinen els aspectes necessaris per elaborar la seqüència didàctica, és a dir, s'enumeren les idees prèvies relatives a la temàtica, es descriuen els mapes conceptuals amb les seves finalitats i els mapes sonors, es contextualitzen els continguts amb el currículum i es tracta el condicionament acústic escolar.

En la part III, «Metodologia de la investigació», per una banda es determina el model metodològic que conforma les bases teòriques utilitzades per a l'elaboració de la tesi, i per altra la metodologia utilitzada en el disseny de la investigació, tenint en compte les tres etapes d'investigació, considerant la mostra, els instruments per a la presa de dades i com es fa l'anàlisi d'aquestes dades.

En la part IV, «Resultats i discussió de la recerca», es donen els resultats quantitatius i qualitius obtinguts en el treball de camp. S'analitzen els instruments de mostreig emprats: el qüestionari CTTH i les produccions de l'alumnat. L'anàlisi és quantitatiu i qualitatiu, i es consideren els factors dependents i independents de l'estudi, així com també les diferències, similituds i mancances observades després d'analitzar-les i concretar-ne els resultats.



## Part I: Plantejament de la recerca

En la part V, «Conclusions», es donen les conclusions extretes de l'anàlisi de la part anterior, contraposant-les amb els objectius de la tesi. Es valoren les implicacions que pot tenir aquesta recerca, així com els seus factors limitants i les possibles futures línies d'investigació.

En la part VI, «Referències bibliogràfiques», conté la bibliografia emprada en aquesta recerca i en la innovació didàctica.

Finalment, en els annexos, es troba la seqüència d'activitats d'ensenyament-aprenentatge de la innovació didàctica, els instruments més significatius emprats en la recerca i els resultats que s'han obtingut. També s'adjunta un suport digital (USB) on hi ha inclosos els qüestionaris CITH analitzats amb els corresponents resultats, la presentació utilitzada durant la intervenció docent, els àudios utilitzats per fer els mapes sonors i una còpia digital d'aquesta memòria.

## Idees clau de la PART I

A partir de les conclusions que es van extreure del treball del Màster de Recerques Específiques, es va considerar que calia fer una seqüència didàctica per tal que els estudiants poguessin adquirir els coneixements teòrics i tècnics imprescindibles per anar cap a un paisatge sonor escolar favorable. Les conclusions més rellevants van ser que:

- L'alumnat té risc de patir problemes auditius al llarg de la seva vida
- Els coneixements acadèmics i formals del so són escassos
- Els futurs mestres no consideren important tractar el so sota el punt de vista teòric-físic
- La percepció de silenci i so reconfortant és diferent
- La percepció de soroll és la mateixa que té la població catalana

Aquesta tesi té tres etapes, en la primera s'elabora el qüestionari CTTH per fer una diagnosi inicial dels coneixements de l'alumnat dels diferents Graus d'Educació sobre la temàtica sonora. A partir dels resultats s'elabora i s'implementa una innovació didàctica durant la segona etapa. Aquesta seqüència didàctica es fa dins de l'assignatura d'Aprenentatge i Ensenyament de les Ciències Naturals i té com a finalitat afavorir l'alfabetització científica dels estudiants i la seva consciència vers la sostenibilitat, mitjançant l'ús dels ODS.

Finalment, s'utilitzen diferents instruments que es triangulen durant la tercera etapa per tal d'assolir l'objectiu:

- Caracteritzar els coneixements sonors dels futurs mestres per a propiciar-ne l'alfabetització científica d'aquesta temàtica i fer-ho de manera sostenible utilitzant els ODS, per tal d'afavorir un adequat paisatge sonor a les aules

## Part II: Fonamentació teòrica

Els crits d'alegria dels nens quan surten a jugar o el murmuri dels més grans quan el professor entrega un examen són sons que formen part del paisatge sonor escolar. Però, a vegades, aquest paisatge esdevé soroll, llavors cal proposar mesures «simples» per crear un ambient acústic favorable.

Aquest part es divideix en tres blocs, en el primera s'explica el concepte de so, des del punt de vista físic i biològic, a continuació, s'explica com es mesura el so i com es confeccionen mapes sonors, i finalment, es tracten els aspectes d'ensenyament i aprenentatge científics relacionats amb la temàtica sonora.

### 3 Característiques generals del so

En aquesta primera part es descriu el paisatge sonor per tal de contextualitzar-ne la temàtica i reflexionar com n'és d'important el so al llarg de les nostres vides. A continuació, s'expliquen els tipus d'ones i es detalla com el so és una ona mecànica, enumerant-ne els fenòmens acústics que es poden produir.

Després, es tracta el sentit de l'oïda anatòmicament i fisiològicament, situant-la com un dels sentits del sistema nerviós que serveix per percebre i sentir el nostre entorn. Es caracteritza el camp d'audibilitat humana, com es produeix un procés comunicatiu, com es desenvolupa el sistema auditiu en els primers estadis de creixement humà i, quines són les principals alteracions que pot patir el sistema auditiu.

#### 3.1 Paisatge sonor

Els sons formen part de les nostres vides des del moment del nostre naixement. Segons Cage (1961), el silenci no existeix. Qualsevol cultura, activitat humana o entorn natural té el seu ambient sonor característic. Murray Schafer, en la dècada dels anys 70, 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 (Querol, 2011). El director de l'orquestra del Caos, José Manuel Berenguer defineix el paisatge sonor com l'experiència comuna a un gran nombre d'espècies dotades de sistema nerviós.

Així com també, 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 humanitat.

Però els sorolls emmascaren el paisatge sonor social, cultural i/o natural i són els artífex que afebleixen els paisatges sonors. De manera que, les nostres capacitats d'audició i percepció han quedat reduïdes; i fins i tot, la població en general ha tendit a assumir el soroll com una conseqüència desagradable, però inevitable, del progrés, una cosa amb la qual cal aprendre a conviure, ja que està lligada a funcions i activitats habituals i indispensables en la manera de viure actual (García Sanz i Garrido, 2003).

En conseqüència, la contaminació acústica implica molèsties, riscos o danys per a les persones i animals, per aquest motiu, cal mitigar-la o minimitzar-la. D'acord amb aquest precepte, l'ecologia acústica és la disciplina 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 re-aprendre a sentir els paisatges sonors que ens envolten i descobrir quins són els actors, saber escoltar, ser conscients de la cultura en la que vivim, reconèixer com ens enriqueix la diversitat cultural, són aspectes tots ells bàsics per caminar cap a una cultura sonora en que l'espai acústic sigui cada vegada més confortable (Espinosa, 2006).

### 3.2 Què és el so?

La qüestió: «Què és el so?» és ampla i té més d'una resposta; per aquesta raó, el so s'explica tant des del punt de vista físic i com del biològic. Primerament, es tracta el so explicant el moviment ondulatori per tal de conèixer-lo i distingir-lo de la resta de moviments d'aquesta tipologia, els quals són comuns i freqüents en el nostre dia a dia, com per exemple la llum. Després, s'expliquen les peculiaritats de les ones sonores i les seves característiques principals, com són la intensitat i l'altura.

En segon lloc, es fa referència a la vessant biològica, s'explica com les nostres oïdes són capaces de sentir les ones sonores, captant-les i desxifrant el que signifiquen en el nostre cervell, aportant-nos una informació fonamental que ens comunica amb el món, tal com fan la resta dels nostres sentits.

Finalment, i a cavall entre els conceptes físics i biològics s'explica com es mesura el so, de manera que tot i compartimentar aquesta part en tres blocs es comprova com s'interrelacionen i es retroalimenten els conceptes per a explicar com confegir mapes sonors, que pertany al segon bloc.

#### 3.2.1 Les ones

Així doncs, el so, la llum o les onades del mar són fenòmens físics quotidians; tots ells es defineixen per un moviment ondulatori, el qual és un fenomen de transmissió d'una

## Part II: Fonamentació teòrica

pertorbació d'un punt a un altre de l'espai sense transport net de matèria entre ambdós punts. Segons la mecànica clàssica, les ones poden ser materials o electromagnètiques; les primeres necessiten un medi per a propagar-se i les electromagnètiques es propaguen en el buit. El so i les onades del mar són ones mecàniques, mentre que la llum és una ona electromagnètica, com també ho són les ones microones, els raigs X i les ones de ràdio (figura 3). Per tant, qualsevol fenomen ondulatori, es pot estudiar per les lleis de la física ondulatoria, amb magnituds físiques objectives i independents de les sensacions sonores.

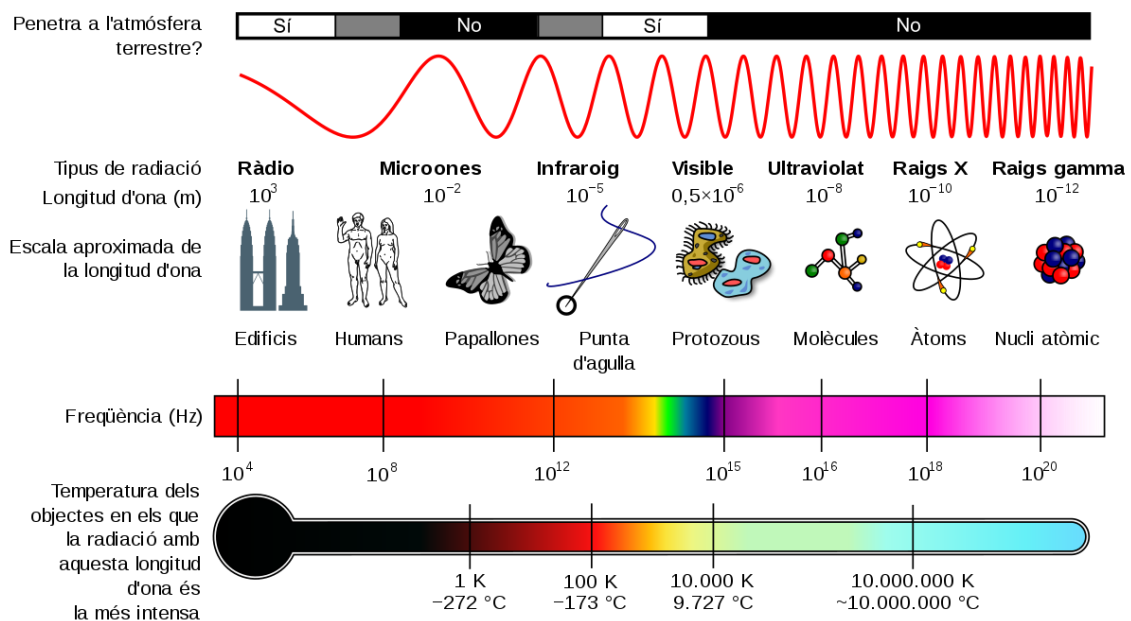


Figura 3. Espectre electromagnètic, extret de <<https://ca.wikipedia.org/wiki/Espectre>> [Consulta: 4 de febrer de 2019].

Tanmateix, un dels criteris per a classificar els diferent tipus d'ones és la naturalesa del medi de propagació (figura 4). En les ones electromagnètiques la velocitat de propagació de la pertorbació depèn de la constant dielèctrica i la permeabilitat magnètica del medi; ja que es propaguen en el buit, i quan s'accelera una càrrega crea al seu voltant un camp electromagnètic variable (figura 5). En canvi, les ones mecàniques, les quals necessiten d'un medi físic per a produir-se, tenen una velocitat de propagació que depèn de les característiques elàstiques del medi. En ambdós casos es produeix un transport d'energia.

En la figura 4 les característiques de les ones sonores estan emplenades en taronja, són mecàniques –segons el medi de propagació–, longitudinals –segons la direcció de propagació–

tridimensionals—segons la direcció del front d’ones – i esfèriques—segons la forma del front d’ones—.

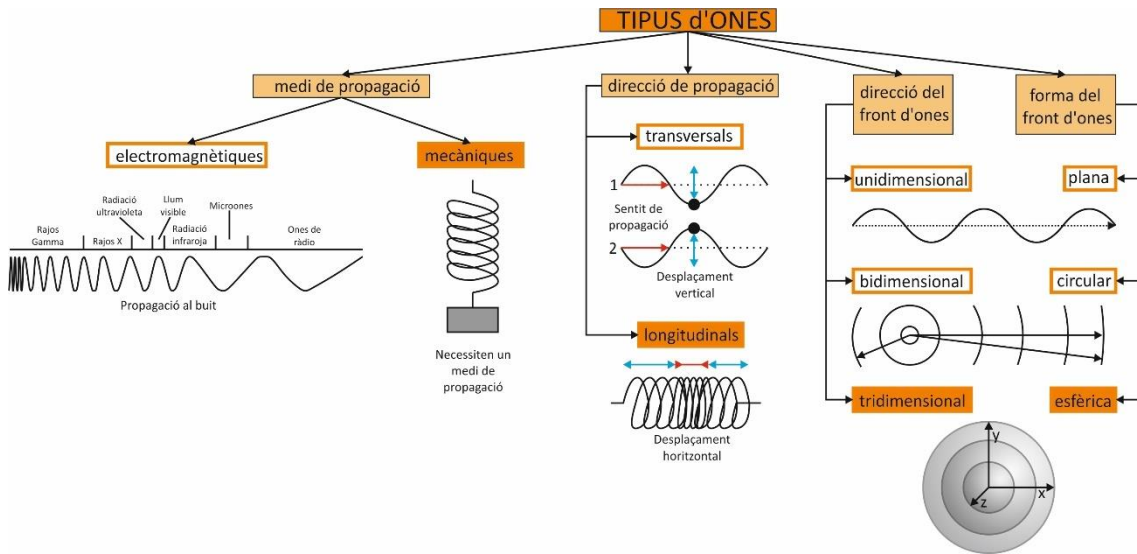


Figura 4. Classificació dels diferents tipus d’ones

Un altre criteri per a classificar les ones és en funció de la direcció de propagació en què es produeix la pertorbació (figura 4). Poden ser transversals: quan l’oscil·lació és perpendicular a la direcció de propagació; longitudinals: quan la direcció de vibració és paral·lela a la de propagació; o bé, poden ser transversals i longitudinals com ho són les ones que es produeixen en la superfície de l’aigua del mar. La propagació es pot produir de manera unidimensional, bidimensional o tridimensional. I la forma d’avançament del front d’ones - conjunt de punts que arriben en el mateix moment fruit de la pertorbació- pot ser: circular, plana i esfèrica. El raig és la línia perpendicular al front d’ona que defineix el seu sentit de propagació.

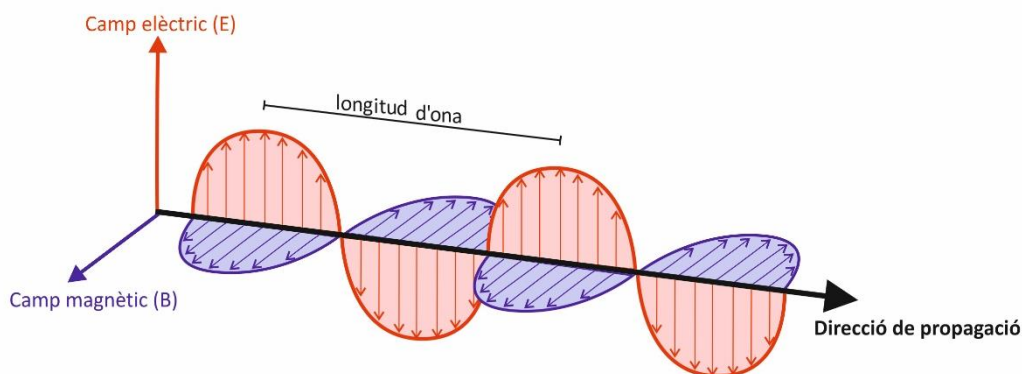


Figura 5. Esquema d’una ona electromagnètica

## Part II: Fonamentació teòrica

Per a descriure el moviment ondulatori, cal definir un pols i un tren d'ones. Un pols és un sol moviment de la pertorbació, mentre que un tren d'ones és una successió periòdica o no de polsos. Les magnituds que defineixen un tren d'ones (figura 6) són les següents:

- Període [T]: És el temps que transcórrer entre dos polsos successius. Es mesura en segons (s) en el Sistema Internacional (SI).
- Longitud d'ona [ $\lambda$ ]: És la distància que existeix entre dos polsos successius. Es mesura en metres (m) en el SI.
- Velocitat de propagació [v]: És la longitud d'ona respecte el període ( $v = \lambda/T$ )
- Freqüència [f]: És la inversa del període ( $f = 1/T$ ). En el SI es mesura en hertz (Hz).
- Amplitud [A]: És la distància màxima que separa un punt de la posició d'equilibri, és adir, és el valor màxim que té la pertorbació en un punt. Es mesura en metres.

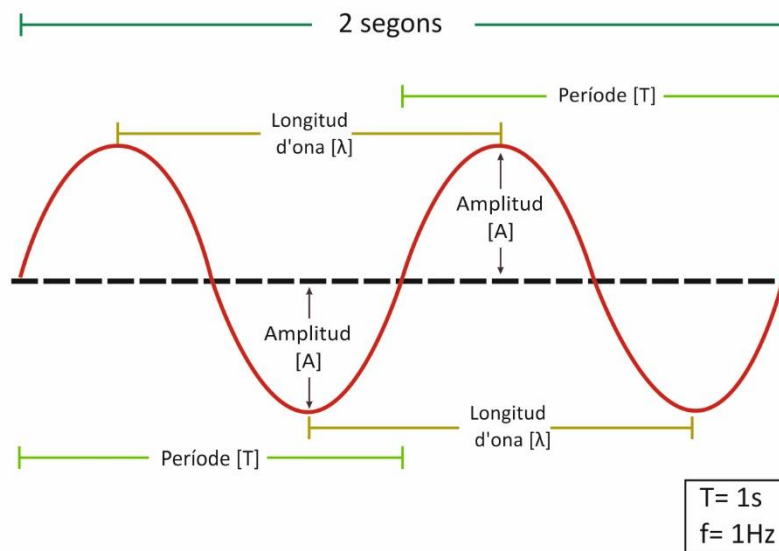


Figura 6. Magnituds que defineixen un tren d'ones.

En una vibració s'ha de distingir l'amplitud —el desplaçament màxim respecte la posició d'equilibri— i la freqüència— el número de cops que passa la mateixa forma pel mateix



## Part II: Fonamentació teòrica

punt— en unitats de temps (Dias de Deus, 2001). Els efectes de l'amplitud i la freqüència són diferents, tal com s'observa en la taula 3.

Taula 3. Diferències d'amplitud i freqüència, segons siguin ones sonores o lumíniques. Font: Modificat de Dias de Deus (2001).

	Amplitud		Freqüència	
	Gran	Petita	Gran	Petita
<b>So</b>	Fort	Dèbil	Agut	Greu
<b>Llum</b>	Intensa	Dèbil	Blava	Vermella

De manera simple la freqüència té relació amb la qualitat del so i l'amplitud amb la quantitat. En els éssers humans l'òrgan que rep la pertorbació sonora és el timpà, el qual transmet aquesta informació al sistema nerviós. La capacitat de recepció dels sentits està limitada en una freqüència de 20 Hz a 20000 Hz. Mentre que la longitud d'ona que percep l'ull humà va de 380 nm a 780 nm.

Un cop definits i presentats els trets fonamentals dels moviments ondulatoris, s'exposen les característiques concretes del so. La part de la física que estudia el so és l'acústica.

### 3.2.2 El so, una ona mecànica

Acústicament, el so és un tipus de moviment ondulatori que necessita d'un medi físic per a propagar-se, per tant, les ones sonores són mecàniques i es propaguen de manera tridimensional. Dit d'una altra manera, les ones sonores són ones longitudinals de compressió i de rarefacció que es produeixen en un medi material. Per a la producció i identificació d'un so cal un agent productor o emissor de la vibració, un medi material per a transmetre's i un receptor per a poder-lo interpretar. Un agent productor del so pot ser, per exemple, el repicar d'una campana; el seu so es propaga a través de l'aire, com a una ona de pressió longitudinal que fa vibrar i xocar les molècules de l'aire amb altres. Finalment, el so de la campana pot arribar a l'oïda humana, actuant com a receptor de la vibració sonora. Així mateix, per tal d'escoltar, cal que es doni l'esquema que es detalla en la taula 4.

## Part II: Fonamentació teòrica

Taula 4. Esquema dels elements que intervenen en la producció i identificació d'un so: emissió, propagació i recepció. Modificat de Tipler i Mosca (2006).

	Emissió	Propagació	Recepció
So	Vibració d'un objecte (campana)	Ona de so	Timpà (oïda mitjana)

Per tant, el medi de propagació és el nexa d'unió entre l'emissió i recepció del so; segons aquest medi de propagació, amb tot això, la velocitat de propagació del so depèn del comportament elàstic d'aquest medi. En els sòlids la velocitat és la relació entre el mòdul d'elasticitat i la densitat del sòlid. En un fluid, la seva velocitat depèn del mòdul de compressibilitat, mòdul de Young, i de la densitat d'equilibri del fluid. En els líquids és igual al mòdul de compressibilitat és a dir, la facilitat a comprimir-se i expandir-se, i finalment en els gasos depèn de la pressió i la relació entre la calor específica a pressió constant i la calor específica a volum constant, és a dir, depèn de la temperatura. Això vol dir, que en general, el so es propaga més ràpidament quan les partícules estan més juntes que quan estan separades, de manera que la velocitat de propagació és més elevada en els sòlids que en els gasos.

Conseqüentment, i considerant els factors que determinen la velocitat de les ones sonores i tenint en compte que els sons es perceben majoritàriament en l'aire, la rapidesa del so en l'aire és de 331 m/s a 0°C, i aquesta velocitat augmenta quan s'incrementa la temperatura (taula 5); fins al punt que la velocitat del so és independent de la pressió. Aleshores, els paràmetres que s'utilitzen per a descriure una ona sonora són:

- Longitud d'ona (distància)
- Període (temps)
- Freqüència (inversa del temps)

Tanmateix, quan el so es propaga a través d'un líquid o un sòlid, la velocitat és superior que en l'aire, ja que les partícules estan més juntes i es pot transmetre amb major facilitat (taula 5).

## Part II: Fonamentació teòrica

Taula 5. Velocitats de propagació de les ones sonores en funció del medi físic que travessen. Modificat de Bueche (2007).

Medi físic	Temperatura (°C)	Velocitat de propagació de les ones sonores (m/s)
Aire	1	340
Aire	0	331
Oxigen	0	316
Aigua	2-5	1435
Aigua de mar	2-5	1531
Fusta	-	3700
Coure	-	5010
Ferro	-	5950
Alumini	-	6420

### 3.2.3 Característiques del so

Tot i que amb la longitud d'ona, el període i la freqüència, es pot descriure una ona sonora, el to, la durada, la intensitat i el timbre, són les qualitats del so que permeten identificar els sons (figura 7). Aquestes propietats es defineixen de la següent manera:

- To o altura: Depèn de la freqüència d'ona. Quan les vibracions són més ràpides el so és agut i si són més lentes el so és greu. Aquesta propietat es mesura en hertz (Hz), que equival a 1 cicle per segon.
- Durada: Depèn de la persistència d'ona, és a dir, el temps que triga a extingir-se la vibració. Si el so té un major temps de vibració, aleshores, es diu que el so ha estat llarg, si per el contrari té menor persistència, llavors, el so és curt. Per exemple, un so curt és el d'un petard i un de lent pot ser el d'una cançó.
- Intensitat o volum del so: Depèn de l'amplitud de l'ona. És una característica que determina si un so és fort o fluix; a major amplitud més fort és el so i més fluix si

## Part II: Fonamentació teòrica

l'amplitud és menor. Determina la quantitat d'energia sonora en un punt, la qual es mesura en decibels, unitat que equival a una intensitat de  $10^{-16}$  W/cm<sup>2</sup>.

- **Timbre:** Depèn de la barreja del so fonamental amb els seus harmònics, de la seva intensitat i selecció. Pot modificar-se amb la manera d'atacar o extingir el so. Aquesta qualitat permet distingir un so enfront d'altres de idèntica natura i intensitat. El timbre, fa que les nostres veus siguin úniques, igual que els instruments musicals.

QUALITATS	CARACTERÍSTICA	ES PRODUEIX PER
ALTURA	greu	 freqüència d'ona (Hz)
	agut	
DURADA	llarg	 persistència d'ona
	curt	
INTENSITAT	fort	 amplitud d'ona (dB)
	suau	
TIMBRE	veus	 sons harmònics
	instruments	

Figura 7. Qualitats del so, característiques i factors que els produeixen.

En la figura 7, es detallen aquestes qualitats: altura, durada, intensitat i timbre segons les característiques i com es produeixen. En les partitures musicals es defineixen aquestes qualitats. L'altura es representa amb les notes i el pentagrama; els silencis, compassos o signes de prolongació defineixen la durada; la intensitat s'indica amb els matisos i es distingeixen els termes:

## Part II: Fonamentació teòrica

- *fortissimo* o molt fort
- *forte* o fort
- *mezzoforte* o mig fort
- *mezzopiano* o suau
- *piano* o fluix
- *pianissimo* o molt fluix

En darrer lloc, el timbre indica les veus i instruments a l'esquerra del pentagrama; una mateixa nota sona diferent segons l'instrument, de la mateixa manera que sona diferent si el produeix una dona, un home o un infant. Per aquest motiu, es distingeixen diferents tipus de cantants, les femenines són: soprano, mezzosoprano, contralt, mentre que les masculines són: tenor, baríton i baix. D'aquestes, la més aguda és la de soprano i la més greu és la de baix. A més, dintre d'aquestes categories generals es poden diferenciar les dramàtiques, líriques o lleugeres, a tall d'exemple, es poden distingir les sopranos dramàtiques, les quals tenen un timbre perfecte una mica més greu del què és habitual; les sopranos líriques tenen un ampli registre d'intensitats; i finalment, les sopranos lleugeres, són les més agudes de totes. Per tant, dins del cant hi ha diferents matisos que es tenen en compte a l'hora de classificar els tipus de cantants. Resumint, el timbre musical, color o la qualitat del so distingeix dos sons que tinguin les mateixes propietats d'una ona sonora: to, durada i intensitat.

### 3.2.4 Fenòmens acústics

Anteriorment s'ha parlat de les propietats de les ones sonores, de manera que una ona necessita un medi per a propagar-se i de la mateixa manera que la resta de fenòmens ondulatoris, aquesta pot patir diferents contrastes, que són els fenòmens acústics o ondulatoris, sent els més habituals: la reflexió, l'absorció, la refracció, la dispersió o atenuació, la reverberació, la difracció i l'efecte Doppler (figura 8). En aquest punt, es detallen com i perquè es produeixen, i una de les claus rau en el fet que el medi de propagació no és continu i que les ones sonores són mecàniques i en conseqüència s'extingeixen a mesura que es perd l'energia en les petites col·lisions que es donen entre les partícules de matèria en la pròpia propagació.

## Part II: Fonamentació teòrica

Ateses aquestes característiques, el primer supòsit és dona quan una ona sonora topa amb una superfície, com ara una paret. Llavors, es donen tres fenòmens: reflexió, absorció i refracció, de la mateixa manera que li passa a un raig de llum quan canvia de medi de propagació. La reflexió es produeix quan incideixen sobre una barrera plana ones de qualsevol tipus, i es generen noves ones que s'allunyen d'aquesta barrera (Tipler i Mosca, 2006). La fracció de l'energia que porta l'ona sonora reflectida és gran si la superfície és rígida i llisa, i és menor si la superfície és suau i irregular. Tal com s'ha comentat, el so es reflecteix de la mateixa manera que ho fa la llum.

Mentre que l'absorció és un procés físic mitjançant el qual una part de l'energia associada a una radiació electromagnètica, a un so o a una ona de qualsevol tipus, es transforma en altres formes d'energia quan travessa el medi (Enciso Pizarro i Estévez Andreu, 2012). L'energia sonora es debilita quan s'absorbeix, això és directament proporcional a la intensitat de l'ona i la distància del focus emissor, i depèn de les característiques del medi, és a dir, del seu coeficient d'absorció. De manera que l'energia sonora emesa per la font va sent absorbida pel medi. Així doncs, quan una ona sonora incideix sobre una superfície es reflecteix i/o s'absorbeix segons com sigui la naturalesa del material i com hagi estat la longitud  $[\lambda]$  de l'ona incident.

A diferència de la refracció, que és el canvi de direcció en la trajectòria d'un raig o d'un front d'ones que incideix sobre una superfície quan travessa una superfície que limita medis diferents. Els medis tenen densitats diferents, i per tant, diferent velocitat de propagació, fet que provoca la desviació del raig. El comportament dels rajos refractats en una superfície ve determinat per les lleis de refracció (Enciso Pizarro i Estévez Andreu, 2012). Per tant, la direcció de propagació d'una ona sonora pot variar en passar d'un medi a un altre, ja que en cada medi la velocitat de propagació canvia en funció de la seva densitat i propietats elàstiques. Per exemple, un canvi de temperatura o d'humitat pot fer variar la velocitat en l'aire i originar la refracció acústica.

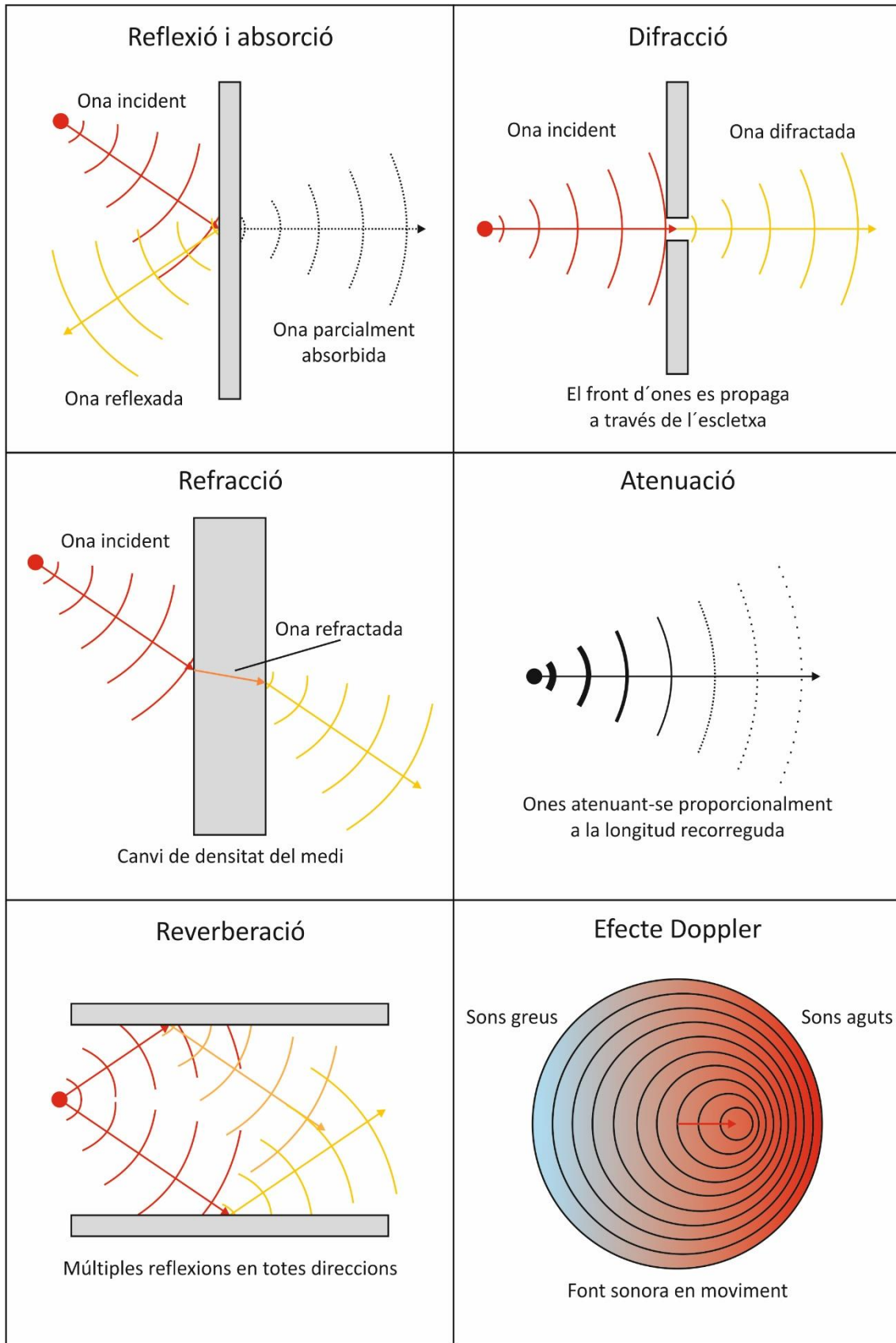


Figura 8. Esquema dels principals tipus de fenòmens acústics.

## Part II: Fonamentació teòrica

A vegades, quan el so es reflecteix en les parets, el sostre i el terra de l'estança, les superfícies reflectores, tornen a reflectir-lo de manera múltiple, i això provoca la reverberació, la reflexió múltiple del so (Hewitt, 2004). Per aquesta raó, en el disseny d'un auditori cal trobar l'equilibri entre la reverberació i l'absorció.

Per altra banda, l'eco i la reverberació són fenòmens acústics produïts per la reflexió de les ones sonores. L'eco es dona quan es rep l'ona reflectida amb un cert retard respecte a l'ona directa, retard que correspon a la diferència de camins recorreguts, per la qual cosa, el so es percep com una repetició clara del so inicial, i generalment es percep de manera més lleugera que el so original. Això vol dir, que si es té en compte la velocitat del so en l'aire de 340 m/s, el so fruit d'una font sonora pot arribar a recórrer un mínim de 17 metres fins que xoca amb un obstacle, per tal que pugui retornar a les nostres oïdes i es pugui sentir com un nou so, torna a recórrer 17 metres, un total de 34 metres en una dècima de segon, tal com mostra la figura 9. Tot plegat, es deu a que les nostres oïdes no poden percebre els sons de manera separada en intervals inferiors a la dècima de segon.

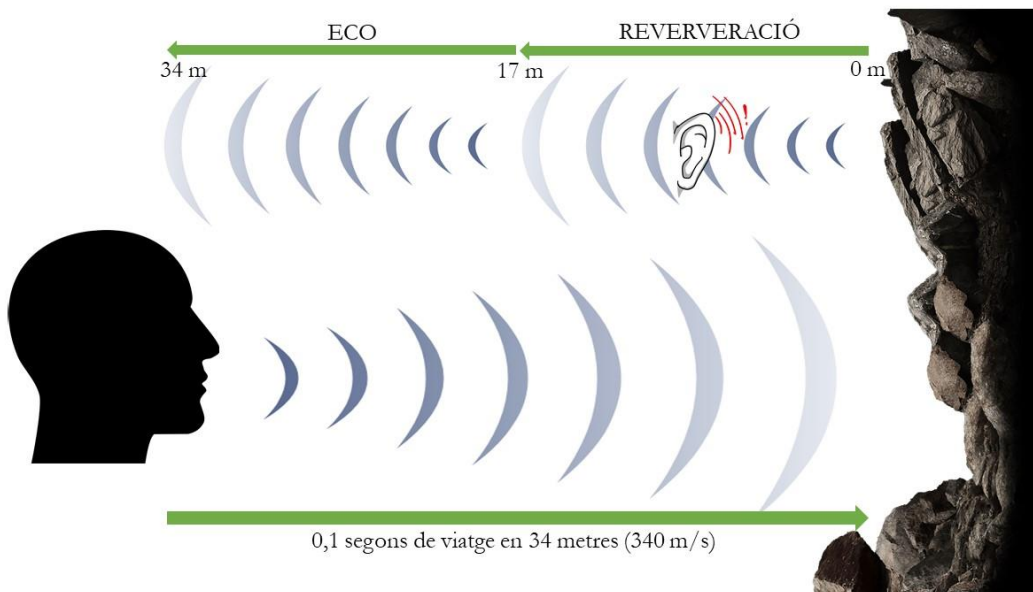


Figura 9. Representació de l'eco i de la reverberació en funció de la distància que ha de recórrer el so quan es produeixen aquest fenòmens.



## Part II: Fonamentació teòrica

Mentre que, la reverberació es produeix quan es continua sentint el so inicial, malgrat les reflexions successives, consegüentment, el so s'intensifica, ja que a l'oient li arriba més energia sonora a causa de les múltiples reflexions. Per aquesta raó, la font sonora es reflecteix en menys d'una dècima de segon, i per l'oient es percep com a part del so original.

En aquest cas, la reverberació en un espai tancat es calcula mitjançant el seu temps de reverberació, el qual és el temps que transcorre des de que es produeix el so inicial fins que s'extingeix. A tall d'exemple, en una habitació, el temps de reverberació es calcula determinant quan temps triga la intensitat de fons de 60dB a extingir-se respecte la font sonora, és el que es coneix com el temps de reverberació segons Sabine (1935), professor de física en la Universitat de Harvard, el qual va formular el càlcul del temps de reverberació tenint en compte els següents paràmetres:

- Geometria de l'habitació d'estudi
- Relació entre els materials i els seus coeficients d'absorció

Després, es tenen en compte les exigències tècniques segons el volum del recinte i l'activitat que s'hi fa (taula 6). S'acostuma a emprar el  $RT_{mid}$ , que fa referència al valor aritmètic mitjà dels valors corresponents a les bandes de 500 Hz y 1kHz, perquè la reverberació varia amb la freqüència, i també amb l'ús de l'edificació.

Taula 6. Taula d'exigències tècniques del temps de reverberació  $RT_{mid}$  recomanable en funció del tipus de sala (recintes ocupats). Modificat de «*Diseño acústico de espacios arquitectónicos*» de Carrión (1998).

Tipus de sala	$RT_{mid}$ , sales ocupades (s)
Sala de conferències	0.7 – 1.0
Cinema	1.0 – 1.2
Sala polivalent	1.2 – 1.5
Teatre d'òpera	1.2 – 1.5
Sala de concerts de música de cambra	1.3 - 1.7
Sala de concerts de música simfònica	1.8 – 2.0
Església / Catedral orga o cant coral)	2.0 - 3.0
Locutori de radio	0.2 - 0.4

## Part II: Fonamentació teòrica

En definitiva, la sala de conferències (taula 6) és l'espai que coincideix amb les característiques d'una aula, ja que el docent ha de ser escoltat per l'alumnat, tal com li passa a un conferenciant que ha de ser escoltat pel seu públic. Així doncs, cada espai té un temps de reverberació òptim segons sigui el seu ús, i també és important conèixer des d'on es parla, perquè el comportament acústic es diferent en funció d'on es produeix la font sonora.

Pel que fa altres fenòmens acústics rellevants són la difracció, l'atenuació i l'efecte Doppler, tal com s'ha introduït al principi d'aquest apartat. En primer lloc, la difracció és la distorsió que pateix una ona quan arriba a un obstacle que li impedeix la seva transmissió (Enciso Pizarro i Estévez Andreu, 2012). De manera que la difracció acústica s'origina quan la propagació d'una ona es troba un obstacle i l'envolta; o bé es troba una escletxa de mida comparable a la seva longitud d'ona audible, d'uns 3 cm a 12 m, en conseqüència l'escletxa actua com si fos un nou punt de partida de l'ona sonora. Gràcies a la difracció es poden escoltar els sons que venen d'una altra habitació amb la porta oberta.

En segon lloc, l'atenuació és la reducció de la intensitat d'un senyal de qualsevol tipus: elèctric, òptic, sonor, entre d'altres (Enciso Pizarro i Estévez Andreu, 2012). En concret, quan es produeix l'emissió d'un so, aquest no es propaga eternament sinó que progressivament es deixa de sentir. L'ona es debilita des del focus emissor i la seva intensitat va disminuint. Tècnicament, l'amplitud d'ona és inversament proporcional a la distància del focus emissor, per aquesta raó els sons s'extingeixen. Aquest fenomen és l'atenuació.

Per últim, quan existeix un moviment relatiu del focus emissor respecte el receptor es provoca un canvi de freqüència de les ones i llavors es parla de l'efecte Doppler. La freqüència augmenta quan la font i el receptor s'apropen i disminueix quan s'allunyen. Així doncs, quan un emissor d'ones i un receptor es mouen un respecte l'altre, la freqüència que observa el receptor no és la mateixa que emet el focus emissor. Quan es mouen anant un cap a l'altre, la freqüència observada és major que la del focus emissor; quan es mouen allunyant-se un de l'altre, la freqüència que s'observa es inferior a l'emesa pel focus (Tipler i Mosca, 2006). Aquest fenomen és observable amb el canvi de to d'una sirena d'una ambulància quan passa apropant-se o allunyant-se del receptor.

### 3.3 El sentit de l'oïda humana

D'entrada, per a poder sentir els sons i els fenòmens acústics associats cal un receptor, en el nostre cas, aquest receptor és el sentit de l'oïda, que juntament amb la vista, té una gran importància en la comunicació.

Tots els sentits ens informen sobre nostre medi extern, i actuen de la mateixa manera que ho fa un equip de so; a tall d'exemple, el receptor és el micròfon, els cables actuen com a transmissors, la taula de so processa el so i, novament, gràcies als cables -transmissors- es dona una resposta a través dels altaveus. Per tant, els elements són: receptor, transmissor, processador i resposta. Tal com mostra la figura 10, el receptor és l'òrgan del sentit, els transmissors són els impulsos nerviosos, el processador és el sistema nerviós, i la resposta pot ser conscient o bé inconscient. En el cas sistema auditiu es reben les ones sonores a través de l'oïda mitjançant mecanoreceptors; cal recalcar, que cada receptor sensorial és capaç de rebre un tipus d'estímul determinar, per aquesta raó el receptor de l'oïda mitjana capta l'efecte mecànic de les ones sonores.

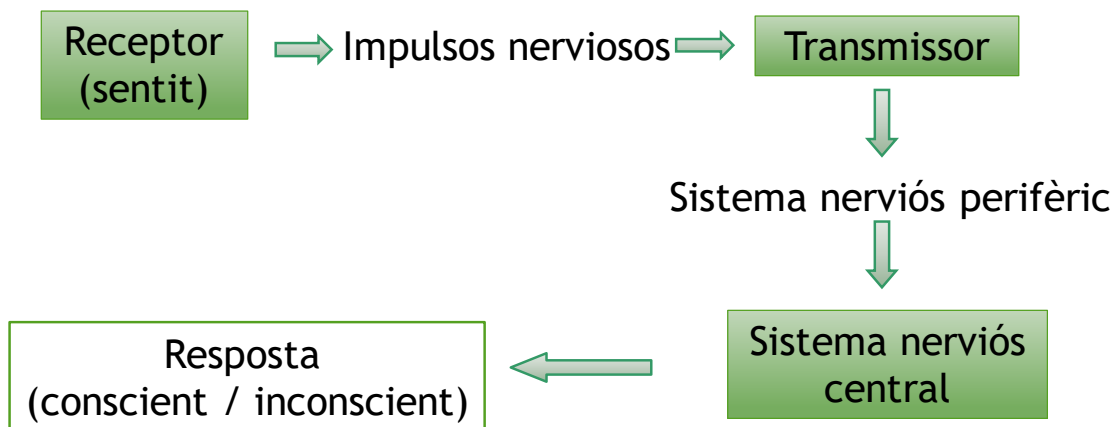


Figura 10. Funcionament general del sistema nerviós.

Arran d'això, les ones sonores actuen com a un estímul i generen una resposta. La psicologia de les sensacions estableix dues àrees on es processen els estímuls, per una banda, en l'àrea alfa s'hi allotgen els estímuls de manera passiva, mentre que l'àrea beta es donen les accions conscients, intencionades i lliures. És l'àrea especialitzada en la comunicació, l'anàlisi i el

## Part II: Fonamentació teòrica

procés lògic. En les sensacions, el procés cognoscitiu és el més primitiu, i la interacció entre els diferents sentits porta a la interacció entre ells, de manera que el funcionament es pot produir seguint aquests mecanismes (Castelló et al., 2005):

- Efecte desencadenant: el sentit principal rep l'estímul i busca la cooperació dels altres sentits; per exemple quan se sent un terrabastall al pis de dalt del nostre habitatge, el sentit principal és l'oïda, però ràpidament es mira cap a dalt i se cerca l'equilibri estàtic.
- Efecte simultani: Un sol estímul provoca la intervenció de més d'un sentit alhora; en el cas de la dansa, tot es mou i en conseqüència, també ho fan els nostres sentits: equilibri, tacte, vista i oïda.
- Efecte inhibitori: Diversos sentits actuen en un primer moment i, per selecció, se n'inhibeix l'acció d'un o més d'un, per exemple quan es tasta un pastís, al principi la vista, el gust i l'olfacte, però quan es troba a la nostra boca, el gust és el sentit que predomina.

D'altra banda, cada sentit té la capacitat de rebre els estímuls segons diferents llindars, els quals es poden alterar per efectes al·lucinògens, euforitzants o afrodisíacs; provocar el trencament dels llindars sensorials, i consegüentment causar estats d'hipersensibilitat. Així doncs, els llindars fan referència a les intensitats que els individus són capaços de processar (Castelló et al., 2005):

- Llindar mínim: la intensitat mínima d'estímul necessària per produir una resposta específica
- Llindar diferencial: la precisa variació que l'estímul per provocar una alteració de la resposta.
- Llindar superior: la màxima quantitat d'estímul a partir de la qual es desorganitza la conducta per rebuig o dolor en el receptor.

Per aquesta raó, l'espectre d'audició no és el mateix per a totes les espècies. Es ben coneguda l'agudesada auditiva dels gats i dels gossos, els quals poden arribar a captar rangs de freqüència més amplis i volums més aguts que els humans. Segons, l'institut auditiu Salesa, l'animal que té el sentit de l'oïda més ben desenvolupat és l'arna (*Galleria mellonella*), i una de les possibles

causes és perquè un dels seus depredadors, el ratpenat, també té aquest sentit molt desenvolupat, per tant, li cal una bona oïda per a poder-se defensar.

En ocasions, els llindars es redueixen per una excitació excessiva, cosa que provoca la fatiga d'aquests, en conseqüència es pot produir la necessitat d'augmentar l'excitació ambiental per poder continuar tenint respostes de la interacció amb el medi. També es dona el pas de la resposta beta a l'estat alfa, i tot plegat, pot provocar irritabilitat de l'individu: per dolor, incomoditat i/o declinació dels estímuls (Castelló, García, Sanz i Tilló, 2005).

### 3.3.1 Sensació i percepció

Tot i que la recepció dels estímuls és similar a la majoria de les persones, la interpretació pot diferir d'un subjecte a un altre; a més sempre pot variar aspectes com l'espai, el temps, l'anàlisi i la síntesi (Sperling et al., 2004). Per tal d'identificar i discernir entre els diferents estímuls que es reben del medi, cal distingir la sensació de la percepció. Quan s'han citat les àrees alfa i beta, aquestes fan referència a la psicologia de la sensació, que té una resposta inconscient i conscient, i que és el punt de partida del procés cognoscitiu, el qual madura cap a la percepció. Segons Pérez Gómez (2010), la percepció és el procés a través del qual el cervell elabora la informació dels sentits i permet obtenir dades de la realitat circumdant, organitzant-la en informació amb significat. La mateixa autora, defineix diferents tipus de percepcions:

- Percepcions de l'espai: dreta-esquerra; amunt i avall
- Percepcions del temps: només és percep l'actual, el passat és en la memòria i el present en la imaginació, que varia segons l'edat i l'experiència
- Percepcions dels objectes: textura, color, olor, etcètera
- Percepcions de les imatges: com són i quina informació donen
- Percepcions del moviment: canvis de direcció i sentit, trajectòries, repòs i moviment
- Percepcions del color: distingeix els objectes i dona una visió realista

Per tant, la percepció és el procés mental de relació activa amb el món; el qual es propi de cada individu, ja que tot i que l'estímul sigui el mateix, cada persona té les seves pròpies experiències sensitives, els seus antecedents, els seus sentiments a l'hora de percebre l'estímul, els seus desitjos i actituds (Sperling, Howard, Staley i DuBois, 2004).

## Part II: Fonamentació teòrica

A continuació, el següent nivell del procés cognoscitiu és l'observació, la qual és el punt de partida per a la construcció de coneixement ja que elabora el producte d'una sèrie de percepcions (Castelló et al., 2005). Dit d'una altra manera, el procés cognoscitiu passa per les sensacions, percepcions i observacions, tal com mostra la figura 11. Amb les sensacions es coneixen les qualitats i característiques dels objectes, amb la percepció es determina l'essència del propi objecte, i finalment, l'observació, permet explicar el què s'ha sentit i percebut.

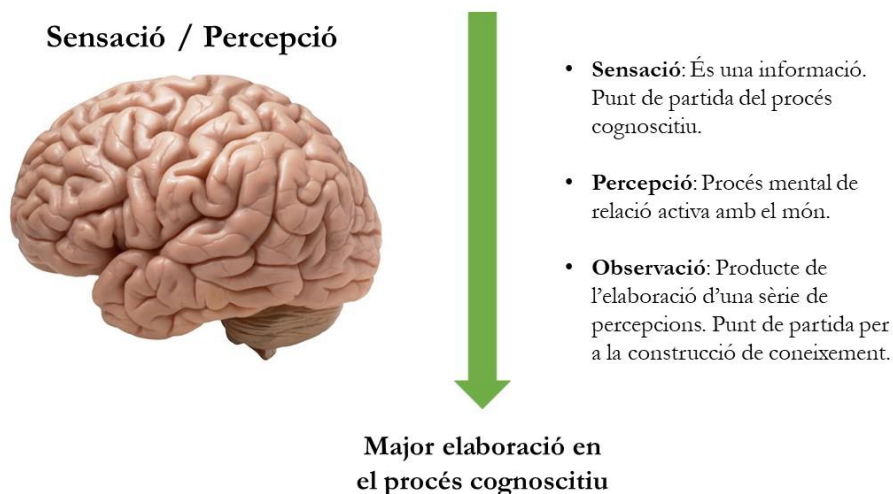


Figura 11. Nivells d'elaboració del coneixement segons el nivell cognoscitiu.

Atès que l'oïda forma part d'un dels nostres sentits, per començar es descriu l'anatomia de l'oïda humana i després s'explica el seu funcionament, és a dir, la seva fisiologia. L'oïda és un dels òrgans dels sentits més complex, per una banda percep els sons i per l'altra informa sobre la posició del cap en l'espai i dels seus moviments. Així doncs, forma part del sistema auditiu i del sistema somatosensorial. Des del punt de vista anatòmic se situa dins de l'os temporal i consta de tres parts: oïda externa, oïda mitjana i l'oïda interna (figura 12).

- a) Oïda externa: És la part més superficial, està formada pel pavelló auricular, l'orella, i el conducte auditiu extern, el qual acaba en una membrana, el timpà.
- b) Oïda mitjana: Comença en el timpà i està constituïda per la trompa d'Eustaqui; la caixa timpànica i les cavitats mastoidals. En l'interior de la caixa timpànica hi ha una cadena ossicular, formada pel martell, l'enclusa, el lenticular i l'estrep. L'oïda mitjana

## Part II: Fonamentació teòrica

es comunica amb l'oïda interna a través de la finestra oval –en contacte amb l'estrep– i la finestra rodona – situada sota la finestra oval–. Val a dir, que dins de la cadena d'ossets, el lenticular podria no existir segons estudis antropomètrics de Ramírez i Ballesteros (2013); ja que les variacions anatòmiques de l'enclusa no són suficients per a determinar l'existència del lenticular.

- c) Oïda interna: Constituïda pel laberint anterior i el laberint posterior, el qual està format pel vestíbul i els canals semicirculars. El laberint té una part òssia i una altra de membranosa, entre les quals hi ha la perilimfa, un líquid de composició similar al líquid cefalorraquidi. I en la major part del laberint membranós hi ha l'endolimfa, líquid clar i ric en potassi.

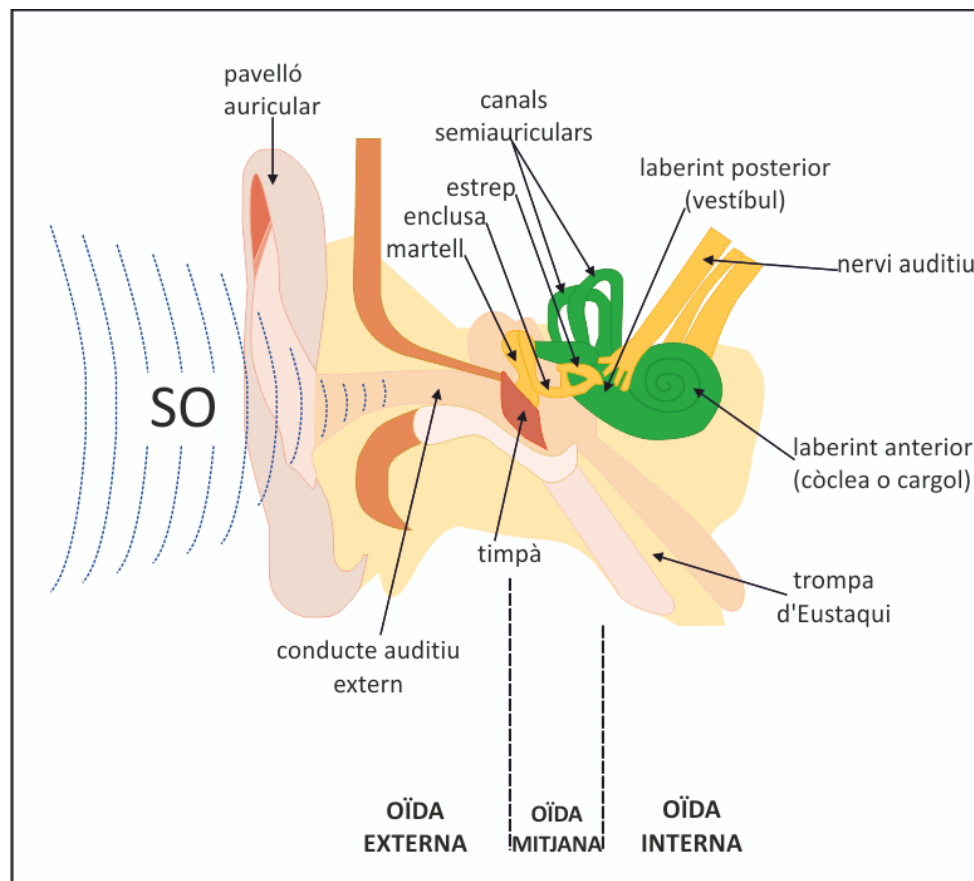


Figura 12. Anatomia de l'oïda.

En conjunt, l'audició és un sentit complex que implica quatre transduccions diferents. En primer lloc, l'energia prové de les ones sonores de l'aire que es converteixen en vibracions

## Part II: Fonamentació teòrica

mecàniques, després en ones líquides, després en senyals químiques i finalment en potencials d'acció (Silverthorn, 2008).

Fisiològicament, les parts de l'oïda tenen els receptors sensibles al so en l'oïda interna. Primerament, el so arriba a l'oïda a través de l'orella, la qual actua com una pantalla receptora dels sons. Les ones sonores continuen el seu camí pel conducte auditiu extern, el qual conté abundants pèls i glàndules secretores de cerumen, la funció dels quals és retenir i eliminar les impureses. En aquest moment la propagació de les ones és fa a través d'un medi gasos.

A continuació, les ones mecàniques arriben al sistema de recepció, amplificació i transmissió del sons, que està format pel timpà i la caixa timpànica, la qual encaixa amb la finestra oval que connecta amb la l'oïda interna. La transmissió del so en la cadena ossicular es fa en un medi sòlid, i el moviment origina una pressió sobre la finestra oval, que es transmet a la perilimfa de l'oïda interna.

Així doncs, el moviment de les cèl·lules acústiques es dona quan l'últim osset de la caixa timpànica, l'estrep, es mou i produeix la vibració de la perilimfa de les rampes vestibular i timpànica; que al seu torn mouen la membrana basilar on hi ha els pèls acústics. En aquest moment, la transmissió de les ones sonores es fa en un medi líquid.

Les rampes vestibular i timpànica es comuniquen entre sí i contenen perilimfa. Entre elles hi ha el canal coclear ple d'endolimfa i l'òrgan de Corti, que es localitza al llarg de tot el canal coclear. En la base de l'òrgan de Corti s'hi localitzen les cèl·lules acústiques, amb abundants cilis, en contacte amb la membrana gelatinosa tectòria o de Corti; de manera que quan els cilis dels pèls acústics es mouen, aquests exciten les terminacions nervioses de la base de l'òrgan de Corti, les qual formen part del nervi acústic.

Tanmateix, l'oïda interna és la part més intrincada, ja que per una banda és la responsable de l'audició i per l'altra forma part del sentit de l'equilibri. Aquesta darrera funció es desenvolupa en el laberint posterior i en els tres conductes semiauriculars. Mentre que, la recepció de les ones sonores s'elabora en el laberint anterior, mitjançant l'òrgan de Corti, tal com s'ha explicat anteriorment.

La membrana basilar té una sensibilitat variable a la freqüència de les ones sonores al llarg de la seva longitud. D'aquesta manera cada freqüència fa oscil·lar de forma màxima la



## Part II: Fonamentació teòrica

membrana basilar en un punt determinat del cargol, i només s'estimulen les cèl·lules ciliades d'aquella regió, les que estan «especialitzades» en aquella freqüència (figura 13), és a dir, en les diferents regions del cargol s'estimulen determinades freqüències, sent les més altes al principi del cargol i les més baixes al centre. La freqüència de les ones determina el desplaçament de la membrana basilar. La localització de les cèl·lules ciliades actives crea un codi que el cervell tradueix com informació sobre el to del so (Silverthorn, 2008).

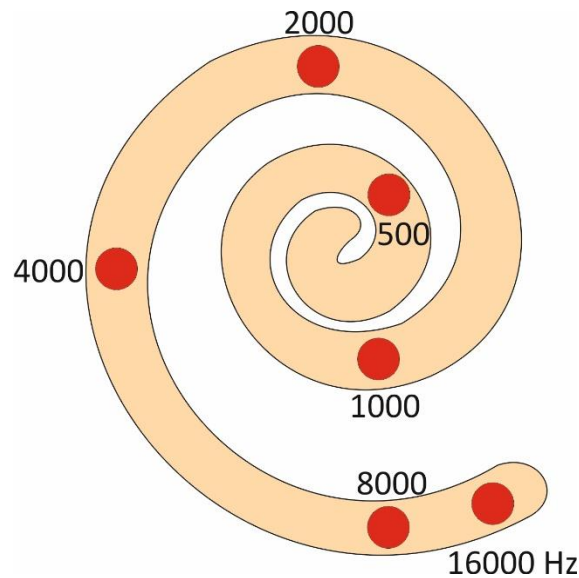


Figura 13. Esquema del cargol en les regions de determinades freqüències. Modificat de Llobart Elias (2007).

Mentre que la codificació del volum es fa de la mateixa manera que ho fan els receptors somàtics quan codifiquen la intensitat de la senyal. Si el so és fort, més ràpidament es desapareixen els potencials d'acció de la neurona sensitiva. De manera que, el processament inicial per al to, el volum i la durada del so es dona a la còclea. La localització del so és una funció superior que requereix inferències sensibles d'ambdues oïdes i una anàlisi sofisticada per part del cervell (Silverthorn, 2008).

La senyal rebuda dels pèls acústics connecta amb el nervi coclear que transmet la senyal fins al sistema nerviós central, on es dona la descodificació i integració de l'estímul sonor rebut. Durant el trajecte del nervi coclear que transmet la informació de l'orella interna al cervell, una part de les fibres es creuen i passen al costat contrari, gràcies a aquests encreuaments de les vies neurològiques resulta que cada orella envia informació als dos hemisferis cerebrals (Prats Abelló, 1983). Dit d'una altra manera, el so que prové de cada

oïda es projecta als dos nuclis homolaterals —del mateix costat— i als contralaterals —de costats oposats—. En conseqüència, cada hemisferi del cervell obté informació d'ambdues oïdes (Silverthorn, 2008). En aquest procés es comparen les senyals rebudes per les dues oïdes i el cap es capaç d'orientar-se cap a la font sonora emissora.

### 3.3.2 El camp d'audibilitat humà

La figura 14 mostra el camp d'audibilitat humà, el qual està limitat pels infrasons a l'esquerra i els ultrasons a la dreta; i a baix i a dalt, s'hi troben els límits deguts al volum. L'àrea d'allò que es susceptible de ser percebuda, queda delimitada per les freqüències, en l'eix d'abscisses, i per la intensitat, en l'eix d'ordenades. Els valors d'altura oscil·len entre 20 i 20.000 Hz, i els de volum entre 5 i 120 dB. Els límits depenen de la freqüència i de la intensitat, si un so és agut i fluix no es pot percebre i està per sota del límit d'audibilitat. Mentre que a mesura que augmenta la intensitat en un so agut o greu, la percepció sonora esdevé dolorosa, llavors, s'està per sobre del límit del dolor. La forma d'aquest camp s'assembla a la d'un ull, tal com assenyala Llobart Elias (2007).

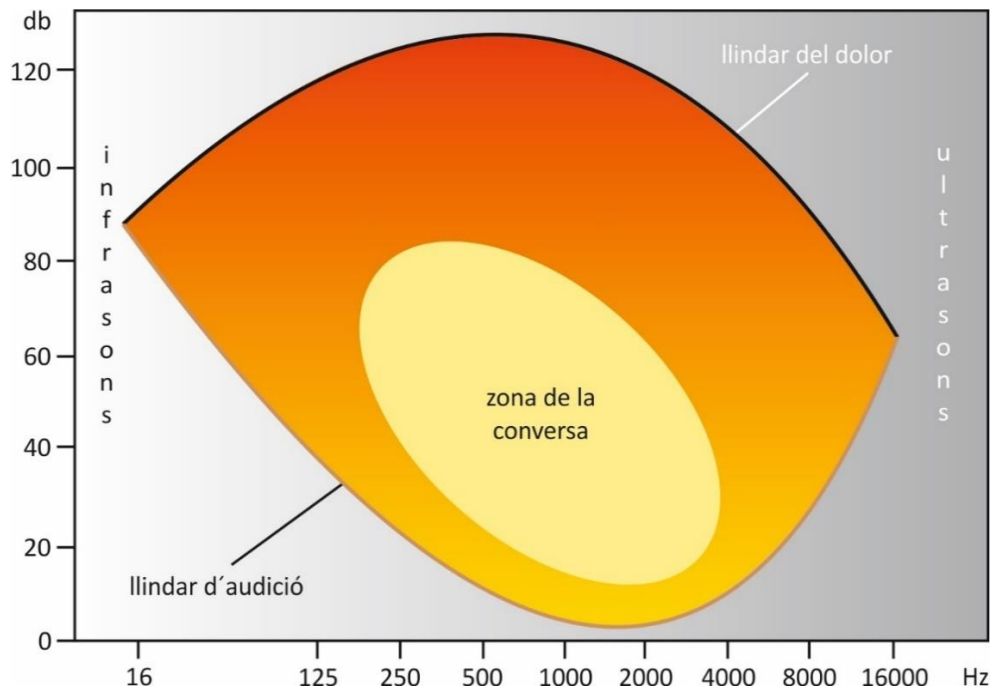


Figura 14. Camp d'audibilitat humà. Modificat de Llobart Elias (2007).

## Part II: Fonamentació teòrica

Aquest camp d'audibilitat no és el mateix per a tothom, i també varia amb l'edat, tal com mostra la figura 15, a mesura que les persones es fan grans, es perd la capacitat auditiva, de manera gradual es deixen de sentir les freqüències més altes i es perd la intensitat d'audició en decibels, de manera que la forma d'ull del camp d'audibilitat s'encongeix.

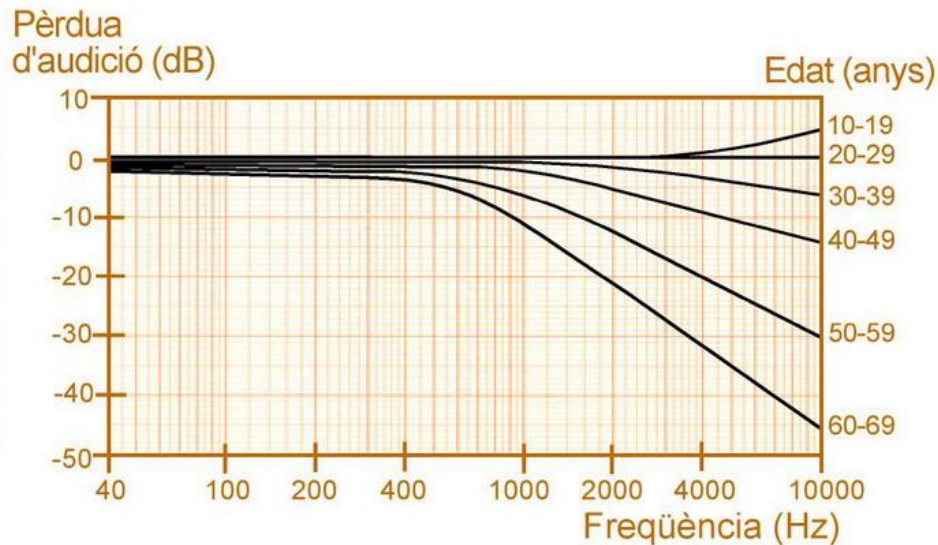


Figura 15. Audibilitat humana en funció de l'edat. Extreta d'Olson (1967).

Segons l'Agència de Protecció de la Salut es pot correlacionar la intensitat del soroll amb la percepció sonora (taula 7). La unitat de mesura de la intensitat que s'utilitza és el decibel tipus A, el qual detecta de forma aproximada la gamma de sons que és captada per l'oïda humana, la qual no té una sensibilitat sonora lineal i corregeix els valors del so de baixa freqüència que no són captats per l'oïda humana.

Taula 7. Relació entre el nivell de dB(A) i la seva valoració subjectiva. Modificat de Querol (2011).

Font sonora	Nivell de dB(A)	Valoració subjectiva
Avió comercial enlairant-se, a 100m	130	Llímit 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

Font sonora	Nivell de dB(A)	Valoració subjectiva
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

### 3.3.3 Elements indispensables en un procés comunicatiu

Sens dubte, el camp d'audibilitat humà ens relaciona amb el nostre entorn, de manera que quan tanquem els ulls, escoltem diferents paisatges sonors que ens situen en aquell entorn, com la remor de la brisa del mar, el cant entonat de les cigales durant les nit caloroses d'estiu o el rebombori que es dona en un congestió de trànsit. Endemés, sentir-hi és bàsic per establir un procés comunicatiu oral entre diferents persones.

En qualsevol procés comunicatiu (figura 16), ja sigui oral o escrit, hi participen els següents elements:

- Emissor: És la persona que envia un missatge a una altra persona o més.
- Receptor: És la persona que rep el missatge
- Canal: És la manera de transmetre el missatge, ja sigui de viva veu, a través de la televisió o la ràdio, xarxes socials o bé mitjançant diaris, llibres etc.
- Codi: És el sistema de signes que s'utilitza per elaborar el missatge, de manera que totes les llengües són codis lingüístics.
- Missatge: És allò que es vol transmetre.

Però, què passa quan el missatge és el soroll? O hi ha tant soroll de fons que no es pot desxifrar el missatge? Llavors, el procés comunicatiu perd eficàcia. Considerant aquest fet, es pot fer una nova classificació, en la qual el missatge és el soroll, les persones que el reben són receptors de soroll, i les que provoquen el soroll, ja sigui per posar la música molt alta, per cridar o per treballar amb maquinària sorollosa, són les persones productores del soroll, per tant les emissores. Aquesta classificació pot ser efectiva per endevinar quina és la seva relació amb el soroll, i es pot utilitzar a l'hora de caracteritzar una mostra poblacional.

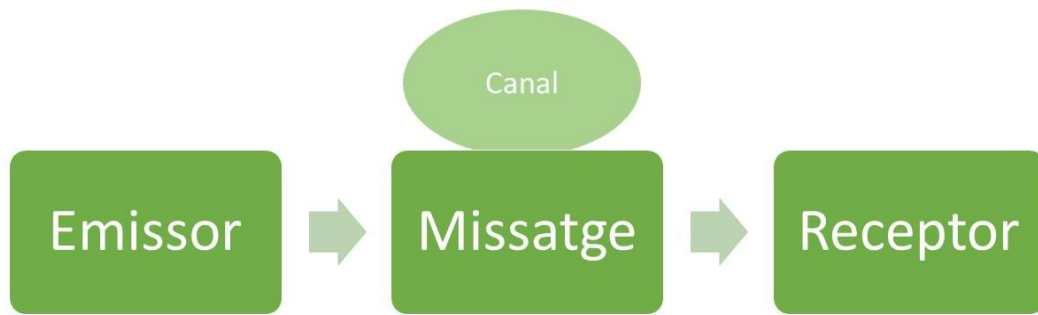


Figura 16. Elements de comunicació

### 3.3.4 Desenvolupament perceptiu del sistema auditiu

Tot i que el sentit de l'oïda és un dels sentits més ben desenvolupat en els humans, aquest evoluciona des del moment de naixement. En els nounats és molt sensible al volum dels sons, ja en el fetus se sobrealta quan se senten sons forts; ara bé, no és capaç de localitzar d'on bé la font sonora. Deval (1995) afirma que el nounat neix amb predisposició a captar determinats sons, preferint la veu humana i els sons del llenguatge, que més tard imitarà.

Quan el nadó té un mes de vida hi sent molt bé encara que no localitza la font sonora, cosa que canvia en el segon mes, quan és capaç de localitzar-la. Segons Gómez Palacio (1995), els nadons són capaços de fer discriminacions tan fines com distingir *ma* de *na*, *ba* de *pa* i *ga*.

En el tercer mes, el nadó pot moure el cap cap a la font sonora i comença a distingir la veu humana d'altres sons, fets que evolucionen i es perfeccionen en el quart mes, quan adquireix una gran agudesesa i maduresa auditiva. En el cinquè mes es fixa en la persona que parla i comença a discriminar els tons i inflexions de les veus i és sensible a la música (Gassier, 1983).

### 3.3.5 Alteracions del sistema auditiu

En els infants, el sentit de l'oïda és clau a l'hora d'adquirir el llenguatge i un òptim desenvolupament cognitiu. Segons l'Organització Mundial de la Salut (2020), una persona pateix una pèrdua d'audició quan el seu llindar d'audició de les dues oïdes és igual o superior a 25 dB. Si la pèrdua d'audició és superior a 40 dB en l'oïda amb millor audició en els adults i superior a 30 dB en l'oïda amb millor audició en els infants, llavors és considera que hi ha una discapacitat auditiva.

Malgrat que el terme de sordesa implica un determinat grau de pèrdua auditiva, tradicionalment s'utilitza per fer referència tant a la pèrdua lleu com profunda, generalitzant l'ús d'aquest terme en qualsevol deficiència auditiva (Martínez i Peters, 2015). Fins al punt que, sordesa i hipoacúsia s'utilitzen indistintament per fer referència que existeix una pèrdua auditiva.

Segons Martínez i Peters (2015) i Jáudenes Casaubón (2004) una pèrdua auditiva pot ésser classificada en funció de diversos criteris: intensitat de la pèrdua auditiva, localització de la lesió i moment de l'aparició (taula 8).

El primer criteri de la taula 8 és la intensitat de la pèrdua auditiva. L'audició és normal quan es perceben sons per sota dels 20 dB HL, és a dir, quan la persona no té dificultats en percebre sons, però quan no és capaç de percebre'ls, llavors té una hipoacúsia lleu (de 20 dB a 40 dB de pèrdua), mitjana (de 40 dB a 70 dB), severa (de 70 dB a 90 dB) o profunda (de més de 90 decibels de pèrdua auditiva). Els decibels citats són els Hearing Level (HL), els quals pertanyen a l'escala d'una audiometria tonal. Segons la patologia, els infants poden tenir una sèrie de conseqüències, les quals es detallen a continuació:

- Hipoacúsia lleu (20-40 dB HL): La veu dèbil o llunyana no es percep. En general, l'infant està considerat com a poc atent i la detecció de la pèrdua auditiva és important fer-la abans i durant de la seva edat escolar.
- Hipoacúsia mitjana o moderada (40-70 dB HL): El llindar d'audició es troba en el nivell conversacional mitjà. El retard del llenguatge i les alteracions articulars són molt freqüents, ja que el procés d'adquisició del llenguatge per via auditiva no ha estat del tot satisfactori.
- Hipoacúsia severa o greu (70-90 dB HL): És necessari augmentar la intensitat de la veu perquè aquesta pugui ser percebuda. L'infant presenta un llenguatge molt pobre, o bé, li manca.
- Hipoacúsia profunda (més de 90 dB HL): Sense la rehabilitació apropiada aquests infants no parlaran, només rebran sorolls molt intensos i és, quasi sempre, per mitjà de les vibracions i no per mitjà auditiu.

## Part II: Fonamentació teòrica

Taula 8. Taula de criteris i tipus de sordesa.

Criteris de classificació	Tipus			
<b>Intensitat de la pèrdua auditiva</b>	Hipoacúsia lleu (20-40 dB HL)	Hipoacúsia mitjana o moderada (40-70 dB HL)	Hipoacúsia severa o greu (70-90 dB HL):	Hipoacúsia profunda (més de 90 dB HL):
<b>Localització de la lesió</b>	Hipoacúsia de conducció o de transmissió	Sordesa central	Sordesa neurosensorial o perceptiva	Sordesa mixta
<b>Moment d'aparició</b>	Hipoacúsia perlocutiva		Hipoacúsia post locutiva	

El segon criteri és la localització de la lesió, de la qual se'n coneixen quatre formes: hipoacúsia de conducció, central, neurosensorial i mixta. La de conducció afecta l'oïda externa o mitjana, la central es dona pel dany de les vies neuronals entre l'oïda i l'escorça cerebral o només el dany de la pròpia escorça; en aquest cas es dona la pèrdua de reconeixement de l'estímul. Per altra banda, la hipoacúsia de conducció es produeix quan es danyen les estructures de l'oïda interna, que inclouen la mort de cèl·lules ciliades com a resultat de sorolls forts. La pèrdua de cèl·lules ciliades en mamífers és irreversible, de manera que la hipoacúsia neurosensorial està augmentant en persones joves degut a l'exposició prolongada a música i sorolls ambientals (Silverthorn, 2008). Per últim, existeix la sordesa mixta, que és aquella patologia que afecta tant la via de conducció del so, com la via de percepció del so.

El tercer criteri fa referència al moment d'aparició de la sordesa, la qual es pot donar en el naixement del nadó o apareix amb anterioritat en l'adquisició del llenguatge (abans dels 2-3 anys de vida), aquesta és la hipoacúsia perlocutiva, que impossibilita l'aprenentatge de la parla en els casos de les hipoacúsies greus o profundes. L'altre tipus és la hipoacúsia post-locutiva, la qual es dona amb posterioritat a l'adquisició del llenguatge, i la pèrdua d'audició es dona de manera progressiva. Si es coneix el moment d'aparició de la pèrdua auditiva s'hi pot posar remei, per exemple amb els implants coclears a nadons.

## Part II: Fonamentació teòrica

En l'àmbit educatiu es classifica als infants amb dèficit auditiu en hipoacúsies i sords profunds:

- Hipoacúsies: la seva audició és deficient, no obstant això, amb pròtesi o sense ella, poden adquirir el llenguatge oral per via auditiva, encara que presentin alteracions en l'articulació i en l'estructuració lingüística, depenent del grau del seu hipoacúsia.
- Sords profunds (Hipoacúsia profunda (més de 90 dB HL): la seva audició els impedeix adquirir el llenguatge per via auditiva, per la qual cosa necessiten servir-se de la visual per aconseguir-ho.

D'acord amb Jáudenes Casaubón (2004) les causes de les hipoacúsies es poden classificar en funció del moment en què es presenten: prenatales, perinatales i post natales. En primer lloc, les prenatales poden ser genètiques o adquirides, un 60% dels casos de pèrdua auditiva causades abans de néixer es produeix per anomalies genètiques, les quals poden ser produïdes per anomalies genètiques aïllades degudes a un origen autosòmic recessiu, dominant o lligat al sexe, per exemple; o bé anomalies genètiques associades a alteracions d'altres òrgans. Mentre que les hipoacúsies prenatales adquirides, l'altre 40% dels casos de pèrdua auditiva, poden venir de causes infeccioses, exposició a radiacions, hàbits tòxics de la mare, com ara fumar o beure alcohol durant l'embaràs, entre d'altres.

En segon lloc, les hipoacúsies perinatales són aquelles causes que es produeixen durant el part i provoquen la pèrdua auditiva. Són difícils de conèixer amb claredat i normalment estan interrelacionades amb diferents causes, com ara la prematuritat i/o el baix pes del nadó, les infeccions, traumatismes obstètrics, etcètera.

I finalment, en les hipoacúsies post natales s'inclouen totes aquelles causes que tenen un origen adquirit i de posterior aparició al període neonatal (els primers 28 dies de vida). Hi ha moltes causes dins d'aquest grup, tot i això, Berdejo Gago i Caballero Borrego (2018) descriuen que entre les més importants hi ha: l'otitis mitja crònica, la meningitis bacteriana, el xarampió, els traumatismes cranioencefàlics o traumatismes a l'oïda i l'ús d'alguns medicaments, com a causes més remarcables.



## 4 Aspectes tècnics i jurídics

En els següents apartats s'explica com es mesura el so des del punt de vista tècnic, distingint diferents conceptes com ara la pressió sonora de la potència; així com també el nivell d'intensitat, la sensació sonora i la sonoritat. Com aquests conceptes s'entrellacen i s'explica com funcionen les corbes de ponderació per equiparar-les a l'oïda humana; i això es connecta amb els paràmetres i aparells de mesurament.

A continuació, es tracta el soroll com a tal i distingint-lo del so, per tal de valorar quins són els indicadors del nivell de soroll, i quins són els tipus de sorolls. Després, es tracta com aquests soroll afecten a la salut, i com particularment tenen afectació a nivell escolar. D'aquí, s'explica com s'ha de condicionar acústicament un edifici escolar.

Per acabar, es tracta el funcionament de la normativa referent al soroll, considerant la legislació vigent, i la normativa en l'elaboració de mapes sonors. Altrament, es fa un anàlisi dels currículums d'educació tenint en compte els conceptes clau: so, soroll i contaminació acústica i com són tractats.

### 4.1 La mesura del so

Per a mesurar el so físicament, cal distingir termes com ara, la pressió sonora, la intensitat, sensació sonora i la sonoritat, les quals faciliten la comprensió dels diferents decibels que es poden mesurar i el perquè d'aquestes diferències.

La pressió sonora és la magnitud que s'utilitza per avaluar com es propaga una ona sonora en un medi, com ara, l'aire. La variació és dona per sobre o per sota de la pressió atmosfèrica, així que, considerant que la pressió atmosfèrica sobre el nivell del mar és de 101.300 Pa, la pertorbació produïda per un so és molt petita, encara que sigui produïda pel brunzit d'un mosquit — nivell mínim de pressió sonora audible — o bé, el motor d'un coet gros— valor audible proper al llinar màxim del dolor —. Els valors oscil·len en 0,00002 N/m<sup>2</sup> i uns 20 N/m<sup>2</sup>, respectivament, o en 0,00002 Pa i 20 Pa, ja que 1Pa és igual que 1N/m<sup>2</sup>. És a dir l'interval de mesura és de 106 unitats. Per aquesta raó, s'utilitza una escala logarítmica enlloc de lineal i també perquè a l'hora de sumar sons, la suma no és lineal. A més, l'oïda humana

## Part II: Fonamentació teòrica

no respon linealment als estímuls que rep, sinó que més aviat ho fa de manera logarítmica. En doblar la pressió sonora, no es dobla la sensació sonora.

El pas de  $N/m^2$ , es fa segons la fórmula, i aquest nivell sonor s'acostuma a determinar en decibels:

$L_p = 10 \log \frac{p_0^2}{p_1^2} = 20 \log \frac{p_0}{p_1} \text{ (dB)}$	<p><math>L_p</math> = nivell de pressió sonora</p> <p><math>p</math> = pressió sonora en <math>N/m^2</math></p> <p><math>p_0</math> = pressió sonora de referència</p>
--	--

Així doncs, la pressió sonora determina el nivell del so en un punt concret de l'espai, a diferència de la potència sonora que mesura la totalitat de l'energia sonora en dB que una font determinada pot radiar.

### 4.1.1 Nivell d'intensitat, sensació sonora i sonoritat

La intensitat es pot considerar física -objectiva- o fisiològica -subjectiva-, de manera que no és el mateix mesurar el volum acústic, o dit en altres paraules, el grau d'energia que l'ona sonora transmet, que la intensitat fisiològica, la qual fa referència a la sensació sonora que percep l'orella humana. En aquestes magnituds no hi ha una relació de proporcionalitat directa, és a dir, quan actuen dues fonts sonores de la mateixa intensitat física, no es produeix una sensació de sonoritat doble en les nostres oïdes.

Així doncs, i tal com s'ha dit, la magnitud que s'utilitza per avaluar la pertorbació de l'estat d'equilibri del medi on es propaga l'ona sonora és la pressió sonora, que és la variació de pressió per sobre i per sota de la pressió atmosfèrica ( $N/m^2=Pa$ ), però la percepció de la sonoritat no és proporcional a la intensitat sinó que varia logarítmicament, per això s'utilitza una escala logarítmica per a descriure la sonoritat ( $\beta$ ), la qual descriu de manera més objectiva la sensació sonora real, però es fa difícil de mesurar, ja que varia segons la intensitat de referència ( $I_0$ ), tal com mostra l'expressió matemàtica:

## Part II: Fonamentació teòrica

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

On la  $I$  és la intensitat física del so i  $I_0$  és el nivell de referència, que pren el valor del llindar d'audició.

$$I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

D'aquesta manera, del llindar d'audició és 0 i el del dolor se situa en 120 dB, quan el nivell d'intensitat i la sonoritat coincideixen numèricament, tal com s'aprecia en la figura 17, on es dona la relació entre la sonoritat (en fons) i el nivell d'intensitat (en decibels). Les diferents corbes, corresponent cadascuna a un valor constant de sonoritat en fons, s'anomenen «isofòniques». S'observa que la corba corresponent a la sonoritat de 0 fons (o isofònica de 0 fons) coincideix amb la del llindar d'audibilitat segons el camp d'audibilitat (figura 14). Aquestes corbes amb la mateixa sonoritat mostren el nivell de pressió sonor en cada freqüència perquè el nostre sistema auditiu ho percebi, per això en les freqüències altes i baixes és necessari més nivell que en la zona central, això es deu al fet que l'oïda és més sensible a les freqüències de la veu humana per tal d'afavorir en la comunicació (Embrecchts, 2003).

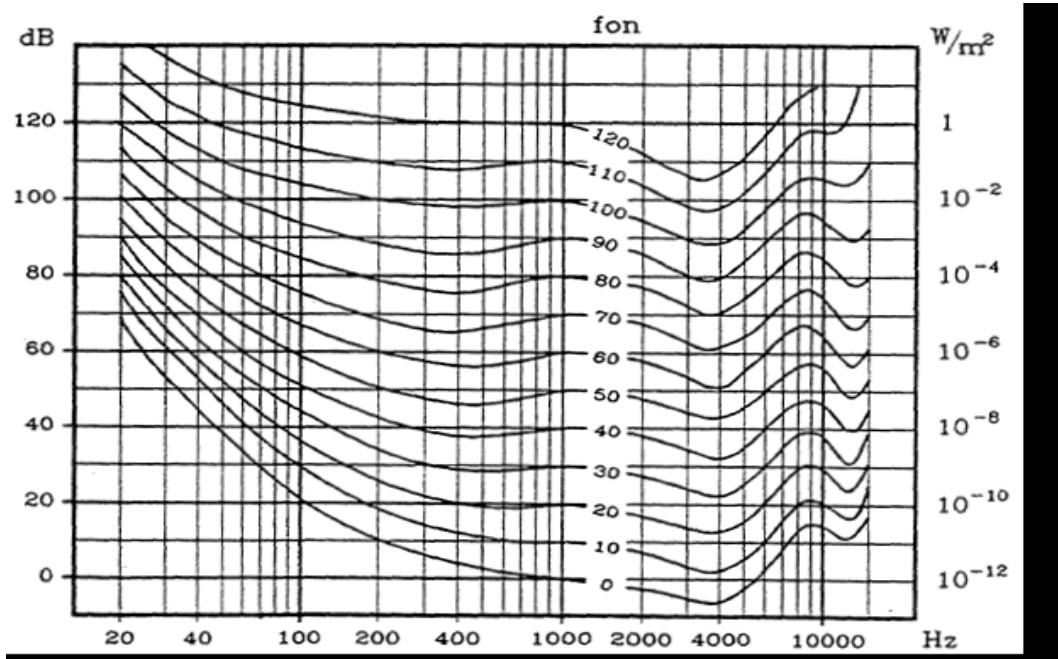


Figura 17. Nivell d'intensitat en funció de la freqüència per a sons amb la mateixa sonoritat. Extreta de Embrecchts (2003).

## Part II: Fonamentació teòrica

De manera que la sonoritat depèn de la freqüència, així com el nivell de decibels. El gràfic del nivell d'intensitat en decibels en funció de la freqüència (en escala logarítmica) per a sons amb la mateixa sonoritat per a l'oïda humana mostra la relació entre la intensitat i la freqüència (Tipler i Mosca, 2006).

En la taula 9 s'observen els ordres de magnitud en decibels relacionats amb el quocient entre les intensitats i s'hi descriu el que percep una persona amb les oïdes sanes.

Taula 9. Taula que mostra el que sent una persona sana segons ordres de magnitud en decibels relacionats amb el quocient entre les intensitats. Modificat de Tipler i Mosca (2006).

Font	$\frac{I}{I_0}$	$\frac{b}{dB}$	Descripció
	100	0	Llindar d'audició
Respiració normal	101	10	Escassament audible
Remor de les fulles	102	20	
Conversa en veu molt baixa (5m)	103	30	amb prou feines sorollós
Biblioteca	104	40	
Oficina tranquil·la	105	50	Poc sorollós
Conversa normal (a 1m)	106	60	
Trànsit dens	107	70	
Fàbrica de tipus mig	108	80	
Camió pesat (a 15m); cataractes del Niàgara	109	90	L'exposició constant danya a l'oïda
Tren de metro antic	1010	100	
Soroll de construcció (a 3m)	1011	110	Llindar del dolor
Concert de rock amb amplificadors (a 2m); enlairament d'un reactor (a 60m)	1012	120	
Rebladora pneumàtica; metralladora	1013	130	
Enlairament d'un reactor (proper)	1015	150	
Motor d'un coet gros (proper)	1018	180	

### 4.1.2 Corbes de ponderació

Tal com explica Laboria Vallés (2008), l'oïda humana té un comportament desigual amb l'augment de la pressió sonora a les diferents freqüències: s'atenua de 20 a 1.000 Hz i s'amplifica de 1.000 a 5.000 Hz, i es torna a atenuar a partir dels 5.000 Hz. Per tant, no es té

## Part II: Fonamentació teòrica

la mateixa sensació amb una ona sonora de freqüència 1.000 Hz i 40 dB de nivell de pressió, que amb una altra ona de freqüència 100 Hz i 40 dB.

En l'apartat de l'audibilitat humana, s'explica que es fa servir el decibel de tipus A per a fer mesuraments, ja que atenua els greus, de la mateixa manera que fa l'oïda humana. Tanmateix existeixen altres escales de ponderació (figura 18), a part de l'A, per resoldre la falta de linealitat de l'oïda humana, ja que el mesurament sense ponderació és estrictament físic.

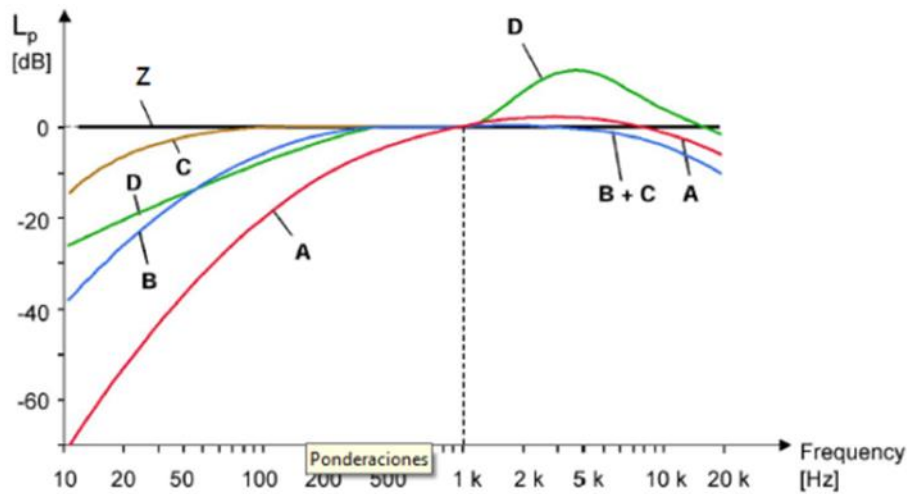


Figura 18. Nivell d'intensitat en funció de la freqüència per a sons amb la mateixa sonoritat. Extreta de Embrechts (2003).

La ponderació A sorgeix de la inversa de la corba de 40 fons simplificada de la figura 18, és una correcció que s'aplica als nivells de pressió sonora mesurats per a que s'assemblin a la percepció subjectiva que es té d'aquests, d'aquesta manera s'obté un resultat del mesurament en dBA. No només s'utilitza la ponderació A, també s'utilitza la ponderació B (a partir de la corba de 70 fons), C (a partir de la corba de 100 fons), D (a partir de la corba de 120 fons) i Z (ponderació lineal). Però, de totes aquestes ponderacions, les més utilitzades són l'A i la C (Embrechts, 2003).

### 4.1.3 Paràmetres i aparells de mesurament

En definitiva, el decibel ponderat dBA és la unitat de nivell del soroll que filtra les altes i baixes freqüències, menys perceptibles per a l'oïda humana, i que aconsegueix un màxim en les mitges freqüències. És el nivell de decibels que permet ajustar aquesta unitat més adequadament a la percepció que tenim del so. Aquesta unitat és útil perquè reflecteix més fidelment la nostra percepció real del soroll. Per a mesurar-la s'utilitza el sonòmetre. Un sonòmetre utilitza un micròfon omnidireccional. Per als infants, existeix un aparell més senzill, anomenat *Ecodad*, que també mesura el nivell sonor

El soroll mesurat pot ser continu o discontinu. Quan és discontinu, pot tenir les freqüències i la intensitat molt variables i per a la seva avaluació ambiental la majoria dels sonòmetres de forma automàtica fan la «equivalència» de la pressió sonora com si es tractés d'un soroll continu i d'aquesta forma estimar la seva capacitat en danyar la salut.

Quant als paràmetres de mesura del so, el nivell sonor continu equivalent  $L_{eq}$ , es calcula fent la mitjana dels valors instantanis del soroll durant un temps determinat, i el més utilitzat és el tipus A; tot i que no resol l'estructura espectral i temporal del so. Per això, també es fa servir el LAE, el qual valora el nivell de soroll equivalent d'un succés, referit a 1s; i altres paràmetres estadístics sonors, que permeten mesurar els nivells sonors que han estat ultrapassats durant un percentatge determinat del temps de mesurament.

Els més emprats són els LA1, LA10, LA50, LA90 i La99. Els nivells LA1 i LA10 posen de manifest la importància de les puntes de soroll, durant el temps de mesurament. Com més elevats són aquest paràmetres, respecte al LAeq, més nivells alts puntuals són presents durant el mesurament.

## 4.2 El soroll

L'estudi del soroll i de les seves molèsties venen de lluny, a la ciutat grega de Síbaris, al S VI abans de Crist, estava prohibit cuidar galls que pertorbessin el descans nocturn dels ciutadans, així com també que els artesans que exercien oficis especialment sorollosos havien de treballar fora de la ciutat. En l'època romana, l'emperador Juli Cèsar va prohibir la circulació

de carruatges a Roma a determinades hores del dia, per eliminar les molèsties que causava el soroll que produïen en transitar pels carrers empedrats.

De tota manera, en les societats preindustrials els problemes ocasionats pel soroll eren marginals, per bé que el seu medi sonor es podria considerar gairebé natural i mancat de d'efectes negatius sobre la salut i sobre el medi ambient. Ha estat al llarg dels dos darrers segles quan el soroll ha augmentat de manera espectacular tant en el temps com en l'espai. És a dir, l'excés de soroll es pot donar a qualsevol hora del dia i en qualsevol lloc habitat. Així doncs, la contaminació acústica constitueix un problema peculiar de la nostra societat, amb múltiples efectes i dimensions d'anàlisi.

El nivell de pol·lució acústica ha augmentat considerablement en la societat industrial. Tot repercutint negativament sobre la nostra capacitat d'audició i percepció (Schafer, 1969). Per aquesta raó, es dona la presa de consciència que existeix un paisatge sonor i, d'escoltar-lo activament. D'altra banda hi ha un actitud ecologista de preservació dels sons del nostre entorn i de no alteració.

Així doncs, s'està produint una agressió al medi sonor per part dels humans que caldria mitigar i retornar a l'espai sonor original, per tal de respectar l'entorn i el sistema de comunicació sonor. Conseqüentment, les maneres d'escolta han variat al llarg de la història, fent que determinats sons tinguin més importància que d'altres, i oblidant els sons de fons, ja sigui el soroll o bé el silenci.

Tal com assenyala Espinosa (2006) s'ha de promoure una presa de consciència del paisatge sonor i, a partir d'ella, connectar amb aquesta realitat sonora per a poder-la modificar quan sigui necessari, aprofitar-la quan sigui convenient, exaltar-la quan pagui la pena i/o apreciar-la quan la nostra sensibilitat ho desitgi.

### 4.2.1 Diferències entre so i soroll

Físicament, un soroll és una sensació auditiva no desitjada corresponent a una variació aleatòria de la pressió al llarg del temps. És un so complex i pot ser caracteritzat per la freqüència de sons purs que el componen i per l'amplitud de la pressió acústica corresponent a cada una d'aquestes freqüències.

## Part II: Fonamentació teòrica

En qualsevol cas, tan el so com el soroll són fenòmens ondulatoris des del punt de vista de l'acústica; però cal distingir-los. Segons Geronimi, Belgrano i Munari i (2015) la interpretació d'aquests termes deriva de la intenció de ser escoltats. És a dir, un so pot ser un soroll si és un entrebanc en el nostre espai sonor. Per exemple, quan els veïns posen música pot ser una molèstia, un soroll, si ens priva de fer una activitat que requereix concentració. Si pel contrari, la nostra intenció és escoltar-la, llavors la música dels veïns és un so.

Geronimi, Belgrano i Munari i (2015), remarquen que un soroll no és un so no desitjat, ja que aquesta definició implica subjectivitat. I defineix el soroll com a qualsevol pertorbació interna en qualsevol sistema de comunicació. En qualsevol cas, quan un so interfereix sobre un altre que no es vol escoltar però que igualment es capta, llavors es percep com un soroll, cosa que, pot provocar un sentiment de rebuig, perquè interromp o impossibilita que es porti a terme l'activitat desitjada (Querol, 2011).

### 4.2.2 Indicadors del nivell de soroll

Tot i la controvèrsia entre els termes de so i soroll; es pot afirmar que la percepció és clau a l'hora d'identificar un so d'un soroll i, per tant, la subjectivitat hi té molt a veure. La percepció depèn de l'individu, de l'edat, sexe i del seu nivell auditiu. Altres factors que poden influir en la percepció sonora, segons l'Agència de Protecció de la Salut (Querol, 2011), són:

- L'hora del dia que es percep; un soroll és més molest de nit que de dia.
- L'activitat que desenvolupa la persona que rep el so; es percep menys soroll si la persona està concentrada o realitzant una activitat; o bé, un mateix so pot ser percebut com un soroll durant la nit, quan es dorm.
- L'accés o control a la font sonora; per a la persona que genera el soroll normalment no és molest.
- Els antecedents socioculturals, expectatives i qualitat de vida.
- La familiaritat; acostumar-se a un soroll determinat.
- La naturalesa del soroll; un soroll intermitent és més molest que un de continu; de la mateixa manera, la molèstia depèn del temps d'exposició del soroll.
- Característica del so: intensitat, espectre de freqüències, ritme i durada del so.



## Part II: Fonamentació teòrica

Laboria Vallés (2008), anomena i detalla algun d'aquests factors i n'afegeix altres com l'energia sonora i el receptor. Pel que fa a l'energia sonora, es relaciona més molèstia quan el soroll és més fort. Mentre que la persona que rep el so segons la seva sensibilitat auditiva i d'on ve pot percebre un so com a soroll; ja que la percepció és personal i intransferible. La psicoacústica és la branca de la ciència que estudia com perceben els sons les persones.

Per tant, l'indicador que s'utilitza a l'hora de fer un estudi de l'impacte sonor és clau, ja que cal considerar tots aquests factors. Segons la mateixa autora els indicadors que s'acostumen a utilitzar són els següents:

- Nivell de pressió sonora (nivell sonor) (L, SPL)
- Nivell de pressió sonora continua equivalent (LAeq(T))
- Nivell d'exposició sonora (SEL)
- Nivell corregit mitjà dia-nit (Ldn)
- Nivell corregit mitjà dia-tarda-nit (Lden)
- Nivell de contaminació de soroll (LNP)
- Índex de soroll del trànsit (TNI)

### 4.2.3 Tipus de soroll

De la mateixa manera que es poden categoritzar els factors que intervenen en la percepció sonora, també es poden categoritzar els tipus de sorolls, segons com varien al llarg del temps. En la taula 10, es resumeixen aquests sorolls segons Laboria Vallés (2008). El primer és el soroll estacionari o continu, el qual és pràcticament constant al llarg del temps, pot tenir fluctuacions de 5 decibels durant el temps observat, és la remor de fons de la torre d'un ordinador, per exemple. En el segon, el soroll no estacionari, discontinu, variable o fluctuant, es pot distingir el fluctuant periòdic i el fluctuant aleatori, en ambdós no s'aprecia estabilitat sonora durant l'observació, és a dir, varien contínuament. En el fluctuant periòdic, s'aprecien intervals més o menys regulars de sorolls, en qualsevol cadena de muntatge d'una fabrica es dona aquest tipus de soroll. Per contra, en el fluctuant aleatori o variable no s'aprecia periodicitat, l'exemple paradigmàtic es dona en un taller de reparació mecànic de vehicles, on els sorolls no tenen cap regularitat. Finalment, el soroll d'impulsos o d'impacte, fa referència

al soroll que incrementa bruscament el seu nivell sonor i que té una durada inferior a un segon; una trencadissa de plats en un restaurant, podria ser-ne un exemple.

Taula 10. Tipus de sorolls. Modificat de Laboria Vallés (2008).

Tipus de soroll		Exemple
Soroll estacionari o continuu		Un ventilador
Soroll no estacionari, discontinu, variable o fluctuant	Soroll fluctuant periòdic	Serra de cinta
	Soroll fluctuant aleatori o variable	Taller mecànic de vehicles
Soroll d'impulsos o d'impacte		Trencadissa de plats

### 4.3 El soroll i la salut

A Espanya, són més de 9 milions d'espanyols els que conviuen diàriament amb nivells de soroll superiors als 65 decibels (dB), nivell màxim recomanat per l'OMS. Segons ha assenyalat aquesta investigació, un 20% de la població espanyola està sotmesa a un nivell de soroll que pot afectar seriosament la seva salut. D'altra banda, 9 de cada 10 ciutadans afirma que l'excés de soroll són produïdes perquè no es donen les mesures adequades (Defensor del Pueblo, 2016).

En la figura 19 es mostra els danys que poden patir les nostres oïdes segons les intensitats que s'escoltin. Però no només les nostres oïdes pateixen pels volums persistents de la nostra societat, el cos també se'n ressent.

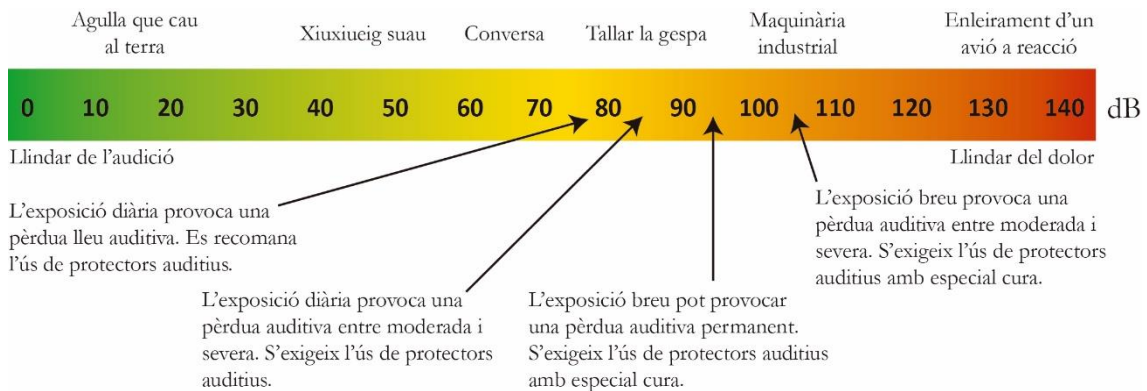


Figura 19. Danys a l'audició segons les intensitats en l'exposició sonora. Basat en Defensor del pueblo (2016)

## Part II: Fonamentació teòrica

El soroll és la causa de diferents afeccions. Des del punt de vista de la salut pública un soroll és qualsevol so, independentment del volum, que pot produir un efecte fisiològic o psicològic no desitjat en un individu i que pot inferir en la vida d'una persona o d'un grup (Querol, 2011).

Segons Geronimi, Belgrano i Munari (2015) l'exposició al soroll pot perjudicar el mecanisme d'audició i la magnitud del seu dany depèn de l'energia acústica rebuda, sent el seu efecte acumulatiu. Segons l'OMS: «Després d'una exposició perllongada, els individus susceptibles poden desenvolupar efectes permanents, com a hipertensió i cardiopatia associades amb l'exposició a alts nivells de so. La magnitud i durada dels efectes es determinen en part per les característiques individuals, estil de vida i condicions ambientals. Els sons també provoquen un acte reflex, en particular quan són poc familiars i apareixen sobtadament». Geronimi, Belgrano i Munari (2015) classifiquen els efectes nocius del soroll en tres grups: audiològics, fisiològics i psicològics.

L'Agència Catalana de la Salut els classifica en el deteriorament del sistema auditiu, les alteracions a òrgans diferents al sistema auditiu i els danys psicosocials. Els darrers, els danys psicosocials, s'entenen com els efectes que alteren la vida social i poden modificar la seva relació amb l'entorn. Són similars als efectes psicològics que contempla Basso. Aquests tipus d'efectes psicològics van acompanyats de símptomes físics, com són:

- Dificultat de la comunicació
- Pertorbació del repòs i descans
- Alteracions del somni nocturn
- Disminució de la capacitat de concentració
- Malestar, ansietat, estrès
- Comportament agressiu: per sobre dels 80 dB

Altres autors, com ara, Chavez Miranda (2006), afegeix altres efectes perjudicials derivats del soroll de tipus socioeconòmic; els quals són la conseqüència dels trastorns psicològics, fisiològics i audiològics. En la taula 11 es mostren els efectes auditius o audiològics i extrauditius o fisiològics que pot ocasionar el soroll.

Cal considerar els efectes nocius que poden ocasionar nivells sonors inadequats (taula 12), i tenir-los en compte per tal de respectar la nostra salut i la dels altres. Tenir present que els

## Part II: Fonamentació teòrica

nivells sonors nocturns sempre són menors per tal de facilitar el descans. I en zones de sensibilitat acústica alta -centres sanitaris o espais residencials- la màxima intensitat sonora permesa és d'entre 40 a 45dB(A), en horari nocturn.

Taula 11. Efectes i característiques que poden ocasionar un excés de soroll. Modificat de Chavez Miranda (2006).

Tipus d'efecte	Característiques
<b>Efectes auditius</b>	
Emmascarament de l'audició	Efecte fisiològic pel qual es veu disminuïda la capacitat perceptiva d'un so a causa de la presència simultània d'un altre so o soroll.
Fatiga auditiva	Disminució de la sensibilitat de l'oïda i elevació del llindar d'audibilitat a mesura que es perllonga aquesta exposició. Perquè la fatiga aparegui el soroll ha de ser intens. El desplaçament temporals del llindar auditiu (fatiga auditiva) és, en resum, una pèrdua temporal de l'agudesa auditiva que ocorre després d'una exposició breu a un soroll excessiu, la qual es recupera en acabar l'exposició.
Hipoacúsia permanent	Pèrdua de l'audició (efecte més conegut i perjudicial) Requereix una exposició a soroll elevada, en intensitat sonora i temps, o fatiga permanent que no permet la recuperació. Hi ha una lesió orgànica.
Sensació dolorosa	Els sorolls de gran intensitat, aproximadament de 130dB o més provoquen una sensació dolorosa intolerable
<b>Efectes extrauditius</b>	
Sobre el sistema nerviós central	Trastorns dels sistema vestibular amb alteració de l'equilibri, vertígens i nàusees, irritabilitat, tensió emocional, fatiga crònica, desenvolupament o exacerbació d'algunes neurosis i pertorbació de funcions psicomètriques i intel·lectuals, sobretot en aquelles tasques que requereixen concentració mental o precisió
Sobre el sistema nerviós autònom	Dilatació pupil·lar
Sobre l'aparell cardiovascular	Hipertensió arterial, constricció perifèrica de gots sanguinis i perifèrica Augment en 0,5% del risc de malaltia cardiovascular per cada decibel per sobre de la norma de 85dB (A)
Sobre el sistema endocrí	A partir de nivells de 60 dB (A), s'observen alteracions de certes hormones, com ara l'adrenalina i el cortisol
Sobre l'aparell respiratori	Augment de la freqüència i canvis en el volum respiratori
Sobre l'aparell digestiu	Alteracions de la secreció gastrointestinal
Sobre l'òrgan de la visió	Estretament del camp visual i problemes d'acomodació
Sobre l'aparell reproductor Gestació	Alteracions menstruals, baix pes en néixer, prematuritat, riscos auditius al fetus
Aparell fonador	Disfonies organicofuncionals
Sobre la pell	Disminució de la resistència a l'electricitat
Sobre la força muscular	Disminució de la força muscular quan els nivells de soroll són elevats

## Part II: Fonamentació teòrica

El bon descans és fonamental per encarar el dia amb energia. Els trastorns del son deguts al soroll es poden donar a l'hora d'anar a dormir i durant el son. Algunes persones s'acostumen al soroll nocturn mitjançant dos mecanismes (Chavez Miranda, 2006). El primer, consisteix en disminuir la sensibilitat de l'oïda, de manera que, pateixen una sordesa temporal o permanent. Mentre que, el segon, implica el síndrome d'adaptació, el qual fa que les capes corticals del cervell s'habituin al soroll i desencadenin conseqüències fisiològiques de les que no en som conscients, com ara, l'augment del flux sanguini o l'activitat elèctrica cerebral (Tolosa Cabani, 2005).

L'Observatori de Salut i Medi Ambient («Ruido y Salud» 2012) proposa una sèrie de mecanismes de prevenció enfront del soroll, com són: solucions tècniques i tecnològiques per emetre menor soroll i protegir-se'n; instruments legals, com la Llei del Soroll; i instruments socials i eines ciutadanes, com ara: educació, sensibilització, respecte i convivència.

Taula 12. Efectes nocius que poden ocasionar nivells sonors inadequats. Modificat de Tolosa Cabani (2005).

Efectes nocius	Límits en dB (A)
Dificultat per conciliar el 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

El manual de *Fundamentos de Salud Pública*, considera tres grups de mesures correctores per a disminuir el soroll: de planificació, tècniques i administratives. Les mesures de planificació van dirigides a l'aïllament dels habitatges i urbanisme; les tècniques estan relacionades amb la reducció del soroll ocasionat pels diferents tipus de transport; i finalment, les administratives consisteixen en limitar el temps de treball de vehicles o limitar-ne l'excés, entre altres normatives.

## Part II: Fonamentació teòrica

Una altra proposta per a reduir el soroll és la de l'àrea de medi ambient de l'ajuntament de Barcelona; la qual cita una sèrie de bons hàbits per fer disminuir el soroll.

Aquestes bones pràctiques són les següents:

A casa:

- Moderar el volum del televisor o de la cadena de música i no utilitzar aparells domèstics sorollosos en horari nocturn.
- 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 que els animals de companyia causin molèsties.
- Vetllar perquè en les festes i reunions es mantingui un volum adequat de veu.
- Evitar donar cops de porta i arrossegar mobles.
- Fer les obres de la manera menys sorollosa possible i fora dels horaris de descans.
- Si hi ha un soroll que ens molesta, parlar-ne amb la persona responsable

A fora de casa:

- Mantenir una actitud cívica en les terrasses de restaurants i establiments d'oci.
- Evitar escoltar música a alt volum amb les finestres abaixades del cotxe.
- Fer ús del transport públic.
- En els trajectes curts, utilitzar la bicicleta o anar a peu.
- Conduir pacíficament, tot evitant accelerades brusques, i no tocar el clàxon si no és estrictament necessari.
- Respectar els límits de velocitat. A més velocitat, més soroll.
- Vetllar pel bon funcionament dels nostres vehicles.

### 4.3.1 El soroll i la salut a les escoles

Un centre educatiu proper a una via molt transitada o ubicada en una zona industrial pot tenir problemes d'excés de soroll. Com també els poden tenir els barracons o altres edificis sense un disseny acústic adequat. Llavors, quan el soroll de fons supera els 40dBA es pot

## Part II: Fonamentació teòrica

donar emmascarament sonor a les aules i es dificulta la comunicació. Per a què un missatge oral sigui intel·ligible en un 80% cal que el missatge superi uns 12dBA al soroll de fons (Embrechts, 2003). Així doncs, la pèrdua d'atenció, concentració i de rendiment, es dona per l'emascarament o quan es dona un soroll sobtat, el qual produeix una distracció que pot reduir el rendiment.

Quan el nivell sonor de fons supera els 55dBA es produeix dificultat en la comprensió, augmenta la falta de concentració i baixa el rendiment de l'alumnat, a més del desgast vocal, sordesa per exposició acumulativa al soroll i símptomes relacionats amb l'estrès, la irritabilitat, pèrdua de concentració i fatiga en els professors (Lacaste, 2005).

Segons Tolosa Cabani (2005), els infants sotmesos a alts nivells sonors en l'edat escolar, tenen dificultats d'aprenentatge en la lectura i el seu grau de domini és inferior que els escolars que han estat en un ambient acústic adequat.

Algunes dades són força preocupants. Un 35-40% de l'alumnat amb problemes auditius lleus o moderats sol repetir curs. Segons la Federació de sords de Catalunya, menys de l'1% dels sords catalans accedeixen a la Universitat. La dificultat en seguir els estudis superiors sembla que es deriva de l'etapa educativa bàsica, ja que la majoria té dificultats per seguir els continguts de les classes i s'estima que el 85% té dificultats per llegir.

Segons l'Institut Auditiu Espanyol (SALESA), els experts reunits en un curs internacional d'audiologia a Barcelona, confirmen que l'ús de reproductors de música, a més de 80dB, causa problemes auditius al 4% de la població d'entre 10 i 35 anys.

Són molts els sociòlegs i terapeutes que asseguren que els joves —els més 'addictes' als amplificadors— no són conscients que molesten i insisteixen que «alguna cosa falla» en l'educació familiar i escolar (Cugat, 2022).

La sociòloga Chuliá (2022) explica que no tenir integrades les normes de convivència és una cosa independent de la classe social, i recorda que els joves que posen la música eixordadora als altaveus no són realment conscients que molesten. Al seu torn, Cugat (2022), ratifica que els adolescents no són conscients que molesten quan posen a la platja els altaveus, i que els responsables de permetre la cultura del soroll són les mateixes escoles, pares i mares i

## Part II: Fonamentació teòrica

ajuntaments que relacionen tot l'oci amb la música molt alta, tot i que comporti una pèrdua auditiva elevada (Nadeu, 2022).

Segons les dades del 2015 de l'Organització Mundial de la Salut (OMS), una de les causes de la pèrdua d'audició pot deure's a l'exposició al soroll excessiu, i aquesta podria ser una de les causes de presbiacúsia en els nens que es pot prevenir. Una altra dada alarmant és el fet que 1100 milions de joves (entre 12 i 35 anys d'edat) estan en risc de patir aquesta pèrdua d'audició per la seva exposició al soroll en contextos recreatius.

La pèrdua d'audició en els més menuts, segons l'OMS, té conseqüències funcionals, socials, emocionals i econòmiques, d'entre elles es destaquen les següents per als infants:

- Endarreriment en el desenvolupament del llenguatge
- Mals resultats acadèmics
- Aïllament social
- Augment del risc de traumatismes
- Augment de la pobresa

D'entre moltes estratègies de prevenció per a disminuir la pèrdua d'audició, l'OMS proposa la sensibilització de l'opinió pública sobre aquesta temàtica, així com la regulació i el monitoratge del soroll ambiental i la formació dels professionals de la salut.

El malestar i l'estrès, la pèrdua d'atenció i les dificultats de comunicació són les conseqüències d'un centre educatiu amb un condicionament acústic insuficient. Tot i la legislació i la bona voluntat en la planificació i construcció dels centres, aquestes actuacions són insuficients si no es consciència a l'alumnat i al professorat dels efectes que té l'acústica sobre l'aprenentatge.

El projecte «GanzOhrSein (2000)», desenvolupat pel departament d'educació de la Ludwig Universitat Maximilian de Munic, mostra la influència del soroll en l'aprenentatge i el rendiment. Per una banda examina les possibilitats i limitacions d'una l'escola de disseny acústic, i per l'altra descriu les experiències de la vida real a les escoles. Proposa una sèrie de mesures «simples» per crear un ambient acústic favorable. L'audició i escoltar no només depèn dels paràmetres acústics de l'edifici; raó per la qual un ambient propici a l'escolta depèn de la voluntat i capacitat dels interessats a escoltar activament i participar en la comunicació.



## Part II: Fonamentació teòrica

La comunicació oral escolar requereix un to de veu adequat, exigint que el volum d'emissió vocal sigui respectuós amb l'entorn de treball i que a l'hora eviti el crit pertorbador, irreflexiu i desmesurat. Cal redissenyar, tranquil·litzar, embellir el nostre entorn a través de la creació col·lectiva d'un ambient més tranquil.

Córcoles (2017) explica que en els centres escolars s'hi produeixen sorolls continus i diaris de baixa intensitat, al marge dels nivells d'intensitat elevada que s'hi puguin produir, i aquests sorolls distractors poden provocar efectes psicològics i biològics més importants que per exemple un soroll d'intensitat elevada puntual en el temps.

Per tot això, a l'escola, la presa de consciència de la realitat sonora és la clau per a discernir i discriminar els sons de manera efectiva. Per a fer-ho cal conèixer com es perceben els sons, quines són les seves característiques físiques i com poden influir sobre la nostra salut. És a dir, cal potenciar un entorn acústic favorable mitjançant la conscienciació, per tal de comprendre que una escolta efectiva necessita un paisatge sonor no contaminat.

Alguns centres educatius catalans, en tots els nivells educatius i dins del programa Escoles Verdes o sota el marc Agenda 21 Escolar de Barcelona, van desenvolupar programes de millora de l'aïllament acústic del centre i la disminució de la contaminació acústica. Les propostes van ser diverses des de fer mesures amb sonòmetres, fer mapes sònics, treballar els continguts conceptuals, com ara, la física del so o el sistema auditiu, identificar el silenci i el soroll, entre d'altres. Però totes, tenien una finalitat comuna: conscienciar a l'alumnat i professorat dels beneficis d'una escola sense soroll. Tanmateix, els resultats no van ser gaire significatius i la gran majoria de les escoles coincidien en el fet que cal realitzar canvis estructurals i d'insonorització als espais més problemàtics.

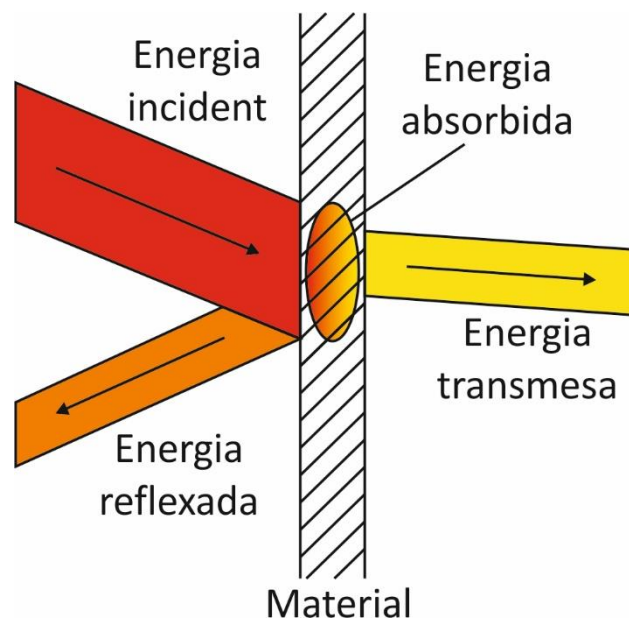
Una altra iniciativa és la del *Departamento de Educación para el Desarrollo Sostenible* de la comunitat de Madrid, que va fer una sèrie d'activitats per a Educació Primària al 2007. Pretenia sensibilitzar sobre la importància de percebre i escoltar els sons que ens envolten, analitzar els efectes del soroll sobre la salut i la convivència de les persones i actuar sobre l'entorn proper, promovent hàbits d'higiene sonora. Altres entitats, com l'associació *Juristas contra el Ruido*, disposa de materials didàctics per a la conscienciació de la contaminació acústica en els centres educatius.

Malgrat que, per part de diferents institucions, s'ha treballat aquesta problemàtica, la situació encara no s'ha resolt, degut, probablement, a la manca de recursos i la desconeixença de la societat en referència a les implicacions que té el soroll sobre la seva salut. Tanmateix, i des de fa anys, Murray Schafer (1933-2021) va introduir en els seus treballs la necessitat de sensibilitzar auditivament als estudiants i conscienciar-los sobre els riscos que comporta la manipulació sonora.

### 4.3.2 Condicionament acústic escolar

En un recinte escolar és poden produir diferents fenòmens acústics. Sent els més freqüents l'absorció, reflexió, atenuació, reverberació, ressonància i difracció. La producció d'aquests fenòmens pot dificultar l'escolta i depèn dels tipus de materials de construcció, la seva arquitectura i l'aforament de l'aula.

Els materials poden ser absorbents o reflectors acústics. Els absorbents són aquells que absorbeixen la major part del so que entra dins d'aquest material, mentre que els reflectors són aquells que reflecteixen la major part del so que arriba a la seva superfície (figura 20). En definitiva, un material absorbent i/o reflector és un bon aïllant acústic, ja que té una elevada capacitat d'atenuar el so, de manera que, un bon aïllant acústic té una densitat baixa, és porós i poc rígid i flexible (Couso, Hernández i Pintó, 2009).



## Part II: Fonamentació teòrica

Figura 20. Model de l'energia sonora reflectida, absorbida i transmesa per part d'un material. Modificat de Couso, Hernández i Pintó (2009).

Aleshores, l'aïllament acústic a l'aula és important per tal d'impedir la difracció del so entre aules o espais comuns del centre educatiu. Les parets gruixudes i les portes i finestres amb un bon tancament ho afavoriran. Així com, recobrint les aules amb absorbents acústics (fonoabsorbents), com ara: fibres tèxtils, llanes minerals, fibra de vidre, suro o escumes. 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 (Querol, 2011).

Respecte al fenomen de la reverberació existeix un doble vessant a l'aula, per una banda, és essencial per amplificar el so de manera natural. Però, per altra banda, un temps de reverberació massa elevat pot fer disminuir la intel·ligibilitat de la paraula. La forma de l'aula determina el temps de reverberació.

Un altre efecte acústic que pot dificultar l'escolta són les ressonàncies, és a dir, la prolongació d'un so que disminueix per graus. Aquest fenomen acostuma a produir-se en aules petites i amb sostre baix. Tot plegat, s'agreuja quan la font sonora emissora té freqüències d'ona lentes.

### 4.4 Normativa referent al soroll

En els següents punts es tracten tres tipus de normatives, la primera fa referència bàsicament a la contaminació acústica dins del marc legislatiu europeu, espanyol, català i municipal. La segona, explica la normativa que s'utilitza per confegir mapes sonors i, la tercera, considera com els aspectes claus d'aquesta tesi: so, soroll i contaminació acústica, es descriuen i es concreten en els diferents currículums d'educació, els quals provenen de les lleis educatives.

#### 4.4.1 Legislació vigent

La legislació referent al so, està relacionada, bàsicament, amb la contaminació acústica i és la que es detalla a continuació:

### 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.
- Directiva 2003/10/CE del Parlament Europeu i del Consell, sobre les disposicions mínimes de seguretat i de salut relatives a l'exposició dels treballadors als riscos derivats del soroll.

### A Espanya:

- Llei 37/2003, de 17 de novembre, del soroll.
- Reial decret 1513/2005, de 16 de desembre, pel qual es desenvolupa la Llei 37/2003, de 17 de novembre, del Soroll, referent a l'avaluació i gestió del soroll ambiental. Reglament en vigor només de mapes de soroll.
- Reial decret 1367/2007, de 19 d'octubre, pel qual es desenvolupa la Llei 37/2003, de 17 de novembre, del Soroll, referent a zonificació acústica, objectius de qualitat i emissions acústiques. que desenvolupa els aspectes relacionats amb la zonificació acústica.
- Reial decret 1371/2007, de 19 d'octubre, pel qual s'aprova el document bàsic «DB-HR Protecció enfront del soroll» del Codi Tècnic de l'Edificació i es modifica el Reial decret 314/2006, de 17 de març, pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació.
- Llei 34/2007, de 15 de novembre, de qualitat de l'aire i protecció de l'atmosfera.

### A Catalunya:

- Llei 16/2002, de 28 de juny, 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

## Part II: Fonamentació teòrica

determinen els nivells màxims de soroll ambiental a partir de les definicions de la pròpia llei.

- Decret 245/2005, de 8 de novembre, pel qual es fixen criteris per a l'elaboració dels mapes de capacitat acústica, modificat segons el Decret 176/2009, de 10 de novembre
- Decret 176/2009, que aprova el Reglament de la Llei 16/2002 i n'adapta els annexos.

Als diferents municipis:

- Ordenances municipals tipus, reguladora del soroll i les vibracions.

La Directiva 2002/49/CE del Parlament Europeu i del Consell, marca un abans i un després en la concepció de la contaminació acústica, ja que considera el soroll ambiental com un producte derivat de múltiples emissions sonores, que té afectacions a escala ambiental i sanitària, de manera que deixa de tractar-se la contaminació acústica com la cerca de fonts de soroll, tal com es plantejava abans de la reglamentació comunitària. Tot i això, cal tenir en compte que una directiva és obligatòria respecte a l'objectiu que proposa per als seus estats membres, però no dona ni els drets ni els deures a la ciutadania, tal com ho fan els reglaments, així que la manera com s'ordeni jurídicament, depèn de la legislació estatal.

Tanmateix, l'ordenament espanyol té un caràcter jeràrquic, de manera que les lleis espanyoles tenen un rang superior a les lleis de cada comunitat autònoma, les quals es regulen mitjançant decrets. Les ordenances han de complir les lleis de rang superior. En el cas de l'Ajuntament de Barcelona, s'ha elaborat un Pla d'Acció per la reducció de la contaminació acústica 2010-2020, i enguany s'ha proposat un Pla de Mesures contra la Contaminació Acústica 2022-2030. Així doncs, la legislació que afecta el soroll és diferent per a cada comunitat autònoma, però totes compleixen les legislacions de rang superior, és a dir, les que provenen de l'Estat Espanyol. També es poden trobar referències del soroll en el Codi Civil espanyol, tot i que no l'esmenta expressament. No obstant això, és doctrina unànime que, d'acord amb la regla d'analogia del seu article 4.1, són aplicable els articles 590 i 1902 i següents, especialment el 1908. També, tenen especial interès els articles 7.2 de la Llei de la Propietat Horitzontal i 27 de la d'Arrendaments Urbans.

#### 4.4.2 Normativa per a l'elaboració de mapes sonors

Per tal d'elaborar mapes sonors, hi ha una sèrie de normatives ISO - Organització Internacional d'Estandardització - i UNE – estàndard tècnic espanyol- que expliquen i detallen com fer-los. La primera normativa referent a l'acústica és la ISO-1996 *Acústica* (ISO, 2015). *Descripció, mesurament i avaluació del soroll ambiental*, aquesta consta de dues parts, en la primera es descriuen les magnituds bàsiques i mètodes d'avaluació del soroll mediambiental i en la segona se centra en la determinació de nivells de pressió acústica i la seva incertesa associada. D'aquesta norma hi ha diferents modificacions que tracten de determinar la incertesa del resultat d'una avaluació de soroll, com ara, la ISO 1996-2:2007, la qual està actualment derogada.

Així doncs, el problema de la incertesa és un dels factors que provoca la modificació de les normatives. La incertesa depèn de la font sonora, les condicions d'operació, l'interval de temps de mesura, les condicions climatològiques, la distància a la font sonora, el mètode de mesura, la instrumentació i el so residual.

Per altra banda, les normatives esdevenen cada vegada més específiques, n'hi ha de tota mena, des de l'electroacústica, la d'aïllament acústic, la de determinació del coeficient d'absorció acústica i la d'impedància, la de les càmeres anecoïques o mètodes per calcular el nivell de sonoritat, entre d'altres. Tot un univers normatiu regit per ISO i UNE que creen normes o estàndards per a assegurar la qualitat, seguretat i eficiència en el control i prevenció dels nivells òptims sonors per a les persones.

Aquestes normatives són les referents ambientals per a confeccionar mapes estratègics de soroll i zonacions sonores en les ordenances municipals. Així es determinen els aspectes que influeixen en la contaminació acústica en les poblacions, i es determinen zones acústiques segons les característiques d'usos del sòl, urbanització, activitat i recepció del nivell sonor. Tant els mapes estratègics de soroll, com les zonificacions acústiques tenen un caire municipal, i el seu objectiu recau en identificar i categoritzar les zones amb excés de soroll, per tal d'aplicar mesures correctores si es poden dur a terme.

En qualsevol cas, les normatives d'estandardització són cabdals a l'hora de controlar el soroll ambiental; el qual es pot quantificar a partir dels mapes sonors. En l'article 15 de la llei del

## Part II: Fonamentació teòrica

Soroll – Llei 37/2003 - , sobre les finalitats i contingut dels mapes, es determinen els següents objectius:

- a) Permetre l'avaluació global de l'exposició a la contaminació acústica d'una determinada zona.
- b) Permetre la realització de prediccions globals per a aquesta zona.
- c) Possibilitar l'adopció fundada de plans d'acció en matèria de contaminació acústica i, en general, de les mesures correctores que siguin adequades.

Aquests objectius es poden repetir en la confecció de mapes d'àmbit escolar i, encara que de manera modesta, també són els que s'emplanten en aquesta tesi, tot i que només es poden dur a terme el primer i el segon: avaluar i predir l'exposició acústica.

L'aplicació d'aquestes normatives requereix un instrumental i unes condicions específiques molt concretes, les quals semblen difícils d'aplicar, però que *grosso modo* poden realitzar-se, donant com a resultat zonacions acústiques similars a les que es poden presentar en zones urbanes, però aquestes zonificacions es consideren dins d'una aula, en aquest cas en el Laboratori de Geologia, en diferents situacions acústiques.

### 4.4.3 El currículum

El so és un contingut de caràcter pluridisciplinari que es contempla en diferents àrees de coneixement, des de les ciències naturals, la música o les llengües. D'altres conceptes, com el soroll o la contaminació acústica, apareixen de manera intermitent en els diferents currículums.

Així doncs, els conceptes relacionats amb el so que apareixen en els diferents currículums d'educació, tenint en compte a les diferents lleis vigents des de la democràcia espanyola fins a l'actualitat, i conseqüentment els seus respectius decrets de regulació i aplicació, o ordres i altres documents com orientacions o desplegaments dels currículums, fan que els continguts clau que se cerquen siguin: so, silenci, soroll i contaminació acústica o sonora. Tots els termes apareixen en diferents apartats d'aquests currículums, tot i que, la contaminació acústica apareix durant el segle XXI, en el Real Decret 1513/2006 de les Ensenyances Mínimes per a

## Part II: Fonamentació teòrica

Primària de la LOE. En el Real Decret anterior, el 1006/1991 de la LOGSE, surt el terme «Ruido», dins del vessant artístic i amb la finalitat de rebutjar-lo i discriminar-lo. Així doncs, tot i les molèsties i afectacions que ocasiona el soroll, el terme de Contaminació acústica no apareix oficialment en el currículum fins al 2006.

Aquesta exploració del tractament dels aspectes sonors es fa per nivells educatius, examinant: educació infantil, educació primària i educació secundària. Els dos primers nivells són els que tractaran els futurs mestres i per tant, cal saber com es proposa l'estudi d'aquesta temàtica de forma normativa. A diferència de l'anàlisi de l'educació secundària, el qual es fa perquè els futurs mestres l'han cursat obligatòriament i, per tant, cal saber si formalment ho han treballat o no a l'institut.

Primerament, l'educació infantil o preescolar és una etapa voluntària, i tot i que des de la LGE del 1970 es distingeixen les dues etapes, la llar d'infants — de 2 a 3 anys— i la preescolar —fins als 5 anys—, no és fins als anys vuitanta que es regula de manera més acurada aquesta etapa, i es tenen en compte els 6 cursos actuals.

Enguany en el 2022 s'han plantejat nous currículums, i en aquesta tesi es tenen en compte els currículums anteriors. Per educació infantil, es considera el currículum legislat segons la llei orgànica d'educació 2/2006 (LOE) i la llei 12/2009 (LEC). El decret 181/2008, regula el segon cicle, el parvulari, mentre que el decret 101/2010, regula el primer cicle, la llar d'infants. En ambdós documents el caràcter és globalitzador i s'integren les àrees de:

- Descoberta d'un mateix i dels altres
- Descoberta de l'entorn
- Comunicació i llenguatges

Aquest document complementa i amplia amb orientacions allò que determinen la Llei 12/2009, del 10 de juliol, d'Educació i el Decret 101/2010.

El so i el soroll, com a continguts de coneixement de caràcter interdisciplinari, es reconeixen en els diferents currículums d'educació. En el currículum d'Educació Infantil del decret 181/2008 es tracta el so des de la percepció sensorial dins de l'àrea de Descoberta d'un mateix i dels altres. Encara que, no hi és explícitament. De tota manera, el currículum d'Educació Infantil té un caràcter pluridisciplinari, en el qual hi intervenen totes les àrees de coneixement.



## Part II: Fonamentació teòrica

En relació al currículum d'Educació Primària, la legislació que s'utilitza és el Decret 119/2015, de 23 de juny, d'ordenació dels ensenyaments de l'educació primària, regit per la Llei 12/2009. El so i altres termes relacionats amb el so, es contempen l'àmbit digital, àmbit artístic i àmbit de coneixement del medi.

En l'àmbit digital, en la competència 3: «Utilitzar programes i aplicacions de creació de dibuix i edició d'imatge fixa, so i imatge en moviment». Mentre que en l'àmbit artístic, es dona en els continguts de música i dansa (1r i 2n):

- Discriminació del so i del silenci, de les diferents qualitats del so i de la seva combinació.
- Possibilitats sonores i expressives de la veu.
- Característiques sonores de materials i objectes.
- Adequació al so i a l'espai.

I en els continguts de l'àrea de coneixement del medi natural cicle mitjà (3r i 4t), es dona dins de l'apartat de Matèria i energia:

- Experimentació de la transmissió del so en els diferents medis.
- Valoració del soroll i la contaminació acústica

Per altra banda, en l'àmbit de Llengües apareix el terme silenci en tots els cicles, fent referència a la lectura silenciosa, la qual es bàsica per una bona comprensió lectora. Apareix així: «Lectura individual silenciosa o en veu alta», al primer cicle, a la resta de cicles es suprimeix la lectura en veu alta, i el silenci té valor com a contingut clau de la Dimensió comprensió lectora: «Lectura silenciosa».

Mentre que en l'anterior currículum del Decret 142/2007 el terme so apareixia també en Llengües, i no es feia referència a l'àmbit digital perquè encara no es contemplava. De manera que es localitza en els següents apartats:

- Àmbit de llengües: llengua catalana i literatura, llengua castellana i literatura, llengua estrangera, segona llengua estrangera
- Coneixement del medi natural, social i cultural
- Educació artística

## Part II: Fonamentació teòrica

En la primera àrea, l'àmbit de llengües, es tracta el so com part de la fonètica que permet relacionar el so i amb la seva grafia, en el cicle inicial i mitja. Mentre que, en el cicle superior es treballa el so per crear jocs lingüístics o bé, produir textos audiovisuals, entre d'altres produccions literàries.

En la següent àrea, Coneixement del medi natural, social i cultural, es tracta el so des dels blocs: «Les persones i la salut» i «Matèria i energia». En el primer bloc, «Les persones i la salut», i durant el cicle inicial, es tracta la percepció del so i els sorolls, i es treballen els òrgans dels sentits. I en el segon bloc, «Matèria i energia», i durant el cicle mitja, es tracta la transmissió sonora en els diferents medis a través de l'experimentació, i es valora el soroll i la contaminació acústica. No obstant això, durant el cicle superior no es tracta cap temàtica del so, des d'aquesta àrea.

En la darrera àrea de coneixement, Educació artística, es treballa el so dins del bloc de «Música i Dansa» durant tota l'etapa educativa. Es fa des de l'exploració sensorial, els instruments musicals, les peces musicals, identificant la producció dels sons en l'entorn, així com també, discriminant la percepció de so i silenci per tal d'arribar a distingint-ne les seves qualitats i combinacions.

En ambdós currículums de primària, la contaminació acústica sols es tracta al cicle mitja, i en el cicle superior ja no es tracta cap tipus d'aspecte sonor que estigui relacionat amb la seva física i comportament.

En relació al currículum d'Educació Secundària, s'utilitza el currículum del Decret 143/2007, ja que majoritàriament la mostra que ha participat en aquesta investigació ha fet la secundària sota aquest marc legal. El so es contempla en les matèries:

- Àmbit de llengües: llengua catalana i literatura, llengua castellana i literatura, llengua estrangera, segona llengua estrangera (matèria comuna)
- Ciències de la naturalesa (matèria comuna en els tres primers cursos)
- Física i química (matèria desdoblada de ciències de la naturalesa a 3r, i optativa a 4t curs)
- Música (matèria comuna en els tres primers cursos i optativa a 4t curs)
- Informàtica (matèria optativa a 4t curs)

## Part II: Fonamentació teòrica

La primera matèria, l'àmbit de llengües, es tracta el so en el primer i segon curs dins del contingut: «Comprensió de missatges orals, escrits i audiovisuals» i relacionat amb l'anàlisi pautada i interpretació dels diferents codis informatius.

En la segona matèria, Ciències de la naturalesa, es reconeix el so com un tipus de transferència d'energia i es tracten les propietats de la propagació de la llum i el so. Les ones i les seves propietats es tracten dins del contingut de «L'energia» en el 2n curs d'aquesta etapa.

En la tercera matèria, Física i química, es dona el contingut de «Les ones», el qual es centra íntegrament en el reconeixement, l'anàlisi, la interpretació i la descripció del so i les ones sonores. Relaciona el so amb l'aparell de fonació humana, així com també, amb la música.

La quarta matèria, Música, es tracta el so dins dels continguts «Ecoltar i comprendre» i «Dimensió social i cultural», de segon i tercer curs, respectivament. L'aportació d'aquesta matèria a l'adquisició de la competència bàsica en el coneixement i la interacció amb el món, és el fet més interessant, ja que, pretén la millora de la qualitat del medi ambient, identificant i reflexionant sobre l'excés de soroll, la contaminació sonora i l'ús indiscriminat de la música, amb la finalitat de generar hàbits saludables. La darrera matèria, Informàtica, té com a criteri d'avaluació la integració del text, la imatge i el so en un en un mateix contingut a través d'una aplicació multimèdia.

En definitiva, els termes relacionats amb la temàtica sonora, es poden relacionar amb les llengües, música i ciències. Llavors, des de l'àrea de llengües o comunicació i llenguatge es contemplen tres supòsits, en els que cal esperar que es contemplin en els diferents ordenaments educatius. El primer fa referència a la fonètica, és a dir que, per exemple, es relaciona el so i amb la seva grafia. El segon, té a veure fer diferents produccions literàries que tinguin una relació sonora com ara crear jocs lingüístics —ritmes i rima—. El tercer supòsit, atén als factors de la comunicació: emissor - missatge - receptor - codi - canal - context, és a dir, si s'identifiquen els termes: so, soroll, silenci i/o contaminació sonora en aquest model. Mentre que en l'àrea de música es ressalten, també, tres supòsits, en el primer cas si els termes citats apareixen en l'exploració i/o percepció sensorial de l'entorn o d'un mateix—aspectes sensorials—, en el segon cas, en els instruments musicals i en el darrer cas, en el llenguatge musical, que inclou les peces musicals. Finalment, des de l'àmbit científicotecnològic, cal promoure el so des del punt de vista físic, biològic i digital.

Tot i el canvi organitzatiu en sis vectors, en el currículum de Primària, aprovat l'estiu de 2022, i la integració dels dos cicles d'educació infantil en una sola etapa. Els continguts analitzats apareixen de manera similar. El canvi més notori es dona en el fet que els ODS s'integren en els nous currículums en els principis pedagògics, objectius generals i l'autonomia dels centres. Aquest fet, posa de manifest la importància de la sostenibilitat en l'educació, la qual és un repte que cal potenciar.

Per acabar, caldria considerar que en tots els nivells educatius, s'hauria d'incloure espais d'experimentació sonora, per aprofundir els coneixements del so, de les seves fonts, les seves funcions, codis, estructures, gramàtiques, creacions, productes i les seves aplicacions tant en els camps de comunicació, terapèutics, educacionals com ambientals (Espinosa, 2006).

## 5 L'ensenyament i aprenentatge de les ciències i la seva aplicació al so

En aquest apartat es distingeixen els aspectes didàctics i pedagògics per a l'estudi de les ciències en general, concretant-lo en el so. S'expliquen diferents maneres de fer ciències a l'aula i es detallen les opcions que es trien per fer la innovació didàctica.

Primerament, es parla dels diferents models d'ensenyament-aprenentatge i del cicle d'aprenentatge, amb la finalitat de contar quins són els fonaments didàctics de la seqüència d'innovació. Seguidament, es detallen les idees prèvies dels infants respecte al so i què és i perquè és important el canvi conceptual. Finalment, es descriuen els aspectes didàctics que s'empren en la innovació didàctica: dissenys experimentals amb control de variables, mapes sonors, mapes conceptuals i els ODS relacionats amb la sostenibilitat.

### 5.1 Models d'ensenyament-aprenentatge

Els models d'ensenyament-aprenentatge són plans estructurats que poden utilitzar-se per dissenyar materials didàctics i orientar l'ensenyament-aprenentatge a les aules (Joyce i Weill, 1985). Els models didàctics més emprats han estat: el model per transmissió-recepció, el

## Part II: Fonamentació teòrica

model de descobriment i el model constructivista (Albaladejo i Camaño, 1992), les característiques principals dels quals s'identifiquen en la taula 13.

Taula 13. Taula resum de les principals característiques dels models d'aprenentatge de ciències.

Principals característiques	Model de transmissió-recepció	Model de descobriment	Model constructivista
Bases psicològiques	El coneixement es transmet elaborat	L'aprenentatge es centra en l'activitat de l'alumne	L'aprenentatge dels alumnes és receptiu i significatiu, condicionat pels pre-conceptes
Bases epistemològiques	La ciència com a cos tancat de coneixements. La ciència explica la realitat	La ciència es caracteritza pel mètode científic universal. Inductivista i empirista.	Importància en el context en què es presenta el coneixement científic Els procediments científics són importants, però han de fonamentar-se en teories, models o hipòtesis El mètode científic no és universal Cal presentar problemes i nous contextos per produir el canvi conceptual
Principis d'aprenentatge de les ciències	Assimilar continguts	Conèixer els procediments del mètode científic	Reconstruir concepcions (les idees prèvies no concorden amb el coneixement científic)
Acció didàctica	Lliçó magistral Lectures Pràctiques de laboratori Memorització aprenentatge repetitiu	El punt de partida són els interessos dels alumnes. Activitats de caràcter experimental	El punt de partida són les idees prèvies dels alumnes Fases: exploració, reestructuració i aplicació Canvi conceptual Importància del treball en petits grups
Paper del professor	Professor com a transmissor, i com a font d'autoritat	Professor com a coordinador d'activitats	El professor guia les investigacions dels alumnes Avaluació formativa com a control de l'aprenentatge Adaptació constant de les activitats d'aprenentatge
Materials de suport	Llibre de text Manual de pràctiques Material audiovisual	Recursos variats a disposició dels alumnes No hi ha llibre de text tradicional	Activitats d'aprenentatge. Aprenentatge cooperatiu. Clima de diàleg a l'aula
Paper de l'alumne	Els alumnes arriben buits de continguts, però poden integrar el coneixement tramés	S'aprèn millor el que es descobreix per si mateix	Els coneixements es reconstrueixen a partir de les concepcions pròpies de l'alumne

## Part II: Fonamentació teòrica

El model d'aplicació de ciències constructivista és el model de ciència escolar (Izquierdo et al., 1999), (Izquierdo i Adúriz, 2003) que correspon als coneixements construïts i elaborats en l'entorn escolar i es basa en el model cognitiu de ciència (Giere, 1988)). Aquest model es caracteritza per:

- Objectiu: Concepte d'apropiació, saber ser
- Metodologia a partir de teories i experiències. El més important de la teoria científica és que tingui significat en el món.
- Racionalisme: els judicis. Cal saber com arriben els científics a les seves metes i com arriben als seus judicis, per tant, es dona molta importància al llenguatge.
- Realisme. Les ciències diuen alguna cosa sobre el món i el que diuen és aproximadament cert.

L'objectiu d'aquest model es basa en interpretar els fenòmens del món i actuar sobre ells, de manera que, en el cas d'aquesta tesi, la contaminació acústica és un fenomen que afecta als futurs mestres i es dona el concepte d'apropiació de la problemàtica sonora. En segon terme, la teoria científica referent al so té les seves aplicacions per tal de minimitzar-ne els seus efectes, afavoreix la capacitat de formular preguntes dins de l'aula i permet adquirir un conjunt de procediments generals per a pensar i actuar que permetin arribar al domini de la teoria científica escolar. En tercer terme, permet raonar i jutjar la validesa dels coneixements adquirits tot acceptant els condicionants propis de l'escola i acceptant la seva condició d'aprenents en el fer i en el pensar. I en quart terme, li dona realisme perquè apropa a l'alumnat a la societat sorollosa que pot evitar-se, gràcies als coneixements científics.

A més, el model de ciència escolar, afavoreix l'aprenentatge significatiu, base psicològica d'Ausubel (1976). Les tasques estan relacionades de forma coherent i l'alumne decideix aprendre-les; en oposició a l'aprenentatge mecànic, en què les associacions són purament arbitràries. D'acord amb l'aprenentatge significatiu, els nous coneixements s'incorporen en forma substantiva a l'estructura cognitiva de l'alumne. Això s'aconsegueix quan l'estudiant relaciona els nous coneixements amb els anteriorment adquirits; però també és necessari que l'alumne s'interessi per aprendre el què se li està mostrant (Ausubel, Novak i Hanesian, 1976).

Així com, s'espera un canvi conceptual (Posner et al.,1982) per part de l'alumnat, fruit de l'execució de les programacions didàctiques, és a dir, que no es limiti en adquirir nous

coneixements, ni afegir-ne de nous als existents, sinó que es doni una reorganització mental amb la possible incorporació de nous elements; en conclusió es reordenin els antics conceptes i els nous (Íñiguez, 2005).

Tal com cita Garcia Lladó (2019), en la seva tesi, en el model de ciència escolar hi ha un acord en considerar que l'objectiu de desenvolupar aquest model no és únicament construir uns coneixements en particular, sinó que fer-ho ha de permetre a l'alumnat anar desenvolupant certes habilitats com la capacitat d'argumentar a partir d'evidències o d'indagar sobre fenòmens del seu entorn. En definitiva, anar desplegant la seva competència científica.

### 5.2 Cicle d'aprenentatge

En qualsevol seqüència d'aprenentatge es donen unes fases que són indispensables per organitzar i estructurar el coneixement i promoure els canvis conceptuals. Són molts els autors que incideixen en la metodologia de l'ensenyament i aprenentatge de qualsevol temàtica. En la figura 21 es mostra el cicle d'aprenentatge segons Jorba i Sanmartí (1994) i Jorba i Sanmartí (1993, 1994), el model de les 5E de Bybee (1997) es mostra en la figura 22 i l'ensenyament de les ciències basat en la indagació (Shamsudin et al., 2013).

En el cicle d'aprenentatge de Jorba i Sanmartí (1993, 1994), es distingeixen les següents fases:

- Exploració
- Introducció de conceptes i/o procediments
- Estructuració
- Aplicació

En la fase d'exploració o idees prèvies es cerquen situacions reals o concretes per conèixer els punts de vista dels estudiants, es poden extreure mitjançant preguntes obertes, dibuixos, debats, vídeos introductoris, entre d'altres instruments.

En la fase d'introducció de conceptes i/o procediments es plantegen situacions més abstractes que faciliten la construcció del coneixement per part de l'alumne, poden ser dissenys experimentals, cerques bibliogràfiques, preparació de debats, entre d'altres.

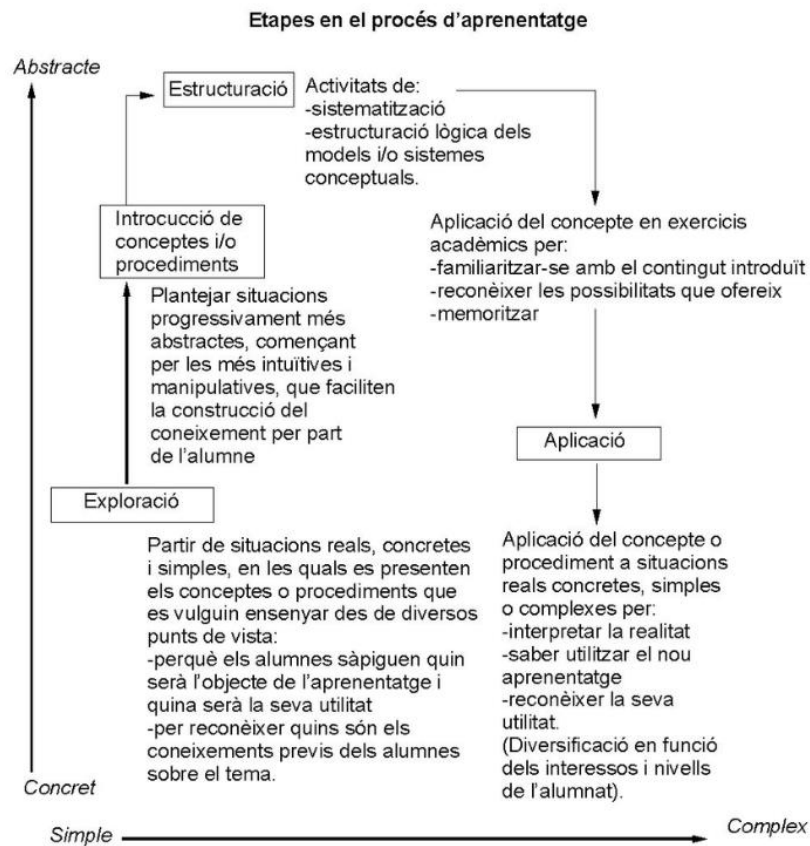


Figura 21. Les quatre fases del cicle d'aprenentatge de Jorba i Sanmartí (1994)

En la fase d'estructuració es sintetitzen els coneixements apresos, que serveix perquè els alumnes reflexionin sobre el nou coneixement per tal d'estructurar-lo i situar-lo en relació als coneixements de partida. es poden emprar mapes mentals o conceptuals, per exemple.

La fase d'aplicació es basa en aplicar els conceptes o procediments apresos en situacions reals, concretes però complexes. En aquesta fase es comprova si saben utilitzar el nou aprenentatge en una situació diferent.

Mentre que segons el model de les 5E de Bybee (1997), es distingeixen les fases:

- Enguegem (*engage*)
- Explorem (*explore*)
- Expliquem (*explain*)
- Elaborem (*elaborate*)
- Avaluem (*evaluate*)



El model de les 5E (figura 22) l'utilitza l'editorial *Science Bits*. L'etapa «Engeguem» és la mateixa fase que l'exploració de Jorba, es tracta de mobilitzar els coneixement previs mitjançant un context real i significatiu i creant el conflicte cognitiu, quan les idees prèvies no responen a l'activitat inicial.

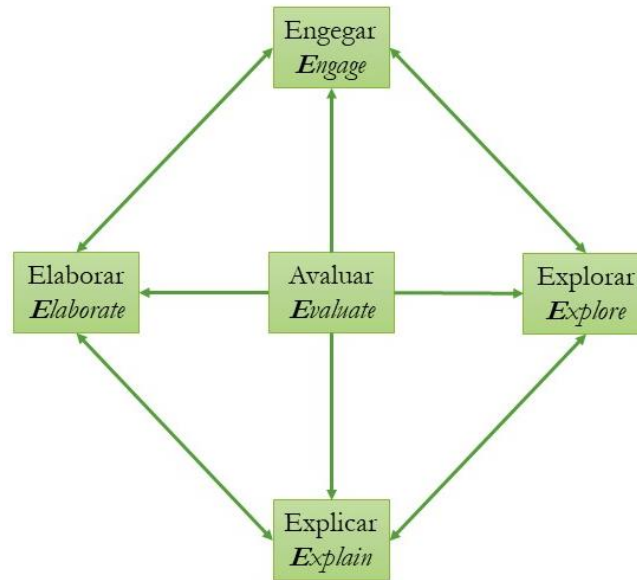


Figura 22. Model d'aprenentatge de les 5E de (Bybee, 1997)

En l'etapa «Explorem» es posen a prova les idees dels alumnes, s'inicia el canvi conceptual. L'alumnat reformula les seves idees sobre els fenòmens naturals cap a concepcions més properes a les idees científiques, comença la indagació i el descobriment. En l'etapa «Expliquem» es dona una explicació formal dels continguts, proporcionant un marc comú i estructurat que permet presentar la nova terminologia científica, donant definicions clares i precises, i fent exercitacions que afavoreixin el nou aprenentatge. Aquestes dues etapes formen part de l'etapa «d'introducció de nous conceptes o procediments» de Jorba i Sanmartí.

En l'etapa «Elaborem» s'utilitzen i s'apliquen els nous coneixements adquirits mitjançant l'elaboració d'un projecte que permet consolidar el canvi conceptual, de manera que aquesta etapa seria similar a la d'aplicació de Jorba i Sanmartí, però també es pot relacionar amb l'etapa «Avaluem», la qual es basa a revisar les idees dels alumnes i reflexionar sobre la comprensió dels conceptes. En aquest moment s'obtenen evidències per conèixer si s'ha fet o no el canvi conceptual vers la concepció allunyada de la ciència; els mapes conceptuals o els pòsters, serien un òptim recurs de la fase d'avaluació (Examinar), ja que en aquest punt,

## Part II: Fonamentació teòrica

L'alumnat avalua el seu procés d'aprenentatge, reflexiona sobre els seus nous coneixements i sobre el grau d'assoliment dels objectius d'aprenentatge; aquesta darrera etapa podria assimilar-se a la fase d'estructuració de Jorba i Sanmartí.

En qualsevol cas, sigui quina sigui la metodologia emprada pel docent a l'hora de fer ciències, l'objectiu principal de les seves classes és mobilitzar els coneixements previs dels alumnes per a promoure el canvi conceptual cap a idees científiques coherents. En ambdues metodologies es parteix d'un punt de vista constructivista, ja que es vol aconseguir que l'alumne sigui un membre actiu en el seu propi procés d'aprenentatge fent-lo participi d'aquest. Es tracta d'un procés vivencial basat principalment en l'observació directa, la reflexió, l'experimentació i la integració dels nous coneixements en els seus coneixements previs; per tal d'afavorir, si s'escau, un canvi conceptual sobre el tema. La integració dels nous coneixements i la comprensió real i adequada de la temàtica sonora afavoreix assolir un coneixement funcional, el qual permet pensar i resoldre nous problemes reals.

L'altre model d'ensenyament de les ciències basat en la indagació (ECBI), i té com a punt de partida investigar una problemàtica. Tal com exposa Domènech Casal (2019), la seqüenciació de l'aprenentatge segueix l'itinerari del treball investigador en la resolució d'una pregunta o recerca, estructurant-se en diverses etapes:

1. Formular preguntes
2. Observar, experimentar i analitzar les evidències
3. Formular una explicació basada en les evidències connectada amb el coneixement científic
4. Comunicar i justificar l'explicació i reflexionar sobre el procés i l'aprenentatge

En aquesta tesi s'utilitza el cicle d'aprenentatge de Jorba i Sanmartí (1993, 1994), perquè és el més senzill i pràctic. És clarificador per l'alumnat d'Educació, que s'està iniciant en didàctica, i es dona una relació implícita amb l'ensenyament basat en la indagació.

Dins de qualsevol de les seqüències d'aprenentatge exposades es donen processos d'activitat científica (Martí Feixas, 2012), tret diferencial que es produeix en l'ensenyament de les ciències. Aquests processos d'activitat científica (figura 23), faciliten la modelització i comprensió dels fenòmens i conceptes científics. Martí Feixas (2012), distingeix l'àmbit de les dades, els fets i les evidències de l'àmbit de les explicacions i els models teòrics. En el

primer àmbit, el dels fets, s’hi donen processos d’activitat científica relacionats amb l’observació, l’experimentació i l’anàlisi de dades i establiment de conclusions empíriques. Mentre que en el segon àmbit, es genera el moment d’explicar i argumentar, és el moment en el qual s’explica el model mental i es pot argumentar amb criteri perquè es domina el nou model, ja que s’ha produït el canvi conceptual.

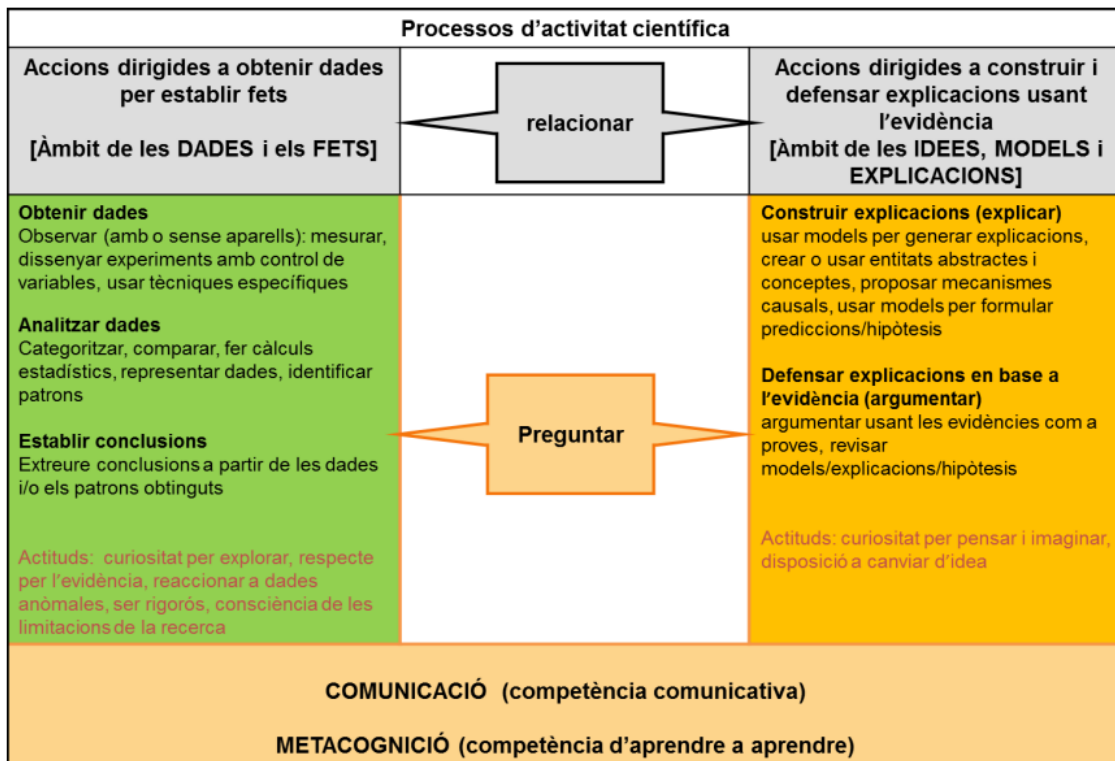


Figura 23. Processos d’activitat científica relacionats amb l’àmbit dels fets i de les idees. Extret de Martí Feixas (2012).

### 5.3 Fonaments didàctics de la seqüència d’innovació

En suma, el model d’ensenyament-aprenentatge que s’utilitza per fer la innovació didàctica és el model de ciència escolar, mitjançant un aprenentatge significatiu que porta cap a un canvi conceptual. Es fa necessari la modelització, utilitzant els processos d’activitat científica proposats per Martí Feixas (2012), i se segueix el cicle d’aprenentatge proposat per Jorba i Sanmartí (1993). Per a fer la transposició didàctica de la problemàtica sonora a l’aula s’utilitza el model holístic (Marín i Benarroch, 2000), ja que té en compte els continguts conceptuals,

procedimentals i actitudinals; i el coneixement adquirit un cop impartida la innovació és més resistent a l'oblit.

Cal recordar que la finalitat d'aquesta tesi és el disseny i la posada en pràctica d'una proposta didàctica que afavoreixi un paisatge sonor a l'aula per tal de millorar l'ensenyament-aprenentatge; considerant els aspectes teòrics, tècnics i d'hàbits de salut relacionats amb el so. Perquè es donin aquests resultats, cal que les activitats proposades englobin els tres aspectes citats anteriorment, ja que una de les possibles causes de la manca de sensibilització i coneixement sobre aquesta temàtica, per part de l'alumnat, és el tractament fragmentari, parcial i dispers que es dona en els currículums d'educació; així doncs, es tracta d'una innovació docent per a les assignatures de ciències de Grau de Mestre de Primària.

A continuació s'exposa la fonamentació teòrica necessària per dissenyar i elaborar la seqüència d'innovació. Primerament, es tenen en compte les idees prèvies dels infants, les quals són intuïtives i recurrents i en la majoria dels casos no segueixen una explicació científica raonada. Aquestes idees s'han de reformular per tal de propiciar-ne el canvi conceptual.

Seguidament, s'expliquen diferents tipus d'activitats que es seqüencien seguint les diferents fases d'aprenentatge (Jorba i Sanmartí, 1994). En la innovació, el disseny experimental amb control de variables es dona durant la fase d'experimentació, com també els mapes sonors, que també es poden encabir en la fase d'aplicació, si el grau de coneixements assolits és de gran expertesa. Els mapes conceptuals són fonamentals en la fase d'estructuració i la sostenibilitat, mitjançant l'ús dels ODS, es pot donar durant tot el cicle d'aprenentatge.

### 5.3.1 Idees prèvies dels infants sobre els conceptes físics

Els infants tenen diferents models mentals sobre diferents conceptes i processos, que es repeteixen en diferents cultures; per això, i gràcies a la bibliografia que existeix, les idees prèvies dels infants han de ser conegudes per a la realització de la tasca docent, ja que ajuden a plantejar la programació. Si es coneix quina és la idea generalitzada, és més fàcil pensar i fer les activitats que ajuden a l'alumnat a fer el canvi conceptual del model si aquest és erroni o no té uns fonaments científics objectius.

Per a l'estudi del coneixement en l'àmbit de la física, existeixen tres hipòtesis: categories ontològiques, teories ingènues i coneixement a trossos. Segons Chi, Slotta i De Leeuw (1994), la matèria, els processos i els estats mentals pertanyen a categories ontològiques. Cadascuna d'aquestes categories primàries té diverses subcategories ontològiques, com si es tractes de les branques d'un arbre. Quan es tenen idees errònies és perquè el concepte no s'ajusta a la categoria ontològica. Les teories ingènues, són classificades per Vosniadou (1992, 1994); Vosniadou i Ioannides (1998) per teories ingènues marc i teories específiques. Segons l'autor, les primeres es construeixen durant la primera infància, i les específiques es donen a partir d'experiències quotidianes, instruccions o creences que donen lloc a models mentals. La tercera hipòtesi es defensada per DiSessa (1993), que argumenta que el coneixement dels fenòmens físics per part dels aprenents novells no és una estructura lògicament organitzada que es pot veure com una teoria, sinó que s'assembla més al coneixement a trossos. Aquests trossos són interpretacions superficials i autoexplicatives de la realitat física.

### 5.3.2 Idees prèvies dels infants sobre el so

Les idees prèvies i les concepcions dels infants s'estudien i s'investiguen mitjançant estudis de camps, entrevistes, dibuixos i altres mecanismes. En el cas del so, no hi ha dues visions antagòniques, sinó que hi ha una sèrie de matisos que canvien a mesura que els infants creixen i reben diferents experiències i formacions reglades. A partir dels 11 anys i per a persones que no són expertes en física, una de les idees més recurrents és que el so es concep com una substància (Linder i Erickson, 1989; Linder, 1993; Maurines, 1992).

Lautrey i Mazens (2004) i Mazens i Lautrey (2003) fan 2 estudis per determinar com és el coneixement ingenu de la mainada i com aquest canvia. Estudien quatre propietats de la categoria ontològica de la matèria: solidesa o substancialitat, permanència, pes i trajectòria. Aquestes categories no es presenten agrupades, s'atribueixen i s'abandonen de manera jeràrquica i no pas sincrònica.

En l'estudi que fan al 2004, entrevisten individualment vuitanta-tres nens de 8 anys d'edat per tal de veure si s'atribueixen al so les propietats dels objectes (com substancialitat, el pes, la permanència, i la trajectòria) o les propietats dels processos físics (com ara la transmissió per adjacència). Principalment, atribueixen les propietats dels objectes i primer abandonen

## Part II: Fonamentació teòrica

les idees de pes i permanència. Tal com afirma Carey (1991) la mainada menor de 10 anys consideren que el pes és una propietat accidental de les entitats materials. En conseqüència poden jutjar que una entitat és material però no té cap pes. Mentre que el concepte de substancialitat que s'atribueixen al so, disminueix amb l'edat, però aquesta substancialitat sembla formar part de les representacions infantils durant més temps. Les creences i pressupòsits relativament estables semblen fonamentar aquesta aparent incoherència. Els menors tenen models mentals sintètics i els concilien amb les limitacions del pressupòsit de la substancialitat (un sòlid no pot creuar un altre sòlid) i les experiències quotidianes que demostren que el so pot passar a través d'alguns sòlids. Els models mentals sintètics, permeten als nens creure que el so pot passar a través d'un sòlid si aquest sòlid té forats, o si és menys fort, o menys dur que el so.

Hi ha coherència entre el coneixement ingenu de la quitxalla, segons Lautrey i Mazens (2004) i Mazens i Lautrey (2003), ja que les propietats de la matèria del so es deixen d'atribuir en un ordre fix. Per tant, els resultats, són més compatibles a les teories ingènues o a les categories ontològiques, que a l'enfocament per trossos de DiSessa (1993).

Així doncs, el so s'estructura al voltant de principis bàsics, ja sigui en el marc de les categories ontològiques, com proposen Chi, Slotta i De Leeuw (1994) i Keil (1992), o en el marc de teories ingènues, com argumenten Carey (1991) i Vosniadou (1994). Si, com suggereixen Chi Slotta i De Leeuw (1994) i ho demostren Slotta, Chi i Joram (1995), els infants i els novells assignen per primera vegada processos físics a la categoria ontològica de la matèria, han de començar atribuint les propietats dels objectes als sons. Les propietats de l'objecte considerades en aquest estudi van ser la substancialitat, el pes i la permanència. Per estudiar les propietats atribuïdes als processos, van estudiar si els infants tenien una idea sobre el procés vibratori responsable de la producció i transmissió de sons, i si creien que era necessari un mitjà per a la transmissió.

Més endavant, West (2011), discrimina quatre teories relatives a les idees que tenen els estudiants relatives a la naturalesa del so i la transmissió sonora (taula 14) En aquesta taula es generalitzen les teoria del so. Les categories teòriques, relatives a les idees dels estudiants sobre la naturalesa del so i la transmissió sonora, es troben en la resposta completa de cada alumne. La teoria 0 es refereix a la manca de teoria, la teoria 1 a les propietats de la matèria, la teoria 2 a les propietats de la matèria i el procés i la teoria 3 a les propietats del procés.

## Part II: Fonamentació teòrica

Taula 14. Taula resum dels tipus de models de l'alumnat segons West (2011)

Teoria	Propietats del so i la transmissió sonora	Models/ categories	Principals característiques de la naturalesa del so i com es transfereix el so
Teoria 0	Sense propietats	Categoria: Sense contingut	Sense explicació, explicació sense experiència ni contingut científic
		Categoria: Experiències	Explicació a partir d'experiències
		Categoria: ermes científics	Ús de termes / termes científics, però sense signes d'aclariments del terme / termes
		Categoria : Experiències i termes científics	Explicació basada en experiències i ús de termes/termes científics.
		Categoria: Intermèdia	Signes d'idees sobre la importància d'un mitjà (incloent respostes correctes de sí/no a qüestions relatives a la transmissió en aigua, fusta i buit) Però no hi ha idees sobre la naturalesa de la transmissió sonora??. Es poden utilitzar termes científics.
Teoria 1	El so com a quelcom material, com a objecte o com a substància. Sense signes de procés.	Model 1: Contingut: capaç de ser contingut per alguna cosa	El so no pot passar ni per aigua/líquids ni per fusta/sòlids. No obstant això, el so pot passar fusta/sòlids si hi ha forats visibles o no visibles. El so pot viatjar en el buit.
		Model 2: Propietats dels materials	Resistència relativa dels materials. Com més dens és el medi, més resistència i més dura és la transmissió del so i/o més lenta és la velocitat del so, és a dir, el so experimenta fricció. Els signes d'aquesta idea són visibles tant en aigua/líquids com en fusta/sòlids. NO es tenen en compte els canvis en els nivells sonors. El so pot/ no pot viatjar en el buit
		Model 3: L'aire és necessari	L'aire com a explicació de la transmissió en tots els mitjans (aire, aigua/líquids i fusta/sòlids). El so pot passar a través de la fusta/sòlids només perquè hi ha aire/oxigen o petits forats/obertures el so pot passar a través de l'aigua/líquids només perquè hi ha aire/oxigen/bombolles. El so no pot viatjar en el buit.
		Model 4: Altres idees materials o una barreja d'idees dels models 1-3.	Indicacions del so com una cosa material, però explicacions poc clares o diferents. Aquí també s'inclou una barreja d'idees dels models 1-3. El so pot/ no pot viatjar en el buit.
Teoria 2	El so com a quelcom material i com a procés	Model 5: El model mixt de material i procés	Barreja de matèria i procés. Signes de processos però també idees materials sobre la naturalesa del so (teoria 1). Per exemple, ús dels termes vibrar/vibracions que indiquen una idea de procés en relació amb les idees de la teoria 1.
Teoria 3	Els signes de propagació del so com a	Model 6: Idees sobre la transmissió en alguns mitjans	La naturalesa del so és indefinible, però hi ha idees sobre els processos a l'hora d'explicar la transmissió del so.

Teoria	Propietats del so i la transmissió sonora	Models/ categories	Principals característiques de la naturalesa del so i com es transfereix el so
	procés, però la naturalesa del so no està clara.		
	La propagació del so com a procés i la naturalesa del so és immaterial	Model 7: Transmissió explícita en alguns mitjans	Explicacions basades explícitament en idees de processos en alguns medis (aire, aigua/líquids o fusta/sòlids però no en el buit). 1-2 exemples són una necessitat. Cap resposta pot ser incompatible amb les idees del procés.
		Model 8: Transmissió explícita en tots els suports	Model generalitzat explícit. Explicacions basades explícitament en idees de processos en la majoria de mitjans (aire, líquids i sòlids però no en el buit). 3-4 exemples són una necessitat. Cap resposta pot ser incompatible amb les idees del procés

La substancialitat és la idea més habitual per les persones que no són expertes en física i que comencen secundària si no han estat instruïdes formalment. En aquest model, el so se suposa que està fet la matèria i per tant no pot passar a través de sòlids; això es observable i recurrent, sobretot en fases de predicció i observació d'una activitat didàctica o seqüència d'aprenentatge.

### 5.3.3 L'ensenyament i l'aprenentatge de les ciències des del canvi conceptual

Un canvi conceptual és el procés cognitiu a partir del qual l'individu modifica les seves teories personals en un domini específic. Sol ser molt gradual. Així, els individus poden modificar alguns conceptes d'una teoria i reorganitzar progressivament de manera més profunda la seva estructura conceptual fins a produir un canvi radical, una reestructuració forta, que permetrà un canvi de teoria. Per exemple, el pas d'aprenent a expert que es defineix des de la psicologia cognitiva, es faria a partir d'un canvi conceptual.

Considerant les tres hipòtesis dels tipus d'idees que tenen els infants relacionats amb els aspectes sonors: categories ontològiques, teories ingènues i coneixement a trossos, es poden



distingir diferents tipus de canvis conceptuals, els quals es detallen tenint en compte, només les categories ontològiques i les teories ingènues.

En primer lloc, en el cas de la categoria ontològica, el canvi es produeix mitjançant la reassignació d'un concepte d'una categoria a una altra. En el cas del so, si primerament es concep com a matèria, s'ha de tornar a representar com un procés, per tant, es dona un canvi ontològic. Tal com explica Chi (1992), és més senzill canviar una branca ontològica a un altre arbre ontològic. Per això, algunes propietats que s'atribueixen al so, com el pes i la permanència, canvien amb el temps i deixen de formar part del pensament dels més petits, però la substancialitat persisteix força temps més. Aquest canvi conceptual sembla, doncs, un procés molt gradual, en el qual els diferents pressupòsits vinculats a una ontologia tenen diferents graus de resistència, en funció de la seva centralitat. El concepte de so no passa directament de la categoria de matèria a la categoria de procés. A partir d'observacions transversals, els infants semblen reconèixer el caràcter immaterial del so abans d'haver entès que el so és produït per un procés de vibració. En el cas del so, el canvi conceptual sembla, doncs, un procés molt gradual, el qual depèn de l'experiència quotidiana i del tipus de transmissió sociocultural.

En segon lloc, en les teories ingènues, la concepció de Carey (1985, 1991) és propera a la de Vosniadou (1992, 1994), i considera que el canvi conceptual es produeix a mesura que l'infant creix. De manera que el canvi conceptual pot adoptar diferents formes: diferenciació conceptual, coalescència conceptual, canvi de tipus (reanàlisi de propietats i relacions), o canvi en els principis bàsics d'un concepte. Alguns estudis de les concepcions dels infants sobre la matèria han demostrat que aquests canvis conceptuals es produeixen quan els infants tenen entre 4 i 12 anys. Segons Lautrey i Mazens (2004) i Mazens i Lautrey (2003), el coneixement ingenu sobre el so està organitzat d'una manera relativament coherent i el canvi conceptual d'una teoria ingènua a la següent sembla ser lenta i gradual.

Així, la mainada explica que el so és una cosa diferent d'ells mateixos, una cosa transparent i invisible que pot passar per les parets com fantasmes. Això suggereix que les pertorbacions, és a dir, les observacions en desacord amb les creences bàsiques, porten els infants a abandonar o reformular les seves creences en lloc de reassignar directament el concepte a una altra ontologia. La imatge del canvi conceptual en el cas del so sembla, doncs, encaixar

millor amb la idea que el canvi conceptual es produeix a través de la revisió de creences arrelades en una teoria ingènua.

Tot això no vol dir que un concepte no es pugui reassignar mai bruscament en una altra categoria ontològica, però aquesta reassignació probablement requereix que la nova categoria ontològica existeixi prèviament. És dubtós que els infants puguin formar aquesta categoria ontològica sense instrucció formal en física. Per tant, cal una instrucció formal per afavorir el canvi conceptual, tal com detallen els autors citats.

### 5.3.4 Disseny experimental amb control de variables

Un disseny experimental amb control de variables és un tipus de pràctica que pertany a la fase d'introducció de nous conceptes del cicle d'aprenentatge de Jorba i Sanmartí (1993); consisteix en fer un experiment controlat en el marc de la ciència escolar i és una activitat indispensable dins de les classes de ciències de la naturalesa. Per tant, fer una part experimental és essencial en l'ensenyament de les ciències.

Aquests dissenys serveixen per comprovar les idees dels estudiants, ja que van acompanyats de prediccions i, quan es porten a la pràctica, s'obtenen dades que permeten aconseguir uns resultats empírics que cal interpretar; de manera que es contrasten les prediccions amb els resultats obtinguts. A més, quan es fa el disseny, es distingeixen els tipus de variables i s'endrecen, és a dir, es construeix el procediment i es té cura del control de les variables que hi intervenen.

Tal com assenyala Martí Feixas (2012) en el seu llibre, el disseny experimental amb control de variables, és un tipus concret d'experiment que, d'una banda, és molt habitual com a model d'experimentació a l'aula (Martins, 2002) i, d'altra banda, té interès perquè a l'hora de realitzar-lo es poden veure i contrastar les habilitats de raonament científic que tenen els infants (Erdosne Toth, Klahr i Chen, 2000; Klahr i Li, 2005).

Martí Feixas (2012) posa èmfasi en què els resultats han de ser concloents i correctes i, per què això passi, cal tenir molta cura en el procés de control de les variables, perquè si aquest procés de control no es fa correctament, no es pot conèixer amb seguretat si els resultats obtinguts són ocasionats per la modificació de la variable independent o no. Per a concretar

## Part II: Fonamentació teòrica

les variables, proposa la taula 15, que facilita la tria de les variables en el disseny experimental amb control de variables (DECV) i, consegüentment, fa que els errors en el disseny experimental es minimitzin. Així doncs, utilitzant la taula 15 es pot recollir tota la informació necessària per planificar correctament un DECV de manera sistemàtica i ordenada.

Taula 15. Quadre resum per plantejar un Disseny Experimental amb Control de Variables. Extret de Martí Freixas (2012)

Què en canviarem? (variable independent)	Què n'observarem o en mesurarem? (variable dependent)	Què no en podem modificar? (variables de control)
La temperatura.	Si el sucre es dissol o no es dissol.	<ul style="list-style-type: none"><li>• La quantitat de sucre.</li><li>• La quantitat d'aigua.</li><li>• El fet de remenar.</li></ul>
Com ho farem?	Com ho farem?	Com ho farem?
Compararem què passa a 20 °C i a 80 °C.	Esperarem cinc minuts i mirarem si hi ha granets de sucre al fons del got. Si hi ha tots els granets, direm que no s'ha dissolt; si només n'hi ha uns quants, direm que s'ha dissolt una mica, i si no n'hi ha cap, direm que s'ha dissolt tot el sucre.	En aquest experiment: Sempre farem servir 5 g de sucre en 250 ml d'aigua, sense remenar gens.

Una vegada dissenyat el DECV és més senzill el plantejament de la pregunta d'investigació, només cal tenir en compte la variable que es vol observar (variable dependent), respecte la variable que es vol canviar (variable independent). Llavors, sols cal plantejar: «Com afecta la variable independent (el canvi) sobre la variable dependent (que s'observa)?». Després, cal comprovar que les variables control puguin controlar-se de manera eficaç, ja que és bàsic el control per tal de comprovar que només es dona la mesura o l'observació de la variable dependent, pel canvi que s'ha fet sobre la variable independent; dit en altres paraules, amb un bon control de les variables s'observa com el canvi de la variable independent afecta o no a la variable dependent.

En els apartats de «Com ho farem?» de la taula 15, a sota de la variable independent es detalla el canvi i el tipus procediment experimental que es fa. Mentre que a sota de la variable

dependent, s'hi detall com és l'observació o mesura, com es fa la presa de dades, és a dir, com és el registre d'aquestes, i finalment, a sota de les variables de control s'hi detallen les mesures que es prenen per tal de supervisar que la resta de variables no afecten en el funcionament de l'experiment.

### 5.3.5 Descripció dels mapes conceptual

Els mapes conceptuals son eines que faciliten l'estructuració i l'aprenentatge de conceptes científics o abstractes, els introdueix i els defineix Novak i Gowin (1984). Segons aquests autors, l'objectiu d'un mapa conceptual rau en establir relacions significatives entre conceptes – paraules clau - en forma de proposicions, les quals consten de dos o més elements units per paraules per a formar una unitat semàntica ((Novak, Gowin i Otero , 1988). Val a dir, que la definició ha anat evolucionant i s'han afegit noves característiques (Cañas, Novak i Reiska 2015; Novak i Cañas, 2005); però, en essència, el seu fonament teòric es basa en l'aprenentatge significatiu d'Ausubel i en l'adaptació de Novak, tal com indica Prats Garcia (2016). Aquest autor resumeix les característiques que identifiquen un mapa conceptual, que són:

1. Estructura formada per proposicions constituïdes per la pauta: Concepte - Paraula enllaç - Concepte; sent les paraules enllaç inherents en els mapes conceptuals, i com a conseqüències sempre hi han de ser. De manera que, les proposicions són unitats semàntiques amb sentit propi.
2. Estructura jeràrquica. La relació dels conceptes té una relació de subordinació en cadena, de manera que els conceptes més generals es situen a la part superior i els més específics en la part inferior.
3. Pregunta específica, la qual concreta la temàtica o problema que el mapa conceptual clarifica i respon.
4. Enllaços creuats. Són els que enllacen diferents parts del mapa conceptual i que aporten major qualitat al propi mapa, ja que l'enllaç entre diferents conceptes és una tasca complicada que requereix de l'anàlisi exhaustiu del tema o problema d'estudi.

A part dels mapes conceptuals, hi ha d'altres maneres de representar idees, temàtiques o solucionar problemàtiques que també són utilitzades com a tècniques d'estudi, com per

## Part II: Fonamentació teòrica

exemple: els esquemes simples, esquemes de caixes, esquemes de columnes, quadres comparatius o mapes mentals. Aquestes tècniques, juntament amb els mapes conceptuals es poden introduir a Primària i faciliten l'organització i l'estructuració de les idees.

D'aquestes tècniques els mapes mentals i els mapes conceptuals són les que necessiten un nivell cognoscitiu superior, i són les que es confonen amb més facilitat. Buzan (2002) va popularitzar el mètode d'aprenentatge amb mapes mentals, els quals faciliten l'organització dels pensaments, potencien la creativitat i faciliten la memorització, entre d'altres processos cognoscitius. Es tracta d'un nou paradigma d'aprenentatge holístic del cervell que afavoreix el procés d'aprendre a aprendre potenciant les connexions entre els sentiments i els pensaments i destaca la idea que qui aprèn realment és la persona íntegrament (Muñoz, 2010).

Els mapes conceptuals i mentals poden fer-se manualment o mitjançant programes informàtics en línia, com ara el *CmapTools*, per a construir mapes conceptuals o el *MindMap* per fer-ne de mentals, fins i tot amb el programari de presentació de diapositives de qualsevol ordinador es pot fer qualsevol d'aquests mapes, només cal tenir clar que es vol fer per seguir una estructura adient.

Maina (2020) assenyala diferents tipus d'activitats, en funció del propòsit i en el moment en què intervenen en l'acció formativa de l'alumnat:

1. Activitats d'anàlisi i síntesis.
2. Activitats de recerca o resolució de problemes.
3. Activitats d'interacció i comunicació.
4. Activitats de construcció col·laborativa de coneixement.
5. Activitats de reflexió

Segons l'autor les activitats d'anàlisi i síntesi «normalment són individuals i estan dirigides a organitzar els coneixements adquirits en combinació amb altres continguts previs o amb determinades situacions. Parlem de mapes conceptuals, esquemes, línies temporals, infografies, pòsters, etc.» (Maina, 2020). Aquestes activitats són les que clàssicament, s'anomenen activitats d'estructuració i que formen part del cicle d'aprenentatge de Jorba i Casellas (1997), explicat en l'apartat del cicle d'aprenentatge.

## Part II: Fonamentació teòrica

Les principals diferències entre ambdós instruments: mapa conceptual i mapa mental es donen en la taula 16, que s'ha construït a partir de les lectures de diversos autors. La tria d'un o d'un altre instrument es pot fer segons diferents criteris, en funció del què es vol treballar i/o promoure en l'alumnat. En aquesta tesi, es tria el mapa conceptual perquè es vol promoure el pensament crític i jerarquitzar-lo, ja que la temàtica sonora és complexa, i es vol sintetitzar la informació exposant els conceptes de manera lògica i ordenada.

Kwon i Cifuentes (2007, 2009), entre d'altres, han demostrat l'eficàcia dels mapes conceptuais com a eines didàctiques cognitives, tant si són construïts de manera individualitzada pels alumnes com si es construeixen de manera col·laborativa, on són encara més eficaços.

Sigui quin sigui el model utilitzat per elaborar una seqüència didàctica o unitat didàctica, els mapes conceptuais i els mapes mentals són eines didàctiques cognitives que afavoreixen l'aprenentatge constructivista que es basarà en la construcció del coneixement mitjançant l'experimentació i la concepció i comprensió del món que ens envolta.

Taula 16. Taula-resum comparativa entre un mapa mental i un mapa conceptual

	Mapa conceptual	Mapa mental
<b>Estructura</b>	Jeràrquica, concepte principal a l'inici.	Sense estructura, concepte principal al centre.
<b>Objectiu</b>	Facilita l'autoavaluació i comprensió del coneixement. Promou el pensament crític i la resolució de problemes.	Facilita la memorització. Promou la creativitat.
<b>Elaboració</b>	A partir de conceptes clau que es desglossen en idees principals, secundàries i així successivament. Com un arbre genealògic però a l'inrevés.	Les idees es representen amb dibuixos i/o símbols i poques paraules.
<b>Composició</b>	Hi ha paraules enllaç (conjuncions, preposicions o locucions) entre els conceptes clau, utilitzant línies o fletxes.	No hi paraules enllaç, si que hi poden haver dibuixos i colors.
<b>Ús de paraules</b>	Els nodes poden tenir varies paraules, conceptes curts, petites descripcions o definicions.	S'eviten els nodes de més d'una paraula i es dona prioritat als dibuixos, imatges o símbols.
<b>Lectura</b>	La relació entre les paraules clau, enllaços i definicions permet la lectura literal	No permeten una lectura literal
<b>Colors</b>	S'utilitzen pocs colors.	L'ús del color és fonamental.

### 5.3.6 Mapes sonors

Són varies les experiències en l'elaboració de mapes sonors en centres educatius, sobretot a secundària; tot i que no es publiquin totes les que s'elaboren. En aquestes experiències, l'objectiu rau en conscienciar l'alumnat en què un paisatge sonor sorollós els afecta en la seva salut, i directament els influeix en la seva concentració en les seves tasques acadèmiques.

Alguns exemples didàctics en l'elaboració de mapes sonors que es troben a la xarxa, són per exemple les experiències fetes a Canaries i a Berga, on Herreras (2007) proposa una sèrie de treballs de recerca per prendre consciència de la contaminació acústica, i d'entre aquests, hi ha la realització d'un mapa sònic de Berga, que elaboren els joves de l'institut Guillem de Berguedà. Mentre que des de les illes Canàries, Hänisch García (2014) fa un mapa acústic del seu centre amb els alumnes de 3r d'ESO dins l'àrea de dibuix.

D'altres experiències consisteixen en afegir detectors de soroll en els centres escolars, com ara a Barcelona en el 2015, dins d'un programa d'innovació per a la sostenibilitat d'escoles + sostenibles, en el projecte «Sssplau», on 18 escoles lluitaven contra el soroll fent tallers i utilitzant sonòmetres que incorporen barres de colors que es desapareixen quan augmenta la intensitat. És similar a l'experiència del Semàfor de l'escola Saavedra de Tarragona feta durant el curs 2019-2020. Aquest projecte fet en Arduino, consisteix en crear un semàfor per l'alumnat que s'il·lumina en funció de la intensitat sonora que rep.

Certament l'interès per aconseguir un paisatge acústic tranquil és una inquietud generalitzada en el món educatiu. Són molts els docents que consciencien els seus alumnes sobre els efectes nocius que pot ocasionar el soroll en la seva salut. La tecnologia afavoreix que s'incorporin ginyes que són atractius a ulls dels adolescents i infants, com ara l'experiència del semàfor, i els mòbils tenen aplicacions que són capaces d'actuar com a sonòmetres, de manera que es facilita la presa de mesures, les quals són fonamentals per l'elaboració dels mapes sonors.

Els mapes sonors són molt visuals i atractius. Són eines que expliquen un moment sonor que els porta a reflexionar i a comprendre com es comporten aquestes ones mecàniques, tant molestes a vegades però tant imprescindibles en la comunicació humana.

### 5.3.7 ODS i sostenibilitat

La LOMLOE (Ministerio de Educación Cultura y Deporte, 2020) reconeix la importància d'atendre el desenvolupament sostenible d'acord amb el que estableix l'agenda 2030, per tal motiu la presència dels ODS en els nous currículums de 2022 (Generalitat de Catalunya. Departament d'Ensenyament, 2022) és significativa i encertada.

Tal com s'ha explicat en la primera part de la tesi, els disset ODS neixen de l'acord de París de 2015 (ONU, 2015); cadascun d'ells té unes metes específiques que s'han de complir al 2030. En la innovació didàctica, es proposa contextualitzar un disseny experimental amb control de variables en el marc dels ODS.

D'entre els 17 ODS es considera que en aquesta seqüència d'innovació els més rellevants són els que fan referència a la salut, a l'educació i a les ciutats i comunitats sostenibles (figura 24).



Figura 24. Objectius de desenvolupament sostenible relacionats amb la temàtica d'estudi. Extrets de l'ONU (2015)

Segons l'ONU (2015):

- ODS 3. Salut i benestar. Garantir una vida sana i promoure el benestar per a totes les persones de totes les edats. Es tracta de protegir la vida humana i aconseguir una qualitat de vida millor per a tothom.
- ODS 4 Educació de qualitat. Garantir una educació inclusiva, equitativa i de qualitat i promoure oportunitats d'aprenentatge durant tota la vida per a tothom



## Part II: Fonamentació teòrica

- ODS 11. Ciutats i comunitats sostenibles. Aconseguir que les ciutats i els assentaments humans siguin inclusius, segurs, resilents i sostenibles.

Així doncs, i considerant la contaminació acústica, l'ODS 3 tracta d'infondre bons hàbits i costums vers la cura de les oïdes. L'ODS 4 garanteix que tot l'alumnat assoleixi un bon coneixement físic i biològic per comprendre el funcionament del so. I per l'últim, l'ODS 11, promou que les escoles i centres educatius estiguin condicionats acústicament, de manera que, connecta, novament amb l'ODS 3 i l'ODS 4, un paisatge acústic favorable propicia una bona entesa entre tots els membres de les comunitats educatives, per tant, es promou un ambient acústic sa, que a més, afavoreix un bon clima per aprendre.

## Idees clau de la PART II

El so és un tipus de moviment ondulatori; són ones mecàniques, longitudinals, tridimensionals i esfèriques.

Els fenòmens sonors més habituals són la reflexió, la refracció, la dispersió o atenuació, la reverberació, la difracció i l'efecte Doppler.

Les ones sonores es perceben a través del sentit de l'oïda, que es desenvolupa a l'embrió, però és el sentit que pot envellir amb més facilitat.

El camp audible humà depèn dels límits de intensitat: de 5dB, el brunzit d'un mosquit, a 130 dB; l'enlairament d'un coet; i de freqüència: de 16, infrasons, a 16000Hz, ultrasons.

Els efectes nocius del soroll poden afectar a les oïdes, provocant fatiga auditiva i fins i tot sordesa; i poden tenir-ne efectes extrauditius, afectant els sistema nerviós, endocrí i respiratori, entre d'altres. Poden causar dificultat per conciliar el son, dèficit d'atenció, en la concentració i malestar diürn

En el condicionament acústic escolar cal minimitzar els fenòmens acústics que poden dificultar l'escolta i que depèn principalment dels tipus de materials de construcció, l'arquitectura i l'aforament de l'aula.

La legislació referent al soroll és a les beceroles i depèn en bona part de les ordenances municipals; el seu tractament educatiu en els currículums és , majoritàriament, fragmentat. Els ODS poden facilitar-ne el tractament transversal.

L'elaboració d'una seqüència d'innovació es basa en el model de ciència escolar, que s'elabora tenint en compte els processos d'activitat científica que s'hi fan. En el cicle d'aprenentatge de la seqüència es tenen en compte les idees intuïtives dels infants, principalment la substancialitzadora; els dissenys experimentals amb control de variables; els mapes conceptuals; els mapes sonors; i els ODS 3, 4 i 11.

## Part III: Fonamentació metodològica

En aquesta part es presenten els aspectes metodològics de la investigació tenint en compte el problema d'estudi, els objectius i les preguntes d'investigació. En primer lloc, es fa una pinzellada als paradigmes clàssics d'investigació, per tal d'explicar la importància de la investigació mixta que es duu a terme en aquesta tesi. A continuació, es detalla el context d'estudi delimitant-ne la mostra. Igualment es detalla la innovació didàctica i com es porta a terme. S'enumeren i es raonen els instruments que s'utilitzen per fer-ne l'anàlisi; de manera que s'amplia com i per què s'utilitzen al llarg de la investigació.

## 6 Fonamentació metodològica

En el capítol 6 es planteja el tipus de metodologia que s'ha seguit en la investigació, fent un anàlisi dels diferents paradigmes que porta a la decisió final en la tria de la metodologia.

### 6.1 Paradigmes d'investigació

Els paradigmes d'investigació són un conjunt de creences, valors, tècniques i coneixements compartits pels membres d'una comunitat científica durant un determinat temps. Són models d'anàlisi capaços d'interpretar un problema d'una determinada àrea de coneixement. Thomas Kuhn (1962), va revolucionar el camp de la sociologia del coneixement amb la publicació de l'*Estructura de les revolucions científiques* (1962), on es descriu la pràctica real de la investigació científica al llarg de la història mitjançant els paradigmes, els quals són maneres de veure i explicar què són i com funcionen determinats fenòmens naturals.

Segons Latorre, Rincón i Arnal (2003) i Vildósola (2009) es poden destacar els següents paradigmes: Positivisme o quantitatiu; Post-positivista; Interpretatiu o qualitatiu; i Sociocrític o ecològic. Per tal de comparar-los, en les files de la taula 17 es distingeixen les següents dimensions: fonaments, lògica, ontologia, epistemologia, axiologia i metodologia.

Els fonaments són els pilars dels diferents paradigmes, que contenen des de quina visió filosòfica són concebuts. La lògica tracta la relació de conseqüència entre la realitat i el paradigma. L'ontologia fa referència a la naturalesa de la realitat, com es defineix l'ens d'estudi, és a dir, com és concebuda la realitat per als diferents paradigmes. Mentre que, l'epistemologia tracta els valors del coneixement, dit d'una altra manera tracta com són les relacions que té el coneixement amb el paradigma. L'axiologia designa la teoria dels valors, de manera que defineix com intervenen els valors en cada paradigma. I finalment la metodologia explica si els mètodes d'anàlisi són quantitius o bé qualitius.

### Part III: Fonamentació metodològica

Taula 17. Quadre-resum de les principals dimensions dels paradigmes de investigació educativa. Basat en Latorre, Rincón i Arnal (2003) i Vildósola (2009)

Paradigma versus dimensions	Positivista o quantitatiu	Post-positivista	Interpretatiu o qualitatiu	Sociocrític o ecològic
Fonaments	Positivisme lògic empirisme	Positivisme lògic	Fenomenologia Teoria interpretativa	Teoria crítica
Lògica	Deductiva	1r deductiva	Inductiva i analista	Inductiva
Ontologia	Objectiva, estàtica, única, donada, fragmentada i convergent	Polifacètica, global, construïda, holística i divergent	Dinàmica, múltiple, holística, construïda i divergent	Compartida, històrica, construïda, dinàmica i divergent
Epistemologia	Objectiva i dualista. El conèixer i el saber és un dualisme.	Dualisme modificat, la cerca del què és probablement i objectivament veritable	Transaccional/ subjectivista	Subjectivitat interactiva. Existència d'una estreta relació entre els observadors i els observats
Axiologia	Neutre. Investigador lliure de valors	La investigació involucra valors que poden ser controlats.	Valors donats. Influeixen en la selecció del problema, teoria, mètode i anàlisi	Valors donats. Crítica de ideologia
Anàlisi de dades	Experimental. Quantitativa: Estadística descriptiva i d'inferència. Verificació hipòtesis	Experimental, manipuladora modificada. Falsabilitat	Qualitativa: Inducció analítica, triangulació	Intersubjectiu. Dialèctic

### Part III: Fonamentació metodològica

A grans trets, en la investigació educativa, el paradigma positivista o quantitatiu consisteix a realitzar mesures de la realitat, a explicar les causes de determinats fenòmens socials, confrontar la teoria i la pràctica, a detectar discrepàncies i a fer anàlisi estadística per establir connexions i generalitzacions. Es tracta de descobrir lleis sobre les quals es regeixen els fenòmens educatius, per tal d'elaborar teories científiques que guiïn l'acció educativa. Els supòsits que d'aquest paradigma segons Popkewitz (1988) són:

- Teoria científica
- Enunciats científics independents de la finalitat i valors de l'individu, per trobar les relacions entre els fets.
- Determinar el sistema de variables del món social
- Definir operativament les variables fiables

Una versió modificada del paradigma positivista és el paradigma post-positivista, que també es pot anomenar: paradigma qualitatiu, fenomenològic, naturalista, humanista o etnogràfic (Guba, 1990). Aquest paradigma té una postura més flexible a l'hora de percebre el món, ja que la realitat és holística, global i polifacètica, mai és estàtica ni tampoc és una realitat que ens ve donada, sinó que es crea (Kemmis, 1988).

La diferència amb el positivisme radica en el fet que en el post-positivisme la realitat existeix, però no pot ser completament apresada. La realitat no es pot explicar amb les lleis exactes, ja que la percepció d'ésser humà és incompleta i ve limitada per la percepció dels sentits; per tant, no es poden dominar totes les variables que determinen un fenomen (Ramos, 2015). Així doncs, deixa de tenir l'objectivitat del paradigma positivista.

En aquest punt, cal esmentar el mite de l'objectivitat, el qual insisteix en el fet que no es poden separar els fets dels valors o ideologies (Arnal, 1997); doncs la realitat es percep segons la manera de pensar de l'investigador. Per aquesta raó, en les ciències de l'educació, la resta de paradigmes clàssics deixen d'utilitzar l'objectivitat com a valor epistemològic.

La recerca metodològica es fa mitjançant la falsació de les hipòtesis en comptes de provar-les. L'experimentació és modificada i s'hi consideren els mètodes quasi-experimentals, amb la possibilitat d'incloure mètodes qualitatius com ara, l'anàlisi de contingut, que pot posseir elements quantitius, o bé la teoria fonamentada de subtipus sistemàtic, que permet (a diferència de la teoria fonamentada de subtipus emergent) generar una hipòtesi de la realitat

### Part III: Fonamentació metodològica

mitjançant la codificació axial, selectiva i l'explicació d'un fenomen mitjançant el paradigma codificat (Creswell, 2014; Fernández et al., 2002; Guba i Lincoln, 2002).

Per altra banda, el paradigma interpretatiu o qualitatiu no pretén establir lleis o principis, ni relacions de causalitat. Pretén descobrir pautes, patrons i regularitats dels subjectes participants. Té una funció reeducadora de la percepció, de la comprensió i dels significats dels subjectes (Arnal, 1997).

Així, doncs, segons Arnal (1997) la investigació interpretativa pretén:

- Descobrir pautes, patrons de comportament, relacions entre els individus
- Enriquir la competència i el control cognitiu dels subjectes
- Ser flexible i adoptar un enfocament progressiu
- Adaptar criteris com ara la confirmació, credibilitat, transferibilitat i dependència.

Dintre d'aquesta perspectiva humanístico-interpretativa, es pot incloure la metodologia constructivista que segueix un procés holístic-inductiu-idiogràfic que permet una comprensió global dels fenòmens i situacions que s'estudien. Aquesta perspectiva metodològica estudia les interpretacions que les persones fan de la realitat social i la seva relació amb aquesta.

Finalment, el paradigma sociocrític o ecològic elabora una plataforma teòrica per a la investigació i per a l'acció educativa que supera dicotomies no resoltes en el pla de pensament i en el de l'acció de les tradicions de tipus positivista i interpretatiu (Arnal, 1997)

Els seus eixos teòrics són:

- Incorporació de criteris ideològics, històrics i valoratius en els processos de construcció de coneixement
- Visió participativa i holística del coneixement
- Supòsit de subjectivitat crítica
- La idea del coneixement en l'acció (coneixement en la reflexió i per la reflexió)

I les característiques generals d'aquest paradigma són:

1. Visió global i dialèctica de la realitat educativa
2. Visió democràtica del coneixement i dels processos implicats en la seva elaboració
3. Teoria i realitat són cridades a mantenir una tensió constant i dialèctica
4. Articular, generar i organitzar en la pràctica i des de la pràctica
5. Transformació de la realitat
6. L'individu passa de ser l'objecte d'anàlisi a subjecte de l'educació
7. El coneixement s'orienta vers la millora social mitjançant la col·laboració i la crítica
8. Problemes en contextos reals educatius i socials
9. El procés d'investigació és obert i flexible, es dona una interacció entre la recollida i l'anàlisi de la informació i l'elaboració de les teories

Una de les modalitats d'investigació de la metodologia sociocrítica és la investigació-acció. Aquesta es defineix com l'estudi d'una situació social amb la finalitat de millorar la qualitat de l'acció dins d'aquesta (Elliot, 1990, 1993; Bautista, 2021), resumeix les característiques fonamentals d'aquesta modalitat, és una manera de proporcionar resultats tangibles i desitjats als participants i constitueix un procés de generació de coneixement que afavoreix tant els investigadors com els participants.

#### 6.1.1 Metodologia d'investigació: quantitativa i qualitativa

El fenomen d'estudi d'aquesta tesi necessita una varietat de mètodes d'investigació, ja que la percepció del paisatge sonor i la seva influència en l'àmbit educatiu és complexa, i cal sistematitzar el mètode d'anàlisi per arribar a les mateixes conclusions, independentment de l'investigador.

Arnal (1997), afegeix que la metodologia que s'utilitza és la manera de relacionar la investigació amb els supòsits i principis que la regeixen. En aquest sentit, l'objectiu de la metodologia seria vetllar pels mètodes, assenyalar-ne els límits i l'abast, i sobretot aclarir i valorar críticament els principis i els procediments i estratègies relatius a la seva adequació



### Part III: Fonamentació metodològica

per a la investigació. Dins del context de la investigació educativa, la metodologia fa referència als aspectes relacionats amb el pla o l'esquema de treball de l'investigador. És entendre el procés d'investigació en ell mateix.

Tradicionalment, les metodologies eren quantitativa i qualitativa, en la taula 18 es comparen ambdues metodologies en funció de la realitat i del subjecte, la posició de l'investigador, l'origen de les dades, les teories, la comprovació de les teories i les aplicacions que es desprenen dels diferents estudis. En aquesta tesi, la percepció del so és holística i subjectiva, tot i que en certa manera, i mitjançant alguns instruments d'anàlisi, es fa objectiva.

Taula 18. Quadre-resum de les principals diferències entre l'anàlisi qualitatiu i quantitatiu. Modificat d'Arnal (1997)

Comparació entre els mètodes quantitatiu i qualitatiu		
Característica	QUANTITATIU	QUALITATIU
Percepció de la realitat del subjecte	Reduccionista; identificació i definició de variables específiques	Holística; les persones en el context de llurs entorns socials
Posició de l'investigador	Objectiva; observació i mesura precisa	Subjectiva; interacció personal íntima amb els subjectes
Origen de les dades	Quantitatiu; interrelacions entre variables específiques	Qualitatiu; descripcions dels actes i dels punts de vista personals relacionats amb aquests
Teories	Normatives; proposicions generals que expliquen relacions causals entre variables	Interpretatives; permeten aprofundir en la naturalesa i el context social dels punts de vista personals
Comprovació de les teories	Controlada; permet confirmar empíricament o invalidar hipòtesis deduïdes de teories	Mitjançant consens; es contrasten les interpretacions de l'investigador amb les dels subjectes i amb les d'altres observadors
Aplicacions	Predicció i control de factors relacionats amb l'educació amb el context d'investigacions basades en aspectes quantitativs	Interacció amb les persones, basada en el consens i relativa a valors, en el context de l'atenció a l'educació

### Part III: Fonamentació metodològica

En la taula 19 es distingeixen aquests enfocaments, segons la perspectiva d'anàlisi, incloent-hi la modalitat d'investigació. La perspectiva empiricoanalítica correspondria al paradigma positivista, la interpretativa -comprensió al paradigma interpretatiu i, finalment l'orientada al canvi o a la presa de decisions al paradigma sociocrític o ecològic.

Taula 19. Quadre-resum dels principals enfocaments d'investigació: quantitatiu i qualitatiu, segons les perspectives i les modalitats de recerca (Arnal, 1997)

Metodologia	Perspectiva	Modalitats
Quantitativa	Empiricoanalítica	Investigació experimental Investigació ex-post-facto (o no experimental)
Qualitativa	Interpretativa comprensió	Investigació etnogràfica
	Orientada vers el canvi	Investigació - acció
Quantitativa/ Qualitativa	Orientada vers la presa de decisions	Investigació avaluativa

Segons Pole (2009), si el propòsit d'un estudi és descriure o trobar significat, els mètodes seran en general qualitius, amb un èmfasi especial per als instruments que ofereixen substancials descripcions narratives. Si el propòsit és confirmar una teoria, els mètodes solen ser quantitatius. La direcció teòrica de l'estudi té conseqüències en el tipus de disseny de l'estudi. Per exemple, les dades qualitatives se solen agrupar en mostres petites, mentre que les dades quantitatives solen implicar majors mostres. En general, les mostres qualitatives es trien en funció del propòsit de l'estudi i no compleixen amb les suposicions que comporta un estudi quantitatiu, com ara l'aleatorietat.

Per a l'estudi de la percepció del paisatge sonor en l'àmbit educatiu és necessari l'ús de la metodologia quantitativa i qualitativa, ja que, per una banda, cal objectivar les dades de manera quantitativa i per l'altra, cal remarcar que és una percepció i s'ha d'avaluar de manera qualitativa. Així doncs, el paradigma positivista aporta el mètode d'investigació de les ciències naturals i l'anàlisi estadística; mentre que el fenomenològic cerca els motius i les creences que hi ha darrera les persones en llur activitat, és a dir, la comprensió dels fets mitjançant mètodes qualitius.

## 6.1.2 Tècniques d'investigació

Segons els paradigmes, la realitat s'explica d'una manera o una altra, i per explicar-la són necessaris una sèrie de procediments, estratègies i tècniques d'investigació. Considerant que els procediments són un conjunt d'accions que detallen com saber fer alguna cosa. Les estratègies són els mètodes o mitjans que s'utilitzen per arribar a un o més objectius. Mentre que les tècniques d'investigació són els instruments, les estratègies i els recursos emprats pels investigadors en la recollida d'informació (Angulo, 1990), com per exemple una entrevista, una observació, una enquesta o un diari, entre d'altres.

Les tècniques d'investigació són variades i per classificar-les es poden fer servir els següents criteris (Anguera, 1986; Bogdan i Biklen, 1997; Creswell et al. 2007; Goetz i LeCompte, 1988; Schwartz i Jacobs, 1979):

- Reactivitat que genera l'instrument (reactives i no reactives)
- Tipus de relació que s'estableix entre l'investigador i les persones investigades (interactives i no interactives)
- Manera d'obtenir la informació (directa o indirecta)

Així doncs, existeixen múltiples tècniques de recollida d'informació, les quals es poden classificar segons Del Rincón et al. (1995) en instruments, estratègies i mitjans audiovisuals i documentals, tal com mostra la taula 20.

Taula 20. Classificació orientativa d'algunes tècniques d'obtenció d'informació (Del Rincón et al.1995)

Tècniques d'obtenció d'informació		
Instruments	Estratègies	Mitjans audiovisuals
Tests	Entrevista	Vídeo
Proves objectives	Observació participant	Films
Escala	Anàlisi documental	Fotografia
Qüestionaris	Autobiografia	Magnetòfon
Observació sistemàtica	Històries de la vida	Diapositives

### Part III: Fonamentació metodològica

En aquesta tesi s'utilitzen els instruments i les estratègies per l'obtenció d'informació. Els instruments que s'empren són els qüestionaris i els mapes sonors. Aquests tenen les següents característiques (Arnal, 1997):

- Validesa: homogeneïtat entre l'instrument i el que es vol mesurar
- Fiabilitat: Confiança que mereix la informació recollida
- Objectivitat: resultats independents de qui apliqui l'instrument

Les estratègies, fan referència a processos interactius entre l'investigador i investigats, substancialment tenen una naturalesa interactiva i social, les estratègies que s'empren en aquesta tesi són l'anàlisi de mapes conceptuals i l'avaluació de l'activitat d'aplicació de seqüència didàctica que reben els participants.

En la figura 25 s'observa com els qüestionaris, els mapes sonors i els mapes conceptuals tenen un menor grau d'implicació de l'investigador, i l'avaluació de les activitats d'aplicació de la innovació didàctica se situen en la zona de major grau d'implicació de l'investigador.

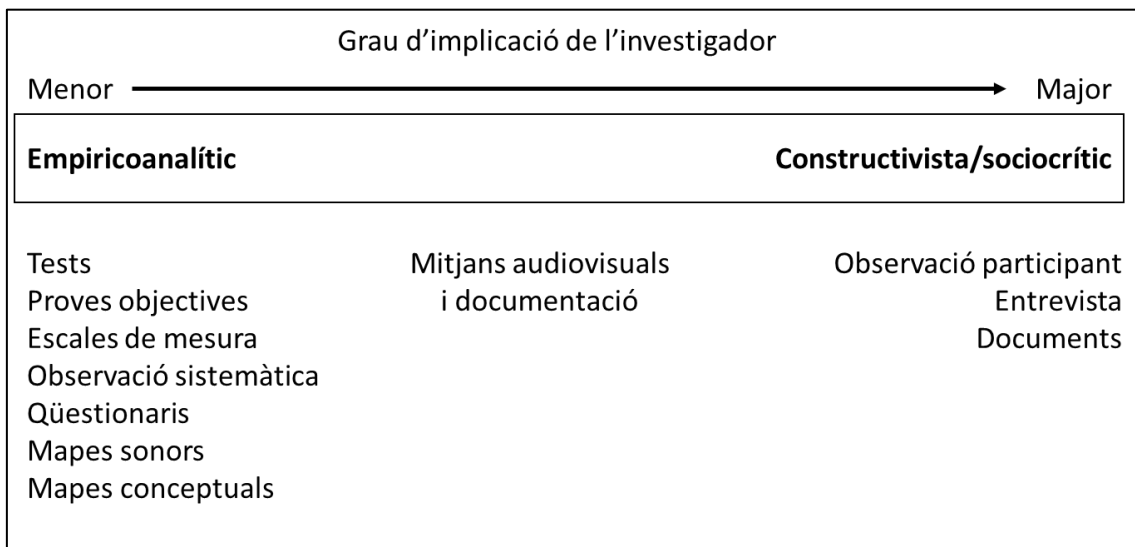


Figura 25. Ubicació orientativa de les tècniques d'investigació segons el grau d'implicació de l'investigador. Modificat d'Arnal (1997)

De tota manera, a l'hora d'estudiar els mètodes d'investigació no existeix una classificació unitària, per tant, segons els criteris de classificació, no sempre mútuament excloents, es pot fer una classificació o una altra.

## 6.2 Investigació mixta: quantitativa i qualitativa

El debat històric sobre els paradigmes de recerca qualitatiu i quantitatiu, tracta les diferències filosòfiques, epistemològiques o sobre la representació dels fenòmens investigats. Avui dia comença a superar-se la poca reciprocitat entre els enfocaments qualitatiu i els quantitatiu per buscar la complementarietat i integració en un mateix estudi (Camerino, 1995).

Rossmann i Wilson (1985) van identificar tres raons per combinar l'enfocament quantitatiu i qualitatiu de la recerca. Primer, s'utilitzen combinacions per permetre la confirmació o la corroboració mitjançant triangulació. En segon lloc, es fan servir combinacions per habilitar o desenvolupar l'anàlisi per tal de proporcionar dades més riques. En tercer lloc, s'empren combinacions per iniciar nous modes de pensament atenent a les paradoxes que es desprenen de les dues fonts de dades.

Els mètodes mixtos, Mixed Method (Creswell i Plano Clark, 2007; Tashakkori i Creswell, 2007, 2008; Teddlie i Tashakkori, 2006) són l'anomenada «revolució silenciosa» (Johnson, Onwuegbuzie, i Turner, 2007; O'Cathain, 2009), ja que no només es basa a recollir dades de diferent naturalesa, sinó que implica: combinar la lògica inductiva amb la deductiva (Bergman, 2010) de manera mixta durant tot el procés d'investigació, d'ençà que es planteja la problemàtica, es recullen les dades i s'analitzen i interpreten els resultats, fins que s'obtenen les conclusions finals (Wolcott, 2008).

Així doncs, la investigació de mètodes mixtos és una síntesi intel·lectual i pràctica basada en qualitat i recerca quantitativa; és el tercer paradigma metodològic o de recerca - juntament amb la recerca qualitativa i quantitativa- (Johnson, Onwuegbuzie i Turner, 2007).

No obstant això, el debat actual se centra en com i per què s'utilitzen metodologies mixtes. La recerca amb metodologies mixtes adopta diferents formes, segons l'investigador i les preguntes plantejades. Tres dels enfocaments més comuns són (Tashakkori i Teddlie, 2003):

- pragmatisme
- transformatiu-emancipatiu
- múltiples paradigmes

La mirada pragmàtica, s'aplica en escenaris amb fenòmens socials complexos. Els investigadors pragmatistes consideren que és més important la pregunta que el mètode per a respondre-la o el paradigma que defineix aquest mètode (Tashakkori i Teddlie, 2003). La pregunta de recerca és del tipus: «Quines són les raons perquè l'Estratègia A sigui més efectiva que l'Estratègia B?» (Pole, 2009)

El segon paradigma de les metodologies mixtes més comú es coneix com a transformatiu-emancipatiu. En aquest cas, els investigadors sostenen que hi ha diverses òptiques en les realitats socials, però aquestes òptiques han de ser situades en un sistema de valors socials, polítics, històrics i econòmics per a comprendre les diferències (Tashakkori i Teddlie, 2003). Està en la base dels problemes socials i planteja preguntes com: «Quin és l'impacte en l'acompliment i en les opinions futures dels estudiants quan els mestres no són sensibles a la diversitat cultural?» (Pole, 2009) Les respostes a les preguntes que plantegen els investigadors transformatius-emancipatius s'emmarquen en la importància que té la cultura i la repressió cultural en la societat i tenen com a meta millorar les condicions del grup estudiat (Pole, 2009).

La posició de múltiples paradigmes simplement estableix que els investigadors utilitzen els mètodes amb majors probabilitats de respondre a les seves preguntes. Els mètodes varien segons l'estudi en torn i en general encaixen en un dels quatre models basats en una mescla simultània / seqüencial (Tashakkori i Teddlie, 2003). Les dades qualitatives poden utilitzar-se com a base per a desenvolupar mesures i eines quantitatives; les dades quantitatives poden utilitzar-se per a elaborar un estudi qualitatiu; els mètodes qualitatius poden utilitzar-se per a explicar descobriments quantitats; i els mètodes qualitatius i quantitats poden utilitzar-se igualment i en paral·lel per a aconseguir els resultats de l'estudi. La forma del model depèn de les preguntes plantejades i els investigadors trien els mètodes de manera reflexiva. A més, quan es dona una anàlisi de les dades depèn de les preguntes i el model triats (Tashakkori i Teddlie, 2003). En models on les dades qualitatives i quantitatives es reuneixen al mateix temps, l'anàlisi de les dades pot donar-se de manera concurrent, ja sigui durant el curs de l'estudi o una vegada que totes les dades han estat reunides. En models on els mètodes s'usen seqüencialment, les dades del primer model s'analitzaran abans de la recollida de dades del següent mètode. Així doncs, l'ús de la combinació de metodologies quantitatives i qualitatives neutralitza les limitacions de cada metodologia i contribueix a enfortir-ne els punts forts (Pole, 2009).

### Part III: Fonamentació metodològica

Per arribar a les conclusions finals, s'utilitza la triangulació, una de les característiques que apunten Greene, Caracelli i Graham (1989), i Greene i Caracelli (2003) per a definir les metodologies mixtes són:

- a) Triangulació
- b) Complementarietat o complementació
- c) Iniciació
- d) Desenvolupament
- e) Expansió

Aquestes característiques són ampliades en articles posteriors per Greene (2007), Tashakkori i Teddlie (2008), Hernández Sampieri i Mendoza (2008) i Bryman (2008), els quals presenten vuit supòsits bàsics de l'enfocament mixt: triangulació, complementació, visió holística, desenvolupament, iniciació, expansió, compensació i diversitat.

Segons els mateixos autors, en primer lloc, amb la triangulació es busca convergència i corroboració de resultats de diferents mètodes que estudien el mateix fenomen. En segon lloc, la complementarietat cerca l'elaboració, millora, il·lustració, i/o aclariment dels resultats d'un mètode amb resultats de la versió d'un altre mètode. En tercer lloc, la iniciació tracta de descobrir paradoxes i contradiccions que condueixen a replantejar-se la qüestió de recerca, amb la possibilitat, també, de modificar el plantejament original i resultats d'un mètode amb interrogants i resultats de l'altre mètode. En quart lloc, el desenvolupament utilitza els resultats d'un mètode per a ajudar a desplegar o informar l'altre mètode, en el mostreig, els procediments, la recol·lecció i l'anàlisi de les dades. Finalment, l'expansió o extensió tracta d'ampliar el rang de la investigació a mesura que avança, mitjançant diferents mètodes.

Per tot el que s'ha exposat, la recerca que es fa també és mixta, ja que es dona una recerca estadística descriptiva i relacional, experimental i interpretativa.

### 6.2.1 Triangulació

En una indagació qualitativa s'aconsegueix una major riquesa, amplitud i profunditat de dades si provenen de diferents actors del procés, de diferents fonts i d'una major varietat de formes de recollida (Hernández, Fernández i Baptista, 2014). Aquest tipus d'indagació fa referència a la triangulació de dades, però n'hi ha de més tipus, segons Camerino, Castañer i Fraile (2013) es poden distingir fins a quatre tipus de triangulació diferents:

- Triangulació de dades. En aquest cas, la investigació es fa des de diferents fonts de dades en el mateix estudi i es distingeixen els mètodes que els produeixen per a ser harmonitzats.
- Triangulació d'investigadors. Es dona quan en l'estudi hi participen diferents investigadors per tal de minimitzar les desviacions derivades dels factors humans, comparant tots els resultats de la recerca
- Triangulació de teories. Es donen múltiples perspectives per a interpretar els resultats d'un estudi, estenent les possibilitats de produir coneixement.
- Triangulació metodològica. S'utilitzen diferents mètodes i instruments per a un mateix problema de recerca.

En aquesta tesi és dona la triangulació de dades i la metodològica. Primerament, s'extreuen dades de diferents fonts: qüestionaris, documents curriculars, mapes sonors, mapes conceptuals i activitats d'aplicació de la seqüència didàctica. Consegüentment, totes aquestes dades sorgeixen de diferents instruments, i per aquesta raó es produeix una triangulació metodològica; que alhora es recolza sobre diferents paradigmes: interpretatiu i positivista.

## 7 Decisions metodològiques de la investigació

Amb tot el que s'ha exposat es fa evident el caràcter mixt d'aquesta tesi. En primer lloc, i per tal de reconèixer la modalitat d'investigació, es distingeixen els següents criteris (Latorre, Rincón i Arnal, 1996; Arnal, 1997):

- a) Segons la finalitat: bàsica i aplicada
- b) Segons l'abast temporal: transversal i longitudinal
- c) Segons la dimensió temporal: històrica, descriptiva i experimental



### Part III: Fonamentació metodològica

- d) Segons el caràcter de la mesura: quantitativa i qualitativa
- e) Segons l'orientació que la investigació assumeix: investigació orientada a la comprovació, al descobriment i a l'aplicació
- f) Segons la funció que compleixen: investigació descriptiva, exploratòria, explicativa, predictiva, comparativa i avaluativa
- g) Segons la generalització dels resultats: investigació fonamental, activa i formativa

Tenint-los en compte, en aquesta tesi, la finalitat és aplicada, ja que es donen eines als docents per millorar el paisatge sonor a l'aula, amb instruments com els mapes sonors. L'estudi és longitudinal, perquè es fan diferents observacions diacròniques i, segons la dimensió temporal, la tesi és descriptiva i temporal. El caràcter de la mesura és qualitatiu i quantitatiu. L'estil de l'orientació de la investigació és d'aplicació, la funció és explicativa, i finalment, els resultats que es generen són actius.

Considerant aquests criteris, i tenint en compte l'anàlisi i els resultats que s'obtenen, aquesta tesi pertany a l'enfocament proposat per Tashakkori i Teddlie (2003), el de múltiples paradigmes, ja que s'analiza de manera quantitativa i qualitativa. La primera anàlisi és descriptiva – freqüències i percentatges- i d'inferència – taules de contingència,  $\chi^2$ , McNemar i Bowker McNemar-. El segon anàlisi és qualitatiu, i s'utilitzen núvols de paraules i xarxes sistèmiques. I la tercera anàlisi, els mapes sonors i els mapes conceptuals, s'analitzen des del punt de vista qualitatiu i quantitatiu. Tot i que, això significa un major temps d'inversió en l'estudi. Els principals avantatges que es donen amb la combinació d'ambdues metodologies són:

- Ús de les respostes obertes, en els qüestionaris i les activitats d'aplicació per comprendre els números
- Les respostes obertes que es donen són més àmplies
- Les conclusions que s'obtenen són més profundes i donen un coneixement més complet del fenomen d'estudi, el paisatge sonor a l'aula

Les característiques dels mètodes mixtes que prenen valor en aquesta tesi són la complementaritat, la iniciació, el desenvolupament i l'expansió, les quals s'han explicat anteriorment i, a continuació, es detallen els instruments metodològics d'aquestes característiques a fi de comprendre-les dins de la tesi.

### Part III: Fonamentació metodològica

Pel que fa a la característica de la complementarietat o complementació dels mètodes mixtes, aquesta fa augmentar la comprensió, il·lustrant o clarificant els resultats d'un mètode sobre la base dels resultats de l'altre mètode. Això es dona en la confecció dels mapes sonors, ja que porten cap a una generalització de la tipologia de situacions sonores dins d'una aula - des del paradigma positivista- que ajuda a descriure l'estat de la qüestió des de l'empirisme. Aquest fet, permet descriure i explicar la percepció real que té l'alumnat de manera quantitativa.

Pel que fa a la iniciació, tal com s'ha explicat anteriorment, fa referència a descobrir contradiccions i paradoxes, i també, ha obtenir noves perspectives i marcs de referència, i abasta la possibilitat de modificar el plantejament original i resultats d'un mètode amb interrogants i resultats de l'altre mètode. Això, es dona per exemple en els qüestionaris, particularment en preguntes tancades d'elecció múltiple que esdevenen preguntes obertes en altres qüestionaris, per tal de comprendre el raonament dels estudiants.

Pel que fa al desenvolupament, fa servir els resultats d'un mètode per a ajudar a desplegar o informar l'altre mètode en diverses qüestions, com en el mostreig, els procediments, la recollida i l'anàlisi de les dades. Aquestes característiques es donen al llarg de l'execució de la seqüència didàctica i amb els mapes sonors

El darrer tret a tenir en compte és l'expansió, tal com s'ha dit, estén l'amplitud i el rang de la indagació utilitzant diferents mètodes per a les diferents etapes del procés d'investigació. Dit d'una altra manera, un mètode pot expandir o ampliar el coneixement obtingut en l'altre; de nou, la seqüència didàctica i els mapes sonors són els instruments que contribueixen en l'expansió en aquesta tesi.

Per tal de sintetitzar les opcions metodològiques, s'utilitza la nomenclatura proposada per Camerino, Castañer i Anguera (2012), Camerino, Castañer i Fraile (2013), la qual exemplifica els estudis que segueixen la metodologia d'investigació mixta:

- QUANT: quan les dades d'ordre quantitatiu són preeminents.
- QUAL: quan les dades d'ordre qualitatiu són preeminents.
- Quant: quan les dades d'ordre quantitatiu són complementàries
- Qual: quan les dades d'ordre qualitatiu són complementàries

### Part III: Fonamentació metodològica

En aquesta tesi, s'utilitza la mateixa nomenclatura, tal com mostra la figura 26. La primera etapa inclou la diagnòsi inicial, de naturalesa qualitativa i quantitativa, en l'enfocament positivista i recerca estadística descriptiva. A continuació, es dona la innovació, és a dir, es fa la seqüència didàctica que forma part de la modalitat d'investigació-acció del paradigma sociocrític i recerca interpretativa, estadística descriptiva i experimental. Finalment, en la tercera etapa, es fa la triangulació dels resultats de la mà del paradigma interpretatiu i una recerca estadística relacional i interpretativa.

El tractament del so té un caràcter transversal i multidisciplinar per les seves implicacions socials (la pròpia comunicació oral), de salut (individual i pública) i ambientals (la contaminació acústica en una societat desenvolupada). De manera que cal estudiar-lo des d'una perspectiva holística, dinàmica i múltiple. Tal com s'ha explicat, l'estudi s'emmarca dins dels mètodes mixtes, ja que té una naturalesa qualitativa que a la vegada es mesurable quantitativament. Tot i que existeixen múltiples factors per detallar les seves causes, que en alguns casos poden ser reals i mesurables. Per tal de disminuir l'efecte subjectiu de la temàtica sonora, la metodologia emprada en el disseny de l'estudi és empírico-analítica quantitativa del tipus experimental; la qual permet entendre relacions de causalitat comparant grups de dades que provenen de situacions provocades per l'investigador, en aquest cas l'aplicació d'una unitat didàctica, però que no se'n té un control complet.

### Part III: Fonamentació metodològica

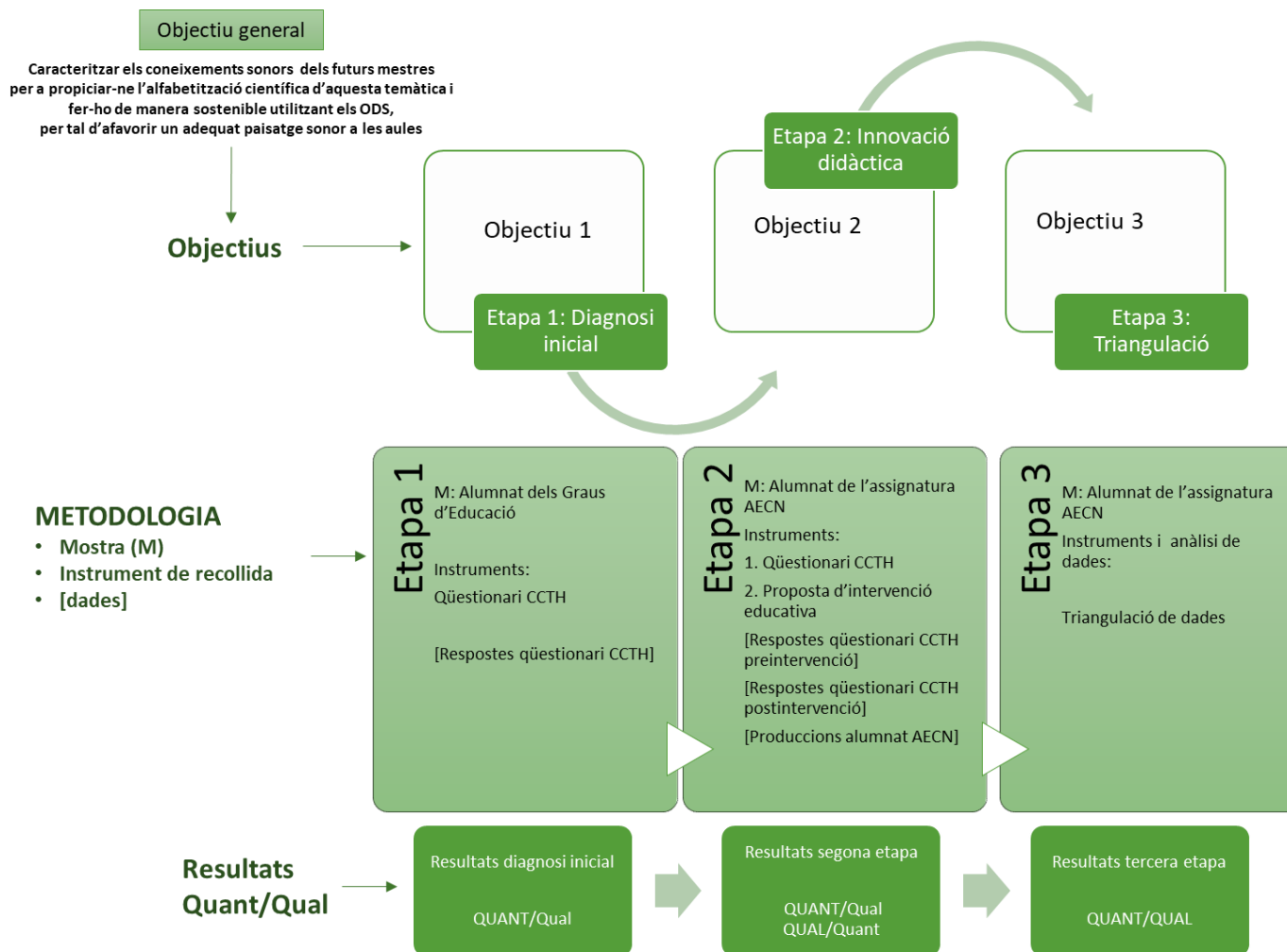


Figura 26. Esquema de les etapes de la tesi relacionades amb la metodologia i els resultats

Es tracta d'un estudi de caràcter longitudinal amb un grau de profunditat explicatiu que es fa a l'aula. Està orientat a l'aplicació, ja que es volen trobar solucions de caràcter general per a minimitzar els efectes que produeix el so dins de l'aula, mitjançant l'elaboració de diferents activitats d'aplicació.

## 7.1 Instruments, recollida de dades i instruments d'anàlisi

Bàsicament els instruments d'anàlisi són el qüestionari CTTH i les produccions que fa l'alumnat que rep la innovació didàctica. El programari estadístic *IBM SPSS Statistics versió 26*, s'utilitza per analitzar el qüestionari CTTH, tant en la primera etapa, com abans i després de la intervenció educativa de la segona etapa. El tipus d'investigació és observacional, prospectiu, transversal, descriptiu i analític. I els objectius estadístics seran descriptius, relacionals i explicatius.

La finalitat de la primera etapa és la valoració dels coneixements acústics previs de l'alumnat d'educació. Això s'ha fet durant 3 cursos acadèmics pels grups-classe detallats en l'apartat 9.1. Mentre que la finalitat de la segona etapa, rau en comparar els efectes que ocasiona l'aplicació d'una proposta didàctica, de manera que es compararen els efectes abans i després de la docència de la innovació didàctica.

Per analitzar les preguntes obertes dels qüestionaris i les activitats d'aplicació de la proposta d'innovació es fan servir 2 instruments, les xarxes sistèmiques i els núvols de paraules, els quals faciliten la convergència entre les respostes de manera qualitativa. I finalment, per elaborar els mapes sonors s'utilitza el programari *Surfer-16*, que permet crear isolínies de decibels i crear modelat en 3D, tot i que sols es representa en una altura que coincideix amb la presa de dades. En el modelatge dels mapes sonors també s'analitzen les paraules que es diuen en diferents moments de l'experiment empíric que es detalla en l'apartat 10.2.2.6.

La taula 21 mostra els instruments d'anàlisi emprats, la metodologia, tipus de recerca, programari o tècnica i prova estadística, en el cas de la metodologia empírico-analítica, on s'utilitzen els qüestionaris.

### Part III: Fonamentació metodològica

Taula 21. Resum dels instruments d'anàlisi de la recerca segons la metodologia, tipus de recerca, tècnica d'anàlisi o programari emprat i proves estadístiques, si s'escau

Instrument d'anàlisi (dades de recerca)	Metodologia	Tipus de recerca	Programari utilitzat o tècnica emprada per obtenir els resultats.	Proves estadístiques
Qüestionari CTTH (diagnosi inicial)	Empíric-analítica QUANT	Recerca estadística	IBM SPSS Statistics versió 26	<i>Estadístics descriptius</i> <i>Taules de freqüència</i> <i>Taules de contingència</i> <i>Prova de kbi-quadrat d'independència (<math>\chi^2</math>)</i>
Qüestionari CTTH (respostes obertes) (diagnosi inicial, pre i postintervenció)	Qual	Recerca interpretativa	<i>Núvols de paraules</i>	<i>Estadístics descriptius</i>
Qüestionari CTTH (pre i postintervenció)	Empíric-analítica QUANT	Recerca estadística	IBM SPSS Statistics versió 26	<i>Estadístics descriptius</i> <i>Taules de freqüència</i> <i>Taules de contingència</i> <i>Prova de kbi-quadrat d'independència (<math>\chi^2</math>)</i>  <i>Test de McNemar i de McNemar-Bowker</i>
Mapes sonors	Empíric-analítica QUANT/Qual	Experimental	Pressa de dades app <i>Sound Meter</i>  <i>Surfer-16</i>	Estadístics descriptius (Qual)
Producció alumnat (activitats d'aplicació seqüència d'innovació):  - Mapes conceptuais  - DECV  - ODS	Sociocrític QUAL	Recerca interpretativa Investigació - acció	Xarxes sistèmiques	Estadístics descriptius índexs de xarxa

## 8 Context de la recerca

La recerca es fa des de la Facultat d'Educació de la Universitat de Barcelona. En la primera etapa de recerca hi intervenen diferents grups-classe de les tres llicenciatures d'Educació que s'hi imparteixen: Grau de Mestre d'Educació Infantil, Grau de Mestre de Primària i doble Grau de Mestre d'Educació Infantil i Primària. Mentre que, en la segona etapa de recerca, la mostra es delimita en els Graus de Primària i el doble Grau, dins de l'assignatura d'Aprenentatge i Ensenyament de les Ciències Naturals (AECN).

El pla d'estudis dels Graus d'Educació Infantil i el de Primària, consten de quatre cursos acadèmics, fent un total de 240 crèdits, mentre que el de doble grau consta de cinc cursos acadèmics, és a dir, 300 crèdits. Durant la primera etapa de recerca, hi van participar diferents grups-classe d'assignatures de ciències i de diferents cursos, des del 2016 fins al 2019. Mentre que, en la segona etapa de recerca es va implementar una innovació didàctica dins de l'assignatura de ciències AECN, durant el curs acadèmic 2021-2022.

Quan es revisen els models mentals es pot conèixer el grau de coneixement científic sobre una temàtica determinada, i per aquesta raó, en l'àrea de ciències de la Facultat d'Educació de la Universitat Barcelona, es treballen i es revisen conceptes científics que curricularment s'han impartit en cursos anteriors als universitaris, però que en la majoria dels casos els alumnes no recorden o no saben relacionar. A part, d'això, cal propiciar-ne el seu aprenentatge de manera didàctica, ensenyant, així la didàctica de les ciències per als conceptes.

Així, doncs, tot i que l'alumnat coneix d'alguna manera els conceptes del so, la seva percepció i la contaminació acústica; cal revisar-ne el seu model mental i dotar-los d'espais de reflexió per tal de crear la didàctica necessària per a comprendre aquests conceptes que són menys intuïtius del que puguin semblar.

### 8.1 Context acadèmic: Pla docent d'Aprenentatge i Ensenyament de les Ciències Naturals

Tal com s'ha explicat la intervenció educativa de l'etapa 2 i la triangulació dels resultats de l'etapa 3 es fa dins de l'assignatura d'Aprenentatge i Ensenyament de les Ciències Experiments que és obligatòria, i s'imparteix a 2n, durant el semestre de tardor pel Grau

### Part III: Fonamentació metodològica

d'Educació Primària, sent la primera assignatura de caire científic que fa l'alumet; i durant el semestre de primavera pel doble Grau d'Educació Primària i Infantil.

Aquesta assignatura (codi 361072), està assignada al Departament d'Educació Lingüística i Literària, i Didàctica de les Ciències Experimentals i de la Matemàtica. Consta de 6 crèdits que es reparteixen en 3 crèdits de caire biològic i 3 de geològic.

Els objectius d'aprenentatge que s'emmarquen en la innovació didàctica són:

Referits a habilitats, destreses

- Conèixer els procediments bàsics del coneixement científic i saber aplicar-los a l'ensenyament de les ciències naturals.

Referits a actituds, valors i normes

- Conèixer la importància de la introducció d'hàbits d'higiene i salut a l'escola i recursos didàctics adients.
- Ser capaç de reflexionar críticament al voltant del propi estil de vida i les pròpies eleccions personals i a l'escola d'acord amb un desenvolupament sostenible.

Quant blocs temàtics que es desenvolupen dins de la seqüència d'innovació s'hi troben:

#### 1. Fonaments de la didàctica de les ciències naturals

1.1. Coneixement del medi natural a l'educació primària. Medi natural i educació per a la sostenibilitat. Anàlisi del currículum vigent. Criteris de selecció i seqüenciació de continguts de ciències naturals

1.2. Com ensenyar «coneixement del medi natural» a l'educació primària. Interaccions entre les estructures d'acollida de l'alumnat i els continguts que s'ensenyen. Models d'ensenyament i aprenentatge de les ciències. L'aula laboratori a l'ensenyament de les ciències naturals

#### 3. Les persones i la salut

#### 3.4. Cos humà. Hàbits d'higiene i salut

Pel que fa a la metodologia, es tenen en compte l'alfabetització científica, amb activitats experimentals que tenen com a finalitat propiciar una reflexió científica i didàctica, i afavorir



consideracions d'incidència social i ambiental en els vessants d'educació per a la salut i sostenibilitat, tal com cita el mateix pla docent.

Dins de l'avaluació, el 10% correspon a activitats específiques de la part de geologia de l'assignatura. L'alumnat que rep la innovació didàctica, se li valora el 5% d'aquesta nota amb les activitats d'aplicació que han de fer, les quals seran les produccions que s'utilitzen per analitzar els resultats. També, es premia l'alumnat amb un 5% de la nota quan fan el qüestionari CTTH després de la innovació el dia que fan el parcial de la part de geologia.

## 8.2 Població d'anàlisi

La població a la qual s'adreça aquest estudi es compon dels estudiants del Grau de Mestre d'Educació Infantil, d'Educació Primària i Grau de Mestre d'Educació Infantil i Primària de la Universitat de Barcelona. El tipus de mostreig és per conglomerats perquè es caracteritza pel fet que es prenen grups d'elements de l'univers que és objecte d'estudi; això vol dir que la població està constituïda per grups-classe naturals. La mostra està formada per diferents grups-classe en funció de l'etapa de l'estudi, això si, tots els grups-classe tenen la particularitat de cursar assignatures relacionades amb les ciències o la tecnologia, ja que la temàtica sonora té una influència ambiental i de salut explícita en aquest context.

## 8.3 Perfils dels estudiants

Els futurs docents tenen una experiència formada sobre què és ensenyar i què és aprendre, ja que han estat alumnes en les etapes educatives anteriors a la universitària, i també, coneixen la temàtica de la tesi. L'estudi del so, la seva percepció i la contaminació acústica són coneixements que són el resultat de la formació permanent que han rebut els futurs mestres, de manera formal o no formal. Ja que, és impossible, que des del punt de vista curricular, els participants no hagin treballat mai cap d'aquests conceptes.

Així que es pot afirmar que per la seva pròpia vivència personal, els futurs docents coneixen la temàtica sonora i què és ser mestre. No obstant això, tot i que tinguin una idea intuïtiva sobre didàctica i sobre el contingut sonor, per tot el què han viscut, això no vol dir que ho hagin reflexionat i que en conseqüència tinguin una visió crítica i contrastada.

És més, existeixen diversos estudis que posen de manifest la necessitat en formar científicament els futurs docents, tal com s'ha tractat en la introducció de la tesi. Per tant, malgrat el coneixement intuïtiu dels participants, aquests s'han d'instruir per tal que es doni el canvi conceptual quan es fa la innovació didàctica en la segona etapa de investigació.

Sanmartí (2001), expressa que, en la formació inicial de mestres, les dues principals funcions són, que se'ls hi doni les eines necessàries per a què siguin creatius i crítics, i que aquesta formació inicial fomenti la metareflexió de les seves creences coneixements, pràctiques i actituds a l'aula. Per tot això, cal revisar els models mentals de l'alumnat dels diferents continguts científics que han de treballar quan siguin mestres i ajudar-los a evolucionar cap al model científic escolar, entre d'altres.

## 9 Disseny metodològic de la primera etapa

En la primera etapa es fa una anàlisi dels coneixements previs referents al so als futurs docents tant pel que fa a aspectes de continguts, teòric, tècnics i d'hàbits de salut, és el qüestionari CTH (figura 27). Aquest instrument es validat per dues persones expertes, ambdues doctores i professores de la Universitat de Barcelona, una persona catedràtica del Departament de Física Aplicada i Òptica de la Facultat de Física, i una doctora llicenciada en Medicina i Cirurgia, Màster en Pertorbacions del Llenguatge i l'Audició a la Universitat de Barcelona i membre de la *Sociedad Española Médica de Foniatria* (SOMEF).

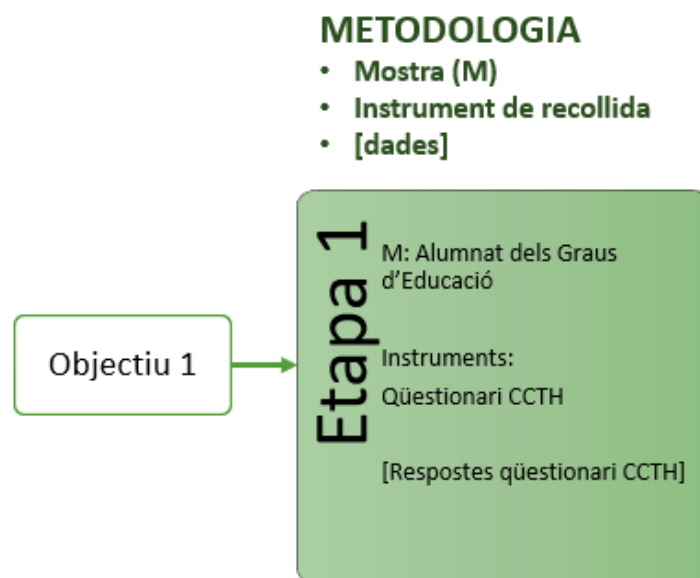


Figura 27. Detall del disseny metodològic de la primera etapa de la recerca

### Part III: Fonamentació metodològica

En aquesta etapa, també es fan els mapes sonors, amb l'ajuda dels estudiants de diferents grups-classe que prenen les dades sonores. La finalitat dels mapes sonors és generalitzar la morfologia dels paisatges sonors d'una aula (Laboratori de Geologia) en diferents moments. Així doncs, cal tenir-los confegits a l'hora de fer la seqüència didàctica, encara que la presa de dades també es fa per l'alumnat que rep la innovació didàctica.

## 9.1 Mostra de la primera etapa

En aquesta diagnosi inicial hi participen 175 persones, que tot i forma part de diferents grups-classe, es prenen com una sola mostra unitària. Aquests grups-classes són:

- *Aprenentatge i Ensenyament de les Ciències Naturals* del doble Grau de Mestre d'Educació Infantil i Primària (Grups: D1 i D2, 2n semestre del curs acadèmic 2016-2017)
- *Coneixement i Exploració de l'Entorn Natural* del Grau de Mestre d'Educació Infantil (Grup 6B, 2n semestre del curs acadèmic 2016-2017)
- *Aprenentatge i Ensenyament de les Ciències Naturals* del Grau de Mestre d'Educació Primària (Grups 9A i 9B, 1r semestre del curs acadèmic 2017-2018)
- *Coneixement i Exploració de l'Entorn Natural* del Grau de Mestre d'Educació Infantil (Grup 6B, 2n semestre del curs acadèmic 2017-2018)
- *Alfabetització Digital* del doble Grau de Mestre d'Educació Infantil i Primària (Grup D2, 1r semestre del curs acadèmic 2018-2019)
- *Aprenentatge i Ensenyament de les Ciències Naturals* del doble Grau de Mestre d'Educació Infantil i Primària (Grup D1, 2n semestre del curs acadèmic 2018-2019)
- *Natura i Medi Ambient* del Grau de Mestre d'Educació Primària (Assignatura optativa, 1r semestre del curs acadèmic 2017-2018)

En aquesta etapa també es confeccionen els mapes sonors que es mostren durant la segona etapa de la tesi, i s'utilitzen les dades sonores present per l'alumnat que forma els grups:

- *Aprenentatge i Ensenyament de les Ciències Naturals* del doble Grau de Mestre d'Educació Infantil i Primària (Grups: D1 i D2, 2n semestre del curs acadèmic 2018-2019)

## 9.2 Instruments i recollida de dades de la primera etapa

L'instrument que s'utilitza per prendre dades de la mostra és el qüestionari de coneixements teòrics, tècnics i d'hàbits de salut (CTTH), el qual és imprès i es passa a la mostra el primer dia de docència de l'assignatura. Es disposa d'entre 15 i 20 minuts per a respondre'l i, com que és imprès s'assegura que ningú consulti res mentre es fa.

Malgrat que s'han descartat qüestionaris per diverses raons, la més habitual ha estat que el qüestionari estava inacabat o era incomplet. En altres casos es descarten els qüestionaris perquè no signen el consentiment, amb tot això, són un total de 175 respostes vàlides que pertanyen a la mostra que s'ha citat en l'apartat anterior.

### 9.2.1 Blocs i organització del qüestionari CTTH

L'organització de les preguntes està estructurada per blocs, d'acord amb la dificultat dels tipus de preguntes. Les qüestions obertes exigeixen una major atenció per part del participant i es col·loquen de manera estratègia dins de cada bloc, els quals tenen també qüestions tancades més senzilles de respondre. La barreja en el tipus de qüestions es fa perquè l'atenció de la persona que realitza l'enquesta no minvi; i per aquesta raó els blocs de condicionament acústic i de proposta didàctica es posen al final, ja que són els que possiblement interessin més al futur docent. Cal tenir en compte que el qüestionari es respon amb uns 15 minuts, i per això la distribució en blocs i els tipus de preguntes s'han ordenat seguint les estratègies exposades.

### 9.2.2 Tipus de preguntes del qüestionari CTTH

El qüestionari és un conjunt de preguntes concretes, les quals són contestades pels enquestats. És un instrument fonamental i molt emprat per a l'obtenció de dades. Ha de ser operatiu, fidedigne i vàlid, per tal de minimitzar els errors de no mostreig que poden ocórrer.

Segons els tipus de preguntes, es poden classificar en qüestionaris de resposta oberta i de resposta tancada. Els primers, els de resposta oberta, són preguntes lliures que solen donar com a resultat explicacions curtes i molt variades que cal categoritzar a posteriori. Els segons,

### Part III: Fonamentació metodològica

els de resposta tancada, contenen la resposta de tipus dicotòmic o bé d'elecció múltiple i són útils per treballar amb mostres grans d'individus, ja que la seva anàlisi es realitza de forma més ràpida.

Tanmateix, els qüestionaris d'elecció múltiple poden donar respostes triades a l'atzar, o descartades a partir de la resta de propostes, d'elecció fundada en la comparació amb altres ítems del test o també donar peu a una falta de comprensió en la pregunta o la resposta. Altres inconvenients d'aquest tipus de preguntes són comentats per Brumby (1979) i Jiménez-Aleixandre (1990) com per exemple que la forma de presentar les opcions pot condicionar les respostes, o que l'oferta d'opcions pot forçar a donar una resposta encara que no es tingui una idea clara del tema plantejat. Aquests inconvenients poden minimitzar-se utilitzant una darrera opció equivalent a «No ho sé» o bé, l'ús de la fórmula «No ho conec» (Carrascosa i Gil, 1985).

Per tal d'evitar aquest problema, existeixen els qüestionaris de resposta múltiple amb justificació de la resposta, segons Tamir (1990) presenta dos avantatges respecte a l'anterior: poden permetre identificar tant errors conceptuals com relacions entre conceptes, així com el tipus de raonament utilitzat en la resposta.

En el cas d'aquesta tesi s'han utilitzat qüestionaris amb respostes tancades i obertes. A més, les preguntes dels qüestionaris s'han dividit per blocs temàtics: dades demogràfiques, efectes sobre la salut i hàbits, i coneixements previs d'acústica (científics i tècnics); i es presenten en funció del seu grau de dificultat. De manera que, les qüestions obertes, que exigeixen una major atenció per part del participant, es trobaran entre preguntes tancades, per tal que el grau d'atenció del participant no minvi. Així els qüestionaris estan formats per:

- Qüestions d'elecció múltiple, amb resposta neutra: s'usaran per recollir informació referent a temes puntuals com definició de conceptes o idees concretes. S'evidencia la necessitat d'incloure la resposta tipus: «No ho sé» per a què siguin més fidedignes.
- Qüestions de resposta oberta: és l'opció més adient per aconseguir les respostes menys dirigides i influenciades per la pregunta de l'investigador. Es faran servir preferentment en el bloc de coneixements previs d'acústica, ja que seran preguntes de percepció i per tant, seran les més subjectives.

### Part III: Fonamentació metodològica

- Qüestions de resposta tancada, dicotòmiques i excloents: són l'opció més abundant en el cas de buscar la presència o absència d'una afirmació en format de qüestió. Per exemple, poden reconèixer alguna disfunció auditiva per part dels participants, o bé si es revisen les orelles.
- Qüestions de resposta tancada i excloents: són del mateix tipus que les anteriors, però en lloc de ser dicotòmiques, acostumen a tenir més d'una opció, per tal de categoritzar totes les opcions possibles. N'hi ha de tricotòmiques, les quals tenen una resposta afirmativa, l'altra negativa i en l'última opció apareix la fórmula «No ho sé» o «Ho desconec», per a no forçar respostes sense reflexió o manca de coneixements.

#### 9.2.3 Distribució de les preguntes segons els blocs del qüestionari CTTH

A continuació es detallen les preguntes que formen part del qüestionari CTTH per blocs. En la figura 28, es mostra el bloc de dades demogràfiques, les quals són fonamentals per poder comparar la mostra amb la població tipus de la facultat d'Educació de Mundet, per tal d'establir conclusions generals, les quals són fonamentals en una mirada positivista. També, es demanen els moments acadèmics en els quals han treballat el so, per tal de comparar-ho amb els diferents currículums d'educació.

**1. Dades demogràfiques**

**1.1. Nom i cognoms:** \_\_\_\_\_

**1.2. Edat:** \_\_\_\_\_

**1.3. Sexe:**  Masculí  Femení  Altres

**1.4. Via entrada a la Universitat:**

<input type="checkbox"/> PAU (Batxillerat de Ciències i Tecnologia)	<input type="checkbox"/> Proves d'accés més grans de 25 anys i més grans de 45 anys
<input type="checkbox"/> PAU (Batxillerat d'Humanitats i Ciències Socials)	<input type="checkbox"/> 2a carrera
<input type="checkbox"/> PAU (Batxillerat d'Arts)	Altres _____
<input type="checkbox"/> Cicle formatiu de Grau Superior	

**1.5. Quin CFGS?**

<input type="checkbox"/> CFGS d'Educació Infantil	<input type="checkbox"/> CFGS d'animació sociocultural i turística
<input type="checkbox"/> CFGS d'Animació d'activitats físiques i esportives	<input type="checkbox"/> CFGS d'Administració i gestió
<input type="checkbox"/> CFGS	Altres _____

**1.6. Treballes?**  Sí  No

**1.7. Hores a la setmana?**

Menys de 8 hores setmanals

Entre 8 i 20 hores setmanals

Més de 20 hores setmanals

**1.8. Tipus de feina?**

Atenció al públic (dependent, recepcionista, comercial, etc.)

Educació (en una escola, fent classes de repàs, etc.)

Restauració (cambrer, ajudant de cuina, etc.)

Altres: \_\_\_\_\_

**1.9. En quins moments de la teva vida acadèmica has estudiat aspectes relacionats amb el so?**

<input type="checkbox"/> Infantil	<input type="checkbox"/> Batxillerat d'Arts
<input type="checkbox"/> Primària	<input type="checkbox"/> CFGS
<input type="checkbox"/> ESO	<input type="checkbox"/> EGB
<input type="checkbox"/> Batxillerat de de Ciències i Tecnologia	<input type="checkbox"/> BUP i COU
<input type="checkbox"/> Batxillerat d'Humanitats i ciències Socials	<input type="checkbox"/> Altres: _____

Figura 28. Preguntes del bloc dades demogràfiques del qüestionari CTTH

### Part III: Fonamentació metodològica

En la figura 29 es mostra el bloc d'antecedents, per tal d'indicar si existeix o no relació entre els hàbits i els antecedents, ja que es pot plantejar la teoria que les persones que han patit problemes auditius o tenen familiars afectats per alguna problemàtica d'aquest tipus són més sensibles a establir uns hàbits saludables que influeixin en el benestar de les seves oïdes, com ara, netejar-se correctament les oïdes i fer-se revisions (figura 30). I consegüentment, establir, si hi ha un tipus d'alumnat -dins de la mostra d'estudi- més conscient sobre els efectes negatius que té la contaminació acústica sobre la salut. Així mateix, en aquest bloc, també es demana la relació que han tingut amb el soroll, per tal d'identificar si són productors de soroll -emissors- o bé víctimes de l'excés de decibels – receptors-; considerant que aquesta realitat és subjectiva, cal comparar-la amb els seus hàbits, per determinar si hi ha contradiccions o consonàncies entre els seus actes i la seva percepció com a damnificats o productors de contaminació acústica. Llavors, pot passar que les persones que es consideren víctimes de l'excés de soroll tinguin bons hàbits de salut a l'hora d'escoltar música i/o anar esdeveniments musicals de manera poc freqüent o esporàdica.

<b>2. Antecedents</b>	
<i>2.1. Tens antecedents familiars en problemes a les oïdes?</i> <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
<i>2.2. En els últims 5 anys, has patit algun problema a les oïdes?</i> <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
<i>2.3. En cas afirmatiu, especifica quin:</i>	
<input type="checkbox"/> Otitis <input type="checkbox"/> Sordesa <input type="checkbox"/> Acúfens	<input type="checkbox"/> Vertígens <input type="checkbox"/> Altres: _____
<i>2.4. Has patit o produït algun problema o conflicte relacionat amb el so o el soroll al llarg de la teva vida? Com ara, soroll a l'hora d'anar a dormir i/o estudiar, treballar en un ambient sorollós, queixes dels veïns per la teva activitat, entre d'altres.</i>	

Figura 29. Preguntes del bloc antecedents del qüestionari CTTH

Vist això, el bloc d'hàbits de la figura 30, és essencial per comparar si hi ha relació amb el bloc d'antecedents. Per aquesta raó, ambdós blocs s'analitzen junts, per tal de verificar si es poden generalitzar conductes de risc i preveure-les. És a dir, les persones que no tenen ni han tingut afectacions a les oïdes, ni els seus familiars, poden tenir més riscos de salut relacionats amb les oïdes i, per tant, cal sensibilitzar-los. A més, cal identificar si aquestes



persones són les mateixes que s'identifiquen com a productores de soroll o víctimes, sent aquestes últimes les que, en un principi han de tenir uns hàbits més saludables.

<b>3. Hàbits</b>	
<b>3.1. Fas servir auriculars per escoltar música?</b> <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
<b>3.2. Quins tipus d'auriculars utilitzes?</b> <input type="checkbox"/> De botó <input type="checkbox"/> De pavelló (tradicionals) <input type="checkbox"/> No n'utilitzo	
<b>3.3. Si els utilitzes, quantes hores de mitjana diària els fas servir?</b>	
<input type="checkbox"/> Menys d'1h <input type="checkbox"/> Entre 1h i 2h 30 min <input type="checkbox"/> Entre 2h 30 min i 5h <input type="checkbox"/> Més de 5h	
<b>3.4. Acostumes a anar a la discoteca o a esdeveniments musicals?</b> <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
<b>3.5. Si hi vas, amb quina freqüència hi sols anar?</b>	
<input type="checkbox"/> Setmanalment <input type="checkbox"/> Mensualment <input type="checkbox"/> Trimestralment <input type="checkbox"/> Cada 6 mesos <input type="checkbox"/> Un cop a l'any	
<b>3.6. T'has revisat les oïdes en els últims 5 anys?</b> <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
<b>3.7. Com tens cura a l'hora de netejar-te les orelles?</b>	
<input type="checkbox"/> Amb aigua i sabó com la resta del cos	<input type="checkbox"/> Amb preparats de farmàcia per les oïdes
<input type="checkbox"/> Amb bastonets	<input type="checkbox"/> Altres: _____
<input type="checkbox"/> Amb tovallolletes humides	
<b>3.8. Cita quins factors creus que poden alterar la capacitat d'oïda?</b>	

Figura 30. Preguntes del qüestionari del bloc hàbits del qüestionari CTTH

Per una altra banda, en la figura 31 es mostra el bloc de coneixements que concreta la vessant més teòrica i formal. En primer lloc, es demana definir el so i soroll amb preguntes d'elecció múltiple que es basen en la definició del diccionari català del Grup Enciclopèdia Catalana (figures 32 i 33). El so és un mot comú que forma part del lèxic general, té múltiples accepcions, i pot entendre's des de diversos punts de vista com ara la comunicació, música, lingüística, electroacústica, física o medicina. Totes les definicions s'han modificat del diccionari, a excepció de les errònies, s'han escurçat, per facilitar-ne la lectura i la comprensió, i se'n poden escollir més d'una, és a dir, les respostes són d'elecció múltiple. Entre parèntesis es defineix el tipus de definició sota la qual s'aixopluguen, de manera que hi ha definicions de caràcter general, amb caràcter físic o biològic, definicions musicals, definicions lingüístiques i dues definicions errònies en cadascuna de les qüestions. També, s'hi troba l'opció «No ho sé» per tal que els resultats siguin més fidedignes (Carrascosa i Gil, 1985).

Seguidament, es demanen qüestions d'intensitat sonora amb preguntes obertes, per tal de comprovar si la mostra coneix l'escala logarítmica de decibels, i també es demana com s'ha de mesurar amb una pregunta tancada d'elecció múltiple.

<p><b>4. Coneixements</b></p> <p><b>4.1. Què és per tu el SO?</b></p> <p><input type="checkbox"/> Vibracions que produeixen cadascun dels instruments musicals. (Definició musical)</p> <p><input type="checkbox"/> Fluctuació de pressió que es propaga a través d'un medi elàstic. (Definició física)</p> <p><input type="checkbox"/> Efecte de la propagació d'ones a través del buit. (Definició errònia)</p> <p><input type="checkbox"/> Sensació que perceben els òrgans auditius dels animals provocada per una vibració. (Definició biològica)</p> <p><input type="checkbox"/> Qualsevol emissió que pot ser interpretada fonològicament, com ara la veu. (Definició lingüística)</p> <p><input type="checkbox"/> Sensació que es dona en els òrgans auditius per l'acció de la propagació de les ones en medis immaterials. (Definició errònia)</p> <p><input type="checkbox"/> No ho sé.</p> <p><b>4.2. Què és per tu el SOROLL?</b></p> <p><input type="checkbox"/> So o conjunt de sons inharmoniosos de qualsevol mena. (Definició general)</p> <p><input type="checkbox"/> Pertorbació que pot produir un mal funcionament de l'espectre continuu que té una freqüència de 3 decibels per octava. (Definició errònia)</p> <p><input type="checkbox"/> Fenòmens vibratoris percebuts pel sistema auditiu i que moltes vegades provoquen una sensació de rebuig. (Definició biològica)</p> <p><input type="checkbox"/> Pertorbació del canal de comunicació que pot ocasionar una pèrdua d'informació al receptor. (Definició lingüística)</p> <p><input type="checkbox"/> So o conjunt de sons que alteren el funcionament del metabolisme basal. (Definició errònia)</p> <p><input type="checkbox"/> No ho sé.</p> <p><b>4.3. Podries dir quina és la intensitat mínima en decibels que pot percebre una persona sana?</b></p> <p><b>4.4. Podries dir quina és la intensitat que es dona en decibels en una discoteca o en un concert?</b></p> <p><b>4.5. Podries dir quina seria la intensitat màxima de soroll en una aula, que permet escoltar nítidament el discurs del professor?</b></p> <table border="1"> <tr> <td><input type="checkbox"/> No ho conec</td> <td><input type="checkbox"/> Màxim de 100 decibels</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Màxim de 10 decibels</td> <td><input type="checkbox"/> Màxim de 150 decibels</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Màxim de 30 decibels</td> <td><input type="checkbox"/> Màxim de 300 decibels</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Màxim de 50 decibels</td> <td><input type="checkbox"/> Altres: _____</td> </tr> </table> <p><b>4.6. Sabries com mesurar-la?</b></p> <table border="1"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Audiòfon</td> <td><input type="checkbox"/> Sonòmetre</td> <td><input type="checkbox"/> Altres: _____</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Decibelòmetre</td> <td><input type="checkbox"/> Vibròmetre</td> <td></td> </tr> </table>			<input type="checkbox"/> No ho conec	<input type="checkbox"/> Màxim de 100 decibels	<input type="checkbox"/> Màxim de 10 decibels	<input type="checkbox"/> Màxim de 150 decibels	<input type="checkbox"/> Màxim de 30 decibels	<input type="checkbox"/> Màxim de 300 decibels	<input type="checkbox"/> Màxim de 50 decibels	<input type="checkbox"/> Altres: _____	<input type="checkbox"/> Audiòfon	<input type="checkbox"/> Sonòmetre	<input type="checkbox"/> Altres: _____	<input type="checkbox"/> Decibelòmetre	<input type="checkbox"/> Vibròmetre	
<input type="checkbox"/> No ho conec	<input type="checkbox"/> Màxim de 100 decibels															
<input type="checkbox"/> Màxim de 10 decibels	<input type="checkbox"/> Màxim de 150 decibels															
<input type="checkbox"/> Màxim de 30 decibels	<input type="checkbox"/> Màxim de 300 decibels															
<input type="checkbox"/> Màxim de 50 decibels	<input type="checkbox"/> Altres: _____															
<input type="checkbox"/> Audiòfon	<input type="checkbox"/> Sonòmetre	<input type="checkbox"/> Altres: _____														
<input type="checkbox"/> Decibelòmetre	<input type="checkbox"/> Vibròmetre															

Figura 31. Preguntes del qüestionari del bloc coneixements del qüestionari CTTH

**so**<sup>1</sup>

[o.; del ll. *sōnus*, íd.]

**m 1 FÍS** Sensació que perceben els òrgans auditius dels animals, deguda al moviment pertorbador de la pressió i la densitat del medi material que els envolta, provocat per una vibració que es propaga en forma d'ona sonora.

**2 DIAG** Diferència de caràcter o ressonància en els sorolls obtinguts per la percussió d'una part o d'una cavitat del cos.

**3 ELECTROAC** Conjunt de tècniques d'enregistrament i de reproducció de sons, especialment en el cinema, en la ràdio i en la televisió. *Els tècnics de so de l'emissora.*

**4 LING** Qualsevol emissió fònica susceptible d'ésser interpretada fonològicament.

**5 MÚS 1** Nom donat a les vibracions sonores que produeix cadascun dels instruments musicals. *Un so alt o agut. El so del violí.*

**2 ballar segons el so** *fig* Acomodar-se a les circumstàncies.

HOM: **ço**.

Figura 32. Entrada del diccionari de la paraula SO. Extret del Diccionari.cat, grup Enciclopèdia Catalana

**soroll**

[c. 1700; der. postverbal de *sorollar*, en el qual -com en aquest mateix verb- pot haver influït, pel que fa al seu significat de 'so o conjunt de sons inharmoniosos, el verb *eixorellar* 'tallar les orelles; eixordar a crits' (v. *sorollar*)]

**m 1 1** So o conjunt de sons inharmoniosos de qualsevol mena que no és la veu humana o d'un animal, ni el so d'un instrument músic. *El soroll de la pluja, d'una cascada, del mar. El soroll del vent, del tro. Soroll de carros. Posa oli al pany perquè no faci soroll.*

**2 ACÚST** Conjunt de fenòmens vibratoris, generalment de l'aire, que són percebuts pel sistema auditiu i que provoquen en l'home, sota certes condicions, una reacció de rebuig.

**2 ELECTROAC/ELECTRÒN 1** So que posseeix una característica espectral aleatòria.

**2 soroll blanc** Soroll que posseeix un espectre continu i uniforme, l'energia del qual és constant dins una banda de freqüències prou ampla.

**3 soroll de fons** Soroll obtingut a la sortida d'un amplificador en absència de senyal d'entrada.

**4 soroll rosa** Soroll l'espectre del qual és contínuament decreixent amb la freqüència, a raó de 3 dB per octava, en augmentar la freqüència.

**5 supressor (o reductor) de soroll** Sistema dissenyat per minimitzar el soroll produït per les cintes magnètiques, les bandes sonores, els fonocaptors, els equips de radiodifusió, etc.

**3 LING 1** Pertorbació del canal de comunicació que pot ocasionar una pèrdua d'informació al receptor.

**2 FON** Emissió fònica que no pot ésser interpretada fonològicament.

**4 MED/DIAG 1** So confús, irregular, més o menys fort, normal o patològic, que hom sent gairebé sempre per auscultació.

Figura 33. Entrada del diccionari de la paraula SOROLL, extret del Diccionari.cat, grup Enciclopèdia Catalana

### Part III: Fonamentació metodològica

En la figura 34 es mostra el bloc de condicionament acústic, en el qual hi ha dues qüestions, la primera és tancada i tricotòmica, mentre que la segona és oberta. En aquest cas, la primera pregunta pot guiar la resposta de la segona qüestió si es tenen coneixements sobre condicionament acústic o es pensa que es tenen aquests coneixements. És a dir, a l'hora de redactar la pregunta oberta es poden utilitzar els ítems que s'han proposat en la pregunta anterior, és a dir, es poden orientar utilitzant la mateixa terminologia. Ara bé, pot ser emprada de manera correcta o incorrecta i, per tant, es pot observar la perspicàcia del participant i si hi ha correlació entre ambdues respostes, segons com emprin la terminologia.

<b>5. Condicionament acústic</b>			
<b>5.1. Quins creus que són els factors que influeixen en la bona qualitat del so en una aula, i faciliten l'escolta dels professors?</b>			
	<i>Difícil</i> <i>l'escolta</i>	<i>Facilita</i> <i>l'escolta</i>	<i>Ho</i> <i>desconec</i>
Que hi hagi finestres			
Que hi hagi cortines			
Que en les parets hi hagi suro o fusta			
Que en les parets hi hagi rajoles			
Que la paret sigui llisa			
Que la paret sigui rugosa			
Que el sostre sigui alt			
Que el sostre sigui baix			
Que el sostre sigui pla			
Que el sostre tingui forma de cúpula			
Que l'aula estigui plena d'estudiants			
Que l'aula estigui parcialment buida			
Que els materials de construcció siguin bons absorbents acústics			
Que els materials de construcció siguin bons reflectors acústics			
Que els materials de construcció siguin bons transmissors acústics			
<b>5.2. Imagina que al llarg de la teva vida professional et donen l'oportunitat de dissenyar i condicionar una aula. Què demanaries?</b>			

Figura 34. Preguntes del qüestionari del bloc condicionament acústic del qüestionari CTTH

### Part III: Fonamentació metodològica

Finalment, en la figura 35, es dona una pregunta tancada tricotòmica, que té per opcions: *poc, bastant i molt*; per tant, es valora la importància que donen els participants en diferents àmbits curriculars. La idea central és trobar si existeix o no una gradació entre els diferents enfocaments que es poden treballar en una unitat didàctica del so i les seves conseqüències. En relació amb això, es poden categoritzar els següents ítems propis d'àmbits, dels currículums d'educació primària del 2007 i del 2015:

- Àmbit lingüístic: *Definició dels conceptes so, soroll i silenci; El so i la comunicació*
- Àmbit artístic: *Formació artística*
- Àmbit de coneixement del medi: *Coneixement físic de les ones sonores; Revisió mèdica de les oïdes*
- Àmbit d'educació física: *Hàbits saludables*

<b>6. Proposta didàctica en Educació Primària/Educació Infantil</b>			
<b>6.1. En el disseny d'una unitat didàctica del so i les seves conseqüències, quins són els aspectes que consideres imprescindibles per a fer-la?</b>			
	<i>Poc</i>	<i>Bastant</i>	<i>Molt</i>
Definició dels conceptes so, soroll i silenci			
El so i la comunicació			
Formació artística			
Coneixement físic de les ones sonores			
Conscienciació de la contaminació acústica			
Revisió mèdica de les oïdes			
Hàbits saludables			

Figura 35. Preguntes del bloc proposta didàctica en Educació Primària/Educació Infantil, del qüestionari CTTH

L'àmbit digital, tot i que surt en el currículum de 2015 de Primària, no es té en compte perquè sols es pot considerar important en el cicle superior d'aquesta etapa educativa, on es pot valorar la competència 3, que fa referència a l'ús de programari per editar sons, tal com s'explica en el punt del currículum del marc teòric. A més, aquest àmbit és irrellevant pels docents d'educació Infantil, el caràcter del currículum és globalitzador; per aquesta raó s'utilitzen els àmbits del currículum de Primària.

De tota manera, les diferents temàtiques no s'han d'encotillar en un sol àmbit, per exemple, l'ítem: *Definició dels conceptes so, soroll i silenci*, pot treballar-se des de l'àmbit de coneixement del medi, i també el d'*Hàbits saludables*, però és una manera pràctica que serveix per a categoritzar les respostes. A més, cal recordar que la finalitat és reconèixer el grau d'interès que tenen per als participants els diferents ítems, i veure si hi ha correlació o no, i si aquestes preferències canvien quan s'ha fet la intervenció didàctica.

### 9.2.4 Taula d'especificació del qüestionari CTTH

En la taula 22 es precisa els tipus i nombre de preguntes. Les qüestions que no són obertes no són mètriques. En el cas de les preguntes tancades, dicotòmiques o politòmiques excloents, són més abundants en el bloc d'hàbits de salut i es presenten en format de bateria de preguntes; perquè l'interès d'aquestes és reconèixer alguna disfunció auditiva o que estigui relacionada amb l'excés de soroll. Mentre que les preguntes tancades d'elecció múltiple, tenen una menor proporció en tots els blocs, ja que són preguntes que perfilen el tipus de participant, de la mateixa manera que les qüestions obertes que poden ser subjectives pel caràcter perceptiu que poden tenir, com és el cas de la qüestió 2.4, on la persona enquestada ha de posicionar-se com emissor de soroll i/o receptor.

Taula 22. Taula d'especificació del tipus de qüestions que hi ha en el qüestionari CTTH

Bloc	Número de qüestió per tipus de pregunta				n
	Pregunta oberta numèrica	Pregunta tancada (dicotòmica o politòmiques excloents)	Pregunta tancada (politòmiques, d'elecció múltiple)	Pregunta oberta	
1.Dades demogràfiques	1.2	1.3; 1.4;1.5;1.6; 1.7	1.8;1.9	1.1	9
2.Antecedents		2.1;2.2	2.3	2.4	4
3.Hàbits		3.1;3.2;3.3;3.4;3.5;3.6	3.7	3.8	8
4.Coneixements		4.5; 4.6	4.1;4.2	4.3;4.4	6
5.Condicionament acústic		5.1		5.2	2
6.Proposta didàctica		6.1			1
Total	1	17	6	6	30

Val a dir que la qüestió 4.5, té un caràcter ordinal, ja que està ordenada per intensitats i sols hi ha una resposta correcta, així com també la pregunta 5.1, però que la resposta no sempre és la mateixa, és adir, tot i l'ordre en les respostes, la tria d'una resposta o d'una altra depèn de l'ítem de mesura. Pel que fa a la qüestió 6.1, tot i tenir un suposat ordre, la resposta del participant permet identificar els seus valors, sense jutjar si n'hi ha algun de més bo que els altres; és per tant, una pregunta d'escala nominal.

### **9.3 Procés d'anàlisi**

El tractament de les dades que venen del qüestionari CTTH és empírico-analític. Cal codificar les respostes obtingudes en els qüestionaris, per a poder fer les proves estadístiques pertinents. Per a l'anàlisi de les dades s'utilitza el programari estadístic *IBM SPSS Statistics versió 26*. El tipus d'anàlisi és descriptiu i quantitatiu.

L'altra tècnica usada per a l'anàlisi qualitativa són els núvols de paraules, principalment en les qüestions obertes dels qüestionaris, així com també l'ús de xarxes sistèmiques, que s'explicarà en l'apartat 10.2.3.

## 10 Disseny metodològic de la segona etapa

Per assolir l'objectiu 2 es segueix la metodologia de la figura 36. En aquesta etapa es fa el disseny i es proposa una innovació didàctica adreçada als futurs mestres per tal d'afavorir un correcte paisatge acústic a les aules. La base d'aquesta proposta didàctica es fomenta amb els resultats obtinguts en la primera etapa de l'estudi i amb la literatura referent a les idees prèvies de l'alumnat en relació al so. A partir d'aquesta innovació, s'aconsegueixen diferents activitats d'aplicació de l'alumnat participant (produccions de l'alumnat), que s'inclouen a la recerca, i són necessàries per comprendre si es dona o no un canvi conceptual en els estudiants

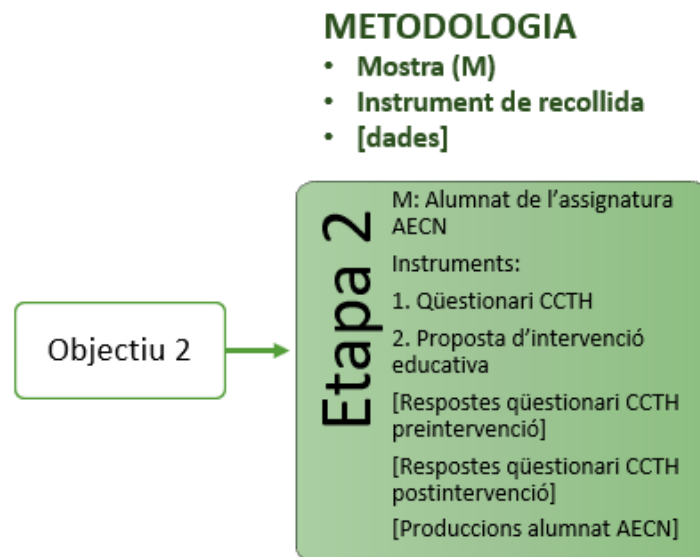


Figura 36. Detall del disseny metodològic de la segona etapa de la recerca

En la segona etapa, també, es confeccionen mapes sonors en diferents situacions acústiques al Laboratori de Geologia de la Facultat d'Educació, lloc on s'imparteix la intervenció educativa i s'utilitzen les dades descrites en la mostra de la primera etapa. D'aquesta manera s'identifiquen els problemes acústics de manera objectiva, es poden fer generalitzacions, i es veu quan hi ha emmascarament sonor, és a dir, quan el soroll de fons és superior als 50 dBA. Aquesta activitat forma part de la innovació i serveix per conscienciar a l'alumnat i l'ajuda a configurar la seva classe acústicament ideal. De manera, que en la recerca s'espera un canvi



en les respostes del qüestionari CCTH post intervenció que fan referència al condicionament acústic.

## 10.1 Mostra de la segona etapa

Durant la segona etapa, la innovació didàctica s'ha implementat en els grups-classe de les següents assignatures:

- *Aprenentatge i Ensenyament de les Ciències Naturals* del Grau de Mestre d'Educació Primària (Grups 7A, 7B i 9B, 1r semestre del curs acadèmic 2021-2022)
- *Aprenentatge i Ensenyament de les Ciències Naturals* del doble Grau de Mestre d'Educació Infantil i Primària (D1 i D2, 2n semestre del curs acadèmic 2021-2022)

D'aquests grups es descarta el grup 7B d'AECN, ja que el qüestionari pre docència passat *online* presentava un error de configuració i, quan es va verificar ja era massa tard per tornar-lo a passar, perquè ja s'havia començat la intervenció educativa. No obstant això, la mostra consta de 89 participants.

Les persones que participen són futurs mestres de Primària, d'educació Primària o de doble grau, ja que la innovació es fa en una assignatura obligatòria de Primària. Aquesta tria no és casual, es dona perquè tal com citen els diferents currículums d'Educació, la temàtica sonora és més adient per a ser tractada a Primària i a Secundària. Tot i que la part definitòria bàsica es tracta a Infantil i durant l'aprenentatge i creixement de la mainada en l'ensenyament no reglat, per part de les famílies i l'entorn de l'infant, mai s'ha d'oblidar que part de l'aprenentatge que es rep forma part de l'aprenentatge informal i no reglat.

Les dades que s'han utilitzat per fer els mapes sonors són les dels grups D1 i D2 de l'assignatura d'Aprenentatge i Ensenyament de les Ciències de la Naturalesa del 2n semestre del curs acadèmic 2018-2019. Van prendre dades més grups, però es van haver de descartar perquè eren incompletes, i no proporcionaven un nombre suficient de dades per elaborar mapes fiables, així i tot, algunes d'aquestes dades es van poder utilitzar per interpolar valors de les dades obtingudes pels dos grups de doble titulació, que són la referència usada per confeccionar els mapes sonors.

## 10.2 Instruments i recollida de dades de la segona etapa

Els instruments de recollida en aquesta etapa són el qüestionari CTTH i les produccions de l'alumnat a partir de la implementació de la innovació didàctica. En aquesta etapa, es va passar el qüestionari CTTH abans i després de la docència de la innovació didàctica. Així doncs, el qüestionari CTTH té un abast temporal diacrònic, és a dir, és un instrument de mesura longitudinal. Les preguntes obertes del qüestionari CTTH tenen per objectiu l'explicació dels participants, pertanyen al paradigma interpretatiu i faciliten la generalització dels resultats de manera positivista, de manera que no és necessari que hi hagi una mostra en blanc, és a dir, no hi ha un grup control perquè, a més, èticament es considera un greuge que la innovació no pugui ser gaudida per a tothom. La mostra, tal com s'ha citat en l'apartat anterior, consta de 89 participants vàlids, ja que per un problema de configuració del formulari de Microsoft no apareixen tots els blocs del qüestionari en el grup 7B; cal dir que, altres qüestionaris queden invalidats, bàsicament perquè no es van fer durant la presa de dades grupal.

### 10.2.1 Qüestionari CTTH

Per minimitzar que els alumnes poguessin consultar diferents fonts d'informació, es va fer durant la primera sessió presencial de docència de l'assignatura, de la mateixa manera que en l'etapa 1, però aquesta vegada es feia en línia, amb un formulari de *Microsoft*.

El qüestionari CTTH d'aquesta etapa manté el bloc demogràfic, d'antecedents, d'hàbits, de condicionament acústic i el de la Proposta Didàctica en Educació Primària i/o Educació Infantil, com en la primera etapa. Tan sols, el bloc de coneixements té algunes modificacions respecte el qüestionari mare. Les preguntes definitòries de: «Què és el so?» i «Què és el soroll?», deixen de ser tancades i són obertes; d'aquesta manera la resposta dels participants és més espontània. També, s'afegeixen dues noves preguntes obertes. Una d'elles pertany al bloc d'hàbits, i s'ubica després de la qüestió tancada d'elecció múltiple 3.7 «Com tens cura a l'hora de netejar-te les orelles?», el text de la nova pregunta oberta és: «Explica com et neteges les oïdes», i esdevé la pregunta 3.9. L'altra nova qüestió oberta és del bloc de coneixement i fa referència a l'ús del sonòmetre: «Pots descriure com utilitzaries aquest aparell» que és la qüestió 4.7.

Després de la docència es va passar el mateix qüestionari CTTH suprimint les dades demogràfiques del bloc 1 d'abans de la docència, les quals no varien durant l'interval de la pressa de dades entre la pre i post intervenció, ja que, com a molt, hi ha 3 mesos de diferència.

### 10.2.1.1 Taula d'especificació del qüestionari CTTH durant la segona etapa

Tal com s'ha dit, només hi ha 2 canvis en el tipus de pregunta, les qüestions 4.1 i 4.3 deixen de ser tancades i passen a ser obertes. També s'afegeixen dues preguntes obertes més en el bloc d'hàbits, la 3.9, i en el de coneixements, la 4.7.

Cal tenir en compte que la taula d'especificació (taula 23) dels tipus de preguntes és la del qüestionari CTTH preintervenció, ja que en el qüestionari CTTH postintervenció no es demana el bloc de dades demogràfiques, a excepció de l'edat, sexe i nom i cognom; aquesta darrera pregunta és indispensable per poder comparar els resultats d'abans i després de la intervenció.

Taula 23. Taula d'especificació del tipus de pregunta que hi ha en el qüestionari CTTH durant la segona etapa

Bloc	Número de qüestió per tipus de pregunta				n
	Pregunta oberta numèrica	Pregunta tancada (dicotòmica o politòmiques excloents)	Pregunta tancada (politòmiques, d'elecció múltiple)	Pregunta oberta	
1.Dades demogràfiques	1.2	1.3; 1.4;1.5;1.6; 1.7	1.8;1.9	1.1	9
2.Antecedents		2.1;2.2	2.3	2.4	4
3.Hàbits		3.1;3.2;3.3;3.4;3.5;3.6	3.7	3.9	7
4.Coneixements		4.5; 4.6		4.1;4.2; 4.3;4.4; 4.7	7
5.Condicionament acústic		5.1		5.2	2
6.Proposta didàctica		6.1			1
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>17</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>29</b>

### 10.2.2 Proposta d'intervenció educativa

En la taula 24 es presenta la seqüència d'ensenyament-aprenentatge de la innovació docent, que porta com a títol: «El so a l'aula». La presentació que s'utilitza per a fer-la és a l'annex 1.

L'execució de la seqüència didàctica consta de diferents activitats. Al principi es valoren les idees prèvies i conceptes erronis de l'alumnat amb un qüestionari inicial de la seqüència, el qual es torna a passar quan s'ha acabat la seqüència i han entregat la multitasca final. La innovació didàctica té un doble vessant, per una banda, estudia la influència del so ambiental en l'àmbit educatiu i per l'altra treballa el so com a element didàctic significatiu en fer ciències a l'aula. Així doncs, es glossen les idees prèvies dels infants de primària, s'expliquen i es fan dissenys experimentals amb control de variables, es prenen dades de mesura per confegir mapes sonors com activitat d'aula, i es proposa una multitasca d'aplicació.

### Part III: Fonamentació metodològica

Taula 24. Programació de la intervenció de la innovació didàctica

Títol: «El so a l'aula»					
Grup classe		Durada	Període		Curs escolar
Grups 7A, 7B, 9B, D1 i D2		4 hores	Semestre de tardor (7A, 7B i 9B) Semestre de primavera (D1 i D2)		2021-2022
Objectius d'aprenentatge	Competències pròpies de l'àrea				Criteris d'avaluació
	Competències pròpies de l'àrea	Competències comunicatives:	Competències metodològiques	Competències personals	
<p>a) Saber com es propaga el so i els tipus de propagació, i com funciona el sentit de l'oïda</p> <p>b) Entendre les conseqüències del soroll com un factor de contaminació ambiental</p> <p>c) Reconèixer els perjudicis i perills que ocasiona el soroll i com protegir-se</p>	<p>Assolir la competència científica a través de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analitzar i donar resposta a problemes contextualitzats, a partir de plantejar-se preguntes investigables científicament, de planificar com trobar evidències de les explicacions inicials elaborades, de posar en pràctica el procés de recerca d'aquestes evidències, de deduir conclusions i d'analitzar-les críticament.</li> <li>- Utilitzar el coneixement científic per argumentar de manera fonamentada i creativa les actuacions com a ciutadans i ciutadanes responsables, especialment les relacionades amb la contaminació acústica a l'aula, la salut pròpia i la comunitària.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Expressar idees i organitzar informacions de manera eficaç i intel·ligible sobre espais, i fenòmens naturals.</li> <li>- Comunicar idees i informacions de manera oral, escrita i visual per convèncer, dialogar i informar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plantejar-se preguntes que puguin ser objecte d'investigació.</li> <li>- Utilitzar el pensament crític i creatiu per a l'anàlisi de la informació, la resolució de problemes i la presa de decisions.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicar coneixements en contextos de l'entorn.</li> <li>- Desenvolupar habilitats personals (autocrítica, autoreflexió, autoaprenentatge, iniciativa, etcètera)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconèixer l'entorn i identificar les relacions que estableixen a l'aula, recollint dades i utilitzant aparells de mesura adequats i mostrant una actitud de respecte dins d'un bon ambient acústic a l'aula.</li> <li>- Reconèixer les principals parts de l'oïda i relacionar-les amb la seva funció i amb els canvis físics que es produeixen al llarg de la vida.</li> <li>- Valorar positivament la relació entre la salut i el benestar de la persona i la pràctica de determinats hàbits.</li> <li>- Col·laborar en les tasques del treball en grup, contrastant i valorant les explicacions dels altres i les pròpies amb respecte</li> </ul>

### Part III: Fonamentació metodològica

Continguts d'aprenentatge					
Procedimentals		Conceptuals, fets, conceptes i sistemes conceptuals		Actitudinals, valors, normes i actituds	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificació dels sons i els sorolls que ens envolten</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- El so i tipus de propagació</li> <li>- El sentit de l'oïda</li> <li>- Identificació de la diferència entre so i soroll</li> <li>- Identificació dels efectes negatius que el soroll produeix sobre la salut</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificació dels efectes negatius que el soroll produeix sobre la salut</li> <li>- Adquisició d'hàbits de Bones Pràctiques contra el soroll</li> </ul>	
Seqüència didàctica					
Activitats d'ensenyament-aprenentatge		Metodologia: organització			Activitats d'avaluació
		Espai/alumnat	Temporització	Recursos	
Activitats de contextualització		<p><i>Espai:</i> aula</p>	<p><i>Temps aproximat de realització:</i> 20' fer el qüestionari CTTH preintervenció i 40' debatre una fitxa polemitzadora Teoria funcionament so mitjançant model partícules, escenificació (50') Test auditiu (10')</p>	<p><i>Recursos i materials:</i> qüestionari CTTH i fitxa polemitzadora.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Qüestionari CTTH preintervenció</li> <li>- Presentació del «So a l'aula»</li> <li>- Projector</li> <li>- Vídeo: «¿Qué edad tienen tus oídos? Test auditivo»: &lt;<a href="https://youtu.be/5k0Vgmki9qU">https://youtu.be/5k0Vgmki9qU</a>&gt;</li> </ul>	<p>Caldrà conèixer les idees prèvies que tenen els alumnes, respecte la diferència entre el so i el soroll, i respecte els seus hàbits de salut sobre el sentit de l'oïda mitjançant l'anàlisi del qüestionari CTTH que contestaran en la primera sessió; per tal d'atendre de manera més realista les seves necessitats.</p> <p>Un cop conegudes les idees prèvies es prepararan les activitats que permetin corregir-les, en cas que siguin errònies, o per ampliar-les, en cas que siguin excessivament simplistes.</p>
Activitats d'investigació		<p><i>Espai:</i> aula</p>	<p>Explicació Experiència de <i>M. Lissajous</i> (10') DECV (30') 1r DECV (10')</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentació del «So a l'aula»</li> <li>- Quadre DECV</li> <li>- Globus</li> <li>- Tub amb mirall</li> <li>- Làser</li> </ul>	<p>Alfabetització científica</p> <p>Les activitats pràctiques són activitats d'ensenyament-aprenentatge ; les quals ajudaran a l'alumnat ha entendre les repercussions que té un bon ambient acústic, per al bon</p>

### Part III: Fonamentació metodològica

				- Projector	desenvolupament del seu aprenentatge.
	<i>Sessió núm.3</i> Proposta de diferents DECV per fer un telèfon amb fils.	Espai: aula Prèvia preparació a casa.	2n DECV (40')	- Presentació del «So a l'aula» - Fils - Gots	
	<i>Sessió núm.4</i> Es tracta d'una sessió magistral sobre les propietats dels minerals. S'ha de seguir la classe amb la dificultat d'escoltar diferents paisatges sonors. En el qüestionari cal anotar la mitjana de decibels de l'app <i>Sound Meter</i> i escriure la paraula clau (descontextualitzada de la temàtica)	<i>Espai:</i> aula Laboratori de Geologia	(30')	- Qüestionari de percepció - App <i>Sound Meter</i> (sonòmetre) - Mapes sonors del Laboratori de Geologia	Prendre consciència de la dificultat en el seguiment d'una classe quan hi ha soroll, això es valora amb el qüestionari de percepció.
	<i>Sessió núm.4</i> Fer dos DECV de 2 fenòmens acústics diferents, relacionats amb els ODS (s'han explicat abans de fer aquesta seqüència)	Activitats d'aplicació		- Mapa del centre, per a realitzar la zonificació sonora d'aquest - Sonòmetre	Alfabetització científica i de formació per la sostenibilitat ODS (5% de la nota total de la part de geologia)
Activitats d'estructuració	<i>Sessió núm.4</i> Fer un mapa conceptual	Activitats d'aplicació		- Vídeo: «Combatre el soroll» del programa del Quèquicom de tv3: <a href="http://blogs.tv3.cat/quequicom.php?itemid=32218">http://blogs.tv3.cat/quequicom.php?itemid=32218</a>	
Activitats d'aplicació	<i>Sessió núm.4</i> <i>El dia del parcial de l'assignatura, han de fer el qüestionari (5% de la nota)</i>	<i>Espai:</i> aula	20'	- Qüestionari post docència	Es premia la participació amb un 5% de la nota final de l'assignatura.

### Part III: Fonamentació metodològica

Orientacions metodològiques i d'atenció a la diversitat
<p>Les orientacions metodològiques seran coherents amb l'exposat anteriorment i tenen com a objectiu fonamental contribuir al fet que els alumnes desenvolupin la conscienciació de la contaminació acústica, les seves implicacions i l'adquisició de pràctiques saludables.</p> <p>L'eix primordial és la participació activa dels alumnes durant les sessions; això es fa mitjançant el plantejament de preguntes que fa la professors amb la finalitat de conèixer el grau de conscienciació.</p> <p>Les activitats estan pensades per ser elaborades per a qualsevol persona que cursi el Grau d'Educació Primària</p>
Avaluació (inicial, formativa, sumativa)
<p>L'avaluació ens serveix per saber si l'alumnat assoleixen els objectius de la unitat didàctica i si han progressat. A més, també ens serveix com a autoavaluació de les activitats didàctiques que s'han realitzat, ja que moltes vegades la feina docent es guia molt pel mecanisme d'assaig-error. No hi ha una única manera d'ensenyar ni es poden conèixer tots els factors que porten a un ensenyament satisfactori <i>a priori</i>.</p> <p>L'avaluació de la unitat didàctica és complicada de resoldre si es tenen en compte els procediments, actituds i conceptes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Avaluació inicial: Conèixer les idees prèvies mitjançant el qüestionari CTTH, i valorar les aportacions de l'alumnat quan debatin la fitxa polemitzadora.</li><li>✓ Avaluació formativa :Al llarg de les sessions i amb les tasques proposades</li><li>✓ Avaluació sumativa: Es valoren les tasques d'aplicació finals (DECV, mapa conceptual i integració dels ODS)</li></ul>
Reflexió sobre la pràctica



### 10.2.2.1 Produccions de l'alumnat: activitats de la innovació docent

L'enunciat de la multitasca final de la innovació didàctica es descriu en el següent enunciat:

«Veure el vídeo: «Combatre el soroll»

En grups de treball cooperatiu, feu un mapa conceptual on apareguin, com a mínim, els següents conceptes:

So, oïda, hertz, fatiga, absorbent acústic, soroll, escolta, ona, decibels, efecte Doppler, intensitat, altura, reflexió, reverberació, atenuació, reflector acústic, difracció, refracció, aula i alteració.

Fer un DECV (disseny experimental amb control de variable) per explicar 2 dels punts (cada grup de treball en fa :

A- Com és que sentim el despertador quan el tenim amagat a l'armari? Argumenta-ho. (atenuació)

B- Com explicaries l'eco? Explica quan i com es produeix. (reflexió)

C- A fora d'una sala de gravació no se sent res, en canvi, al passadís de la facultat se sent el murmurí de la gent quan fa classes, per què creus que passa això? (absorció)

D- Podríem sentir sons a la Lluna? I al fons del mar? Argumenta-ho. (el so necessita un medi per propagar-se)

Com seria la teva classe ideal per facilitar l'escolta? Indiqueu-ho amb ítems i justifiqueu-los.

Incloure un d'aquests dissenys en un o més d'un ODS, amb la seva justificació.

En quina fase del cicle d'aprenentatge se situen aquestes activitats?»

### 10.2.2.2 Producció de l'alumnat: Elaboració dels dissenys experimentals DECV i ODS

Tal com s'ha explicat en el marc teòric, el DECV permet controlar les variables que intervenen en un experiment, utilitzar el quadre (taula 15) proposat per Martí Freixas (2012). Val a dir, que l'assignatura d'AECN és la primera assignatura de ciències de Primària que fan en la carrera i que, probablement, la proposta del DECV també sigui per primera vegada.

Per un dels DECV que fan en grup, han d'incorporar un o més d'un ODS, preferiblement els que fan referència a la salut, l'educació o les societats sostenibles; tot i que segons el DECV, s'hi poden encabir altres ODS sempre que s'argumenti bé.

### 10.2.2.3 Producció de l'alumnat: Elaboració dels mapes conceptuals

Els mapes conceptuals que fan els futurs mestres haurien de seguir els criteris bàsics descrits per Prats (2016), per fer bons mapes conceptuals. Aquests criteris serveixen per avaluar el grau d'expertesa de l'alumnat a l'hora de fer aquesta producció. L'autor assenyala tres instruments diferents per fer bons mapes conceptuals: el model de Novak i Gowin (1984 i 1988), la rúbrica d'avaluació semàntica de Miller (2008) dins del marc del projecte *Conéctate al Conocimiento* (Panamà) i la taxonomia topològica, que també forma part d'aquest projecte. Els tres són vàlids, malgrat les seves limitacions i modificacions proposades per a la seva posterior anàlisi; assenyala que no han trobat cap instrument avaluador per a qualsevol mapa conceptual, però que en qualsevol cas, a l'hora de crear-ne un, cal que com a mínim inclogui els criteris:

- L'estructura proposicional
- L'estructura jeràrquica
- Els nivells de ramificació
- La inclusió de recursos (com aspectes topològics)
- Tipus semàntic

El mateix autor (Prats i Salinas, 2018), proposa una doble rúbrica per tal de distingir els aspectes topològics i els semàntics; d'aquesta manera es posa de manifest que la forma i el discurs d'un mapa

conceptual és clau per estructurar els coneixements. La població d'estudi és alumnat de tots els nivells educatius d'educació obligatòria de les illes balears. Els participants fan prèviament tasques – corregides pels diferents tutors - que determinen característiques dels mapes conceptuais. Així doncs, la mostra final de mapes conceptuais té un entrenament intrínsec per part dels participants. Els mapes conceptuais que en surten tenen diferents temàtiques i continguts, els quals són escollits pels propis alumnes que fan els mapes conceptuais que s'analitzen mitjançant la doble rúbrica. En una publicació posterior (Prats, Salinas i Ferrer 2018), proposen una millora de la doble rúbrica, la qual pot ser un preuat instrument per a l'anàlisi dels mapes conceptuais.

Segons la forma topològica - conjunt de nodes interconnectats- del mapa conceptual segons com són les ramificacions, fa referència a la forma que té el mapa i es basa en topologia en xarxa, la qual és un terme informàtic que fa referència a la disposició física on es connecten els nodes d'una xarxa d'ordinadors o servidors (figura 37).

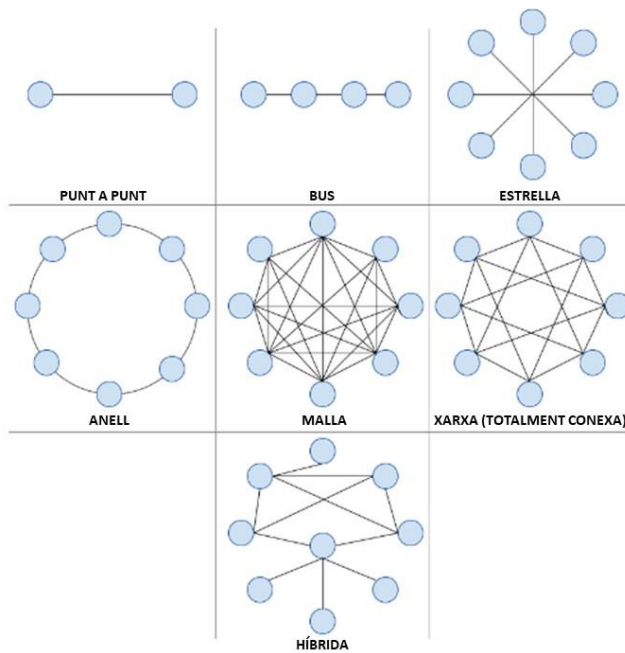


Figura 37. Principals formes topològiques dels mapes conceptuais

L'analogia que es fa servir és substituir els ordinadors o servidors, pels conceptes, i el cablejat – físic o virtual- pels enllaços entre els conceptes principals. D'aquestes topologies, informàtiques, les principals són:

- Malla
- Xarxa (totalment connexa)
- Anell
- Doble anell
- Arbre
- Bus
- Estrella
- Híbrida

#### 10.2.2.4 Mapes sonors: Antecedents per a l'elaboració

Normalment, s'acostumen a elaborar mapes sonors en zones on hi ha molts vehicles o bé hi ha activitats comercials, industrials o turístiques que impliquen emissions de soroll que poden afectar la salut de la població. En aquest apartat es detallen dos estudis per tal d'elaborar mapes sonors, els quals tenen el propòsit d'avaluar el grau de soroll, predir situacions futures i plantejar plans d'acció per a la reducció del volum sonor, si és pertinent. Els estudis que es presenten són els mapes sonors de la Universitat de Barcelona al Campus Diagonal i el de la ciutat de Cuenca de l'Equador.

A part dels ajuntaments, hi ha organismes que vetllen per a la salut ciutadana, n'és un exemple l'Oficina de Seguretat, Salut i Medi Ambient (OSSMA) de la Universitat de Barcelona, i la *Universidad del Azuay*. Ambdues, han elaborat mapes sonors. A continuació s'expliquen els seus informes, per bé que, part d'ambdues maneres de treballar s'han utilitzat per fer els mapes sonors de Mundet.

L'any 2005, l'OSSMA va elaborar un informe sonor de la zona del Campus Diagonal de la Universitat de Barcelona. La zona universitària està situada al voltant d'una de les artèries d'entrada de la ciutat de Barcelona: la Diagonal.

### Part III: Fonamentació metodològica

L'àrea d'estudi té una superfície aproximada de 675.000 m<sup>2</sup> i les fonts de soroll identificables van lligades al transport, sobretot al trànsit rodat, i de manera puntual es genera pressió sonora pel pas d'aeronaus: helicòpters i avions. També, les instal·lacions dels edificis, com per exemple les torres de ventilació, les possibles obres i els vianants són altres fonts emissores de soroll.

El mapa sonor de Zona Universitària es porta a terme d'acord amb els criteris fixats en la norma ISO 1996-2:1997 en l'annex III.2 de l'Ordenança general del medi ambient urbà de Barcelona i en la Llei 16/2002.

En primer lloc, es determinen els punts de mesurament amb el mètode de la quadrícula sobre plànol (figura 38) i es fixen 58 punts en intervals de 100 metres. Les mesures es fan quan hi ha més activitat acadèmica, entre les 8 i les 20h, i es distingeixen 4 torns, de 3 hores de durada cadascun. L'instrumental que s'empra és un Sonòmetre integrador *CEL-440-C2*, un Micròfon *CEL-485* i un Calibrador 282.

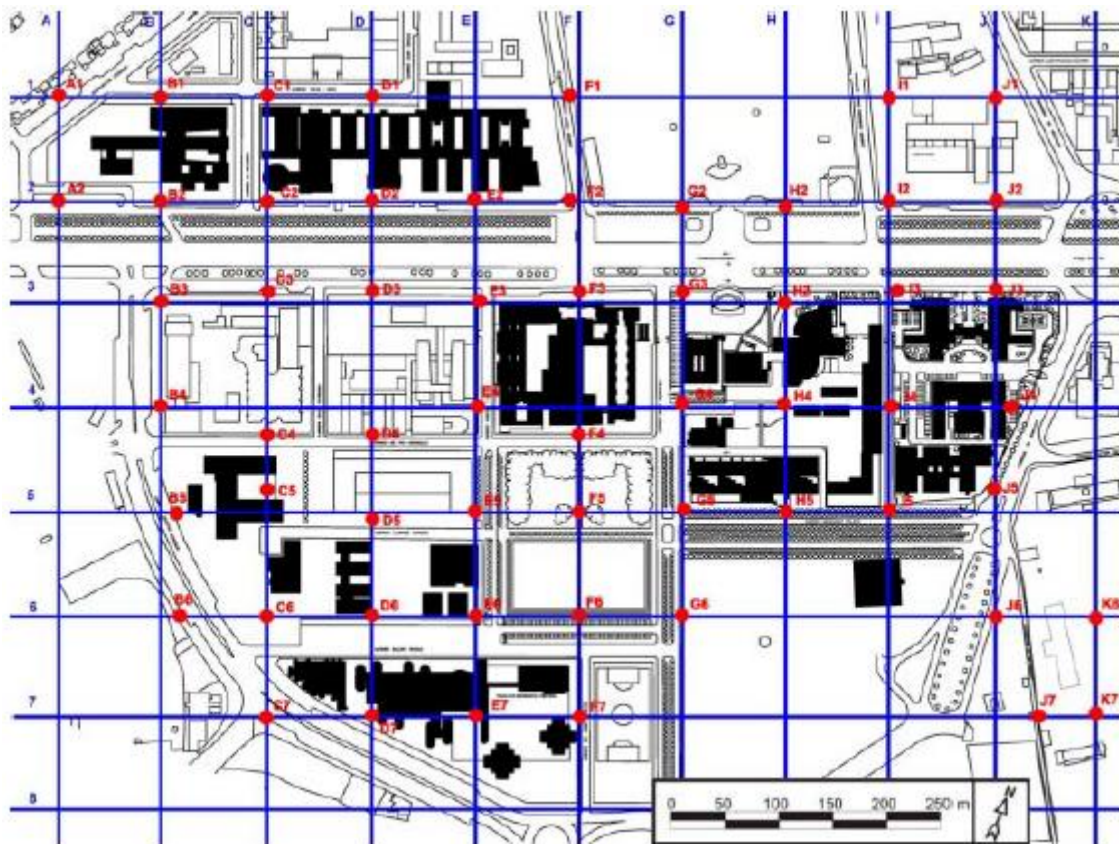


Figura 38. Ubicació dels punts on es van dur a terme les sonometries del mapa sonor elaborat per OSSMA al 2005.  
Font: Mapa sonor de la Universitat de Barcelona 2005 Campus de Diagonal OSSMA (2006)

### Part III: Fonamentació metodològica

Per fer les mesures es té en compte que no hi hagi ni pluja, ni vent superior a 10 km/h, la ubicació del trípod i inclinació i orientació del sonòmetre; el calibrat i ajustament de les opcions d'aquest; el temps de mesurament de 10 minuts i, finalment, el mesurament dels paràmetres següents:  $L_{eq}$ ,  $L_{màx}$ ,  $L_{90}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{10}$ .

Després les dades es passen a un full de càlcul i el mapa sonor s'elabora mitjançant la interpolació dels valors obtinguts en els diferents punts de mesurament, i s'hi presenta la informació en intervals de 5dB.

En la figura 39, s'observen els mapes resultants del torn 4, entre les 17 i les 20 h, per als diferents paràmetres mesurats. Per als altres torns, s'obtenen els mateixos mapes, i s'extreuen una sèrie de conclusions que fan palesa la necessitat dels mapes per tal d'analitzar empíricament que els nivells equivalents de pressió sonora excedeixen els 65 dB(A) a la major part dels carrers, i que també hi ha zones on els nivells són superiors als 70 dB(A), cosa que té importants conseqüències i riscos per a la salut. Conseqüentment, el fet de tenir un diagnòstic detallat afavoreix l'aplicació de mesures correctores, en els punts més crítics.



### Part III: Fonamentació metodològica

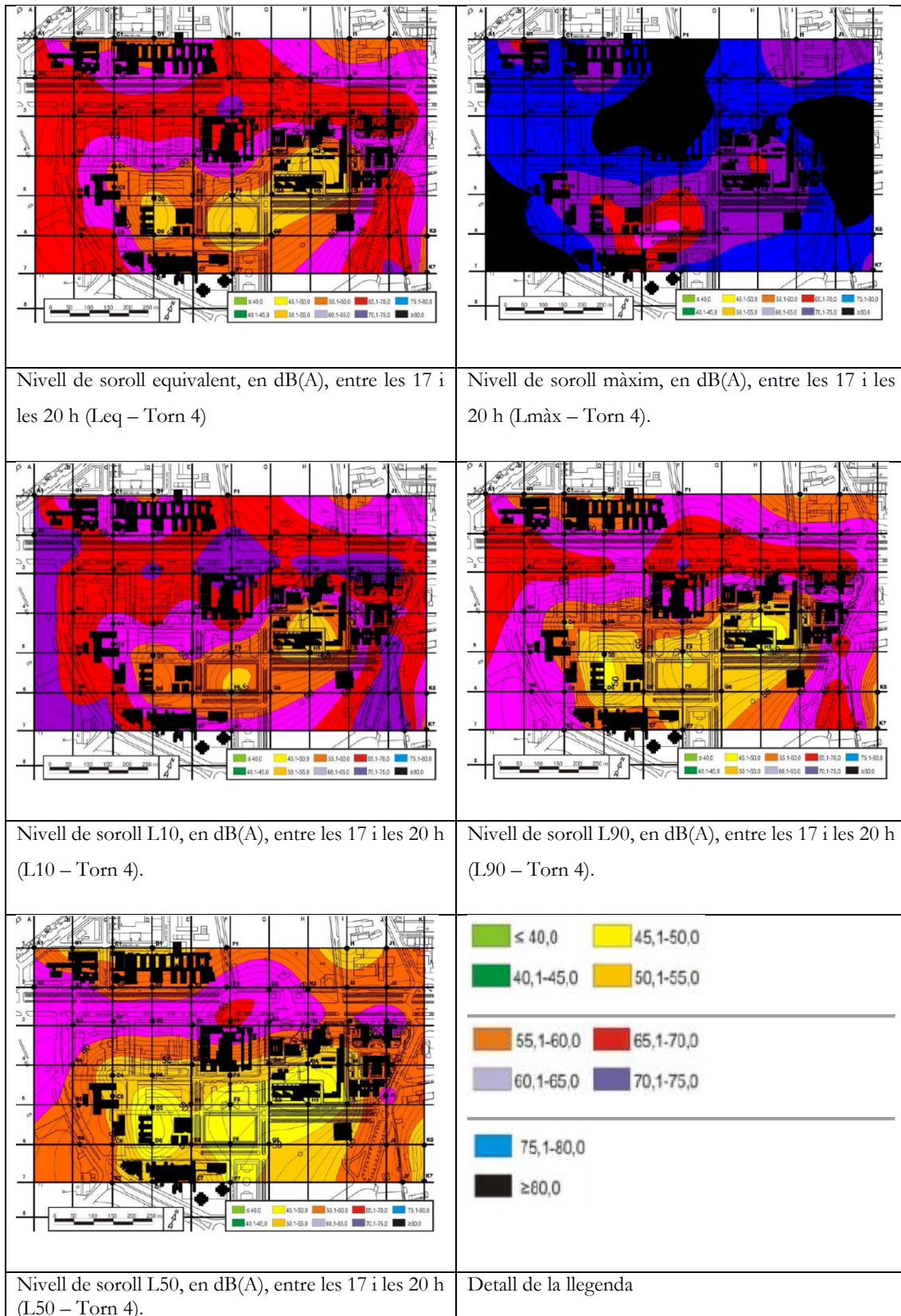


Figura 39. Recull de mapes sonors obtinguts en els mesuraments dels paràmetres: Leq, Lmàx, L90, L50, L10 del Campus Diagonal, elaborat per OSSMA al 2005, (OSSMA, 2006)

En el segon cas, l'estudi de Cuenca (Equador) és del 2015 (Delgado i Martínez, 2015) i té una superfície superior, d'uns 124 km<sup>2</sup>, i una sèrie de diferències en com es fa el mostreig i els mapes sonors, respecte a l'estudi del Campus Diagonal.

En primer lloc, només s'estableixen 30 punts de mostreig, els quals es trien segons la densitat del trànsit de la ciutat. Les hores en les quals es fan les mesures, també es trien segons els pics d'afluència de persones i vehicles, i es consideren 6 punts horaris: 7h, 10h, 13h, 15h, 18h i 20h. Cada estació pren les dades dels paràmetres de pressió sonora:  $L_{avg}$ ,  $L_{max}$  i  $L_{min}$ ; i ho fa durant 15 minuts. En tots els punts l'instrumental que s'incorpora és una pantalla talla vent, a part de la resta d'estris necessaris, com el Sonòmetre *QUEST TECHNOLOGIES SERIAL N°. BKG030036*.

Per a l'elaboració del mapa s'utilitzen les eines d'anàlisi geoestadística del programa ArcGIS 9.3. S'interpolen les dades obtingudes dels punts mitjançant el mètode geoestadístic «*Kriging ordinari*», el qual fa l'autocorrelació espacial de les variables. Així doncs, el Kriging és un estimador lineal no esbiaixat, que busca generar superfícies contínues a partir de punts discrets, assumeix que la mitjana, encara desconeguda, és constant i que les variables són estacionàries i no tenen tendències, permet la transformació de les dades, eliminació de tendències i proporciona mesures d'error. (Moreno, 2010).

Fruit d'aquest estudi es va constatar que el 99% dels punts mostrejats no compleixen els límits permesos en 55dB, de manera que els nivells sonors estimats són superiors als que la norma del *Texto Unificado de Legislación Ambiental* (2017) estableix. En zones escolares i hospitalàries la situació és alarmant i se suggereix que calen noves polítiques ambientals per revertir la situació (Delgado i Martínez, 2015).

#### 10.2.2.5 Producció de dades: Paràmetres de mesurament en els mapes sonors

En ambdós casos, es mesuren diferents paràmetres de pressió sonora, que donen diferents informacions, de tota manera, coincideix el mesurament del valor mig en els dos estudis, tot i que es fan servir diferents nomenclatures:  $L_{avg}$  /  $L_{50}$ . El valor  $L_{eq}$  és el de referència i es calcula per integració dels valors instantanis del soroll al llarg del temps de mesura considerat, tal com mostra la taula 25.



Taula 25. Nivells estadístics sonors emprats ( $L_n$ ) en els estudis de mesurament sonors

Paràmetre de mesurament estadístics	Mesura el valor
Leq	Nivell sonor continu equivalent
Lavg / L50	Mitjana o percentil 50, valor assignat en un 50% del temps total els nivells sonors
Lmàx	Màxim, valor màxim mesurat durant el temps de mesurament
Lmin	Mínim, valor mínim mesurat durant el temps de mesurament
L90	Percentil 90, valor assignat en un 90% del temps total els nivells sonors
L10	Percentil 10, valor assignat en un 10% del temps total els nivells sonors

Com que el nivell sonor produït pel trànsit rodat fluctua amb el temps, la seva caracterització s'ha de dur a terme utilitzant els diferents nivells estadístics  $L_n$ , és a dir, els nivells sonors que se sobrepassen durant el n% del temps total de l'observació

Per això, al principi de la dècada dels 70, es va introduir un criteri d'avaluació dels sorolls que variem amb el temps. Aquest criteri es coneix com el nivell sonor continu equivalent Leq, que es calcula per integració dels valors instantanis del soroll al llarg del temps de mesura considerat. Es basa en una expressió relacionada amb el principi d'equivalència de l'energia: Com més elevats són aquests paràmetres, respecte al LAeq, més nivells alts puntuals són presents durant el mesurament.

En acústica s'anomenen paràmetres estadístics els nivells sonors que han estat ultrapassats durant un percentatge determinat del temps de mesurament. Per exemple vol dir que LA10 72 significa que en un 10% del temps total els nivells sonors sobrepassen els 72 dB(A). Els més emprats són els LA1, LA10, LA50, LA90 i LA99, però pot utilitzar-se qualsevol dels compresos entre LA0,1 i LA99,9, segons les necessitats i el tipus de sonòmetre. Els nivells LA1 i LA10 posen de manifest la importància de les puntes de soroll, durant el temps de mesurament.

En aquesta tesi, el mesurament es fa mitjançant una aplicació mòbil *Sound Meter*, i es prenen els valors mitjans que indica l'aplicació durant el període d'audició del paisatge sonor que es representa en el Laboratori de Geologia de l'edifici Migdia I del campus Mundet, on es fa l'experiència, per tant, s'utilitza el valor de mesura LA50, és a dir, el valor que s'ha escoltat en el 50% de la mesura, és a dir la mitjana.

Segons els valors en decibels, es poden considerar diferents ambients, els quals es poden relacionar amb diferents entorns. Per exemple, de 0 a 20 decibels, l'ambient és silenciós i es dona en estudis

de gravació de ràdio o de televisió, però en canvi quan els decibels són de 80 a 100, l'ambient és molt sorollós i es dona quan hi ha molt trànsit al carrer. De manera, que entre 40 i 60 decibels, l'ambient és poc sorollós i seria l'òptim per fer classe.

### 10.2.2.6 Producció de l'alumnat: Qüestionari de percepció per fer mapes sonors

Per prendre les mesures sonores, cal utilitzar l'*app SoundMeter*, i posar les mesures en el qüestionari de percepció, que consta de dues parts. La primera és merament experimental i consisteix en indicar la mitjana en decibels de l'*app* i endevinar la paraula clau, en determinats moments sonors. És a dir, durant un minut, s'utilitza una ambientació sonora: trànsit, tempesta o pati escolar, aquesta última en diferents volums i en aquest interval de temps es prenen les mesures sonores en decibels i es fa una prova de percepció auditiva, utilitzant la paraula clau.

En cada ambientació sonora, d'un minut, és diu una paraula bisíl·laba descontextualitzada de la temàtica de la sessió que s'està impartint, com ara: casa, tassa, massa. Abans de dir-la, sempre s'anuncia que es diu la paraula clau, i és en aquell moment en el que l'alumnat ha d'anotar-la (figura 40).

1. En quin o quins moments no has pogut o has tingut dificultats a escoltar la professora o la intervenció d'un company?

Moments	Decibels	Paraula
a) Moment aguts (trànsit)		
b) Moment greus (tempesta)		
c) Moment volum baix (pati escolar)		
d) Moment volum mitja (pati escolar)		
e) Moment volum alt (pati escolar)		
f) Moment volum molt alt (pati escolar)		
g) Moment professora dreta		
h) Moment professora asseguda		
i) Moment professora d'esquena		

Figura 40. Primera part del qüestionari de percepció sonora

### Part III: Fonamentació metodològica

En els moments g, h, i, de la figura 40, no s'utilitza cap tipus d'ambientació sonora, només canvia la posició de la professora. Les ambientacions són lliures i s'obtenen en la Biblioteca de sons de la xtec: < <https://xtec.gencat.cat/ca/recursos/media/radio/biblioteca/>>.

La segona part del qüestionari (figura 41) és un espai de reflexió perquè anotin i expressin els aspectes positius i negatius de l'experiment en el què han participat.

2. En relació l'ambient sonor de l'aula, identifica els aspectes que consideres més positius i els que consideres més negatius que has viscut durant la sessió
Aspectes positius:
Aspectes negatius:

Figura 41. Segona part del qüestionari de percepció sonora

Tot i que, cal dir que els grups que participen en la innovació docent, també prenen dades per a confeccionar els mapes sonors, el resultat que se'ls hi mostra es dels grups que van prendre les dades inicialment, ja que confeccionar els mapes és laboriós. Així doncs, els participants que fan la innovació didàctica prenen dades per fer els mapes sonors perquè siguin conscients dels diferents paisatges sonors, però els mapes resultants són d'altres grups que van participar en la primera etapa i es detalla en l'apartat 9.1 de la mostra de la primera etapa.

### 10.3 Procés d'anàlisi de la segona etapa

L'anàlisi d'aquesta etapa és molt ric ja que s'analitzen descriptivament els següents instruments:

- Qüestionari CTTH preintervenció
- Qüestionari CTTH postintervenció
- Mapes sonors
- Activitat d'aplicació de la seqüència didàctica:
  - o Dissenys experimentals amb control de variables
  - o Sostenibilitat: ODS inclosos en els DECV
  - o Mapes conceptuals

Per identificar els possibles canvis conceptuals en relació a l'alfabetització científica i la sostenibilitat en relació a la temàtica sonora, cal comparar el qüestionari CTTH abans i després de la docència. Abans de fer el qüestionari CTTH post intervenció que comprova la repercussió del procés d'instrucció, l'alumnat participant fa una sèrie d'activitats d'aplicació proposades en la proposta didàctica, que promouen el canvi conceptual, el qual s'ha de veure en les respostes del qüestionari CTTH post intervenció.

Val a dir que l'acció educativa que es porta a terme pot tenir una repercussió en el futur, ja que els futurs mestres poden utilitzar-la o poden inspirar-se en ella, o simplement, poden comprovar que aquesta temàtica és prou important i significativa per a què els motivi per tal de procurar un cert grau d'instrucció a les aules de primària.

Per tot això, s'analitzen els diferents instruments amb diferents tècniques que es descriuen en els següents apartats.

### 10.3.1 Anàlisi del qüestionari CTTH

Es fa la mateixa anàlisi que s'ha descrit en l'apartat 9.1, però en dos moments diferents abans i després de la intervenció didàctica. També, s'utilitzen núvols de paraules i xarxes sistèmiques per fer l'anàlisi qualitativa de les preguntes obertes del qüestionari CTTH.

### 10.3.2 Elaboració de xarxes sistèmiques per a l'anàlisi qualitativa

Les xarxes sistèmiques s'utilitzen com un instrument d'anàlisi qualitatiu envers les activitats d'aplicació proposades després d'impartir la docència (Jorba i Sanmartí, 1994). Dins de la metodologia d'investigació mixta són dades complementàries d'ordre qualitatiu dins de la modalitat d'investigació-acció del paradigma sociocrític. Tanmateix, aquestes primeres dades passen a ser quantitatives quan s'estableix l'índex de xarxa proposat per Iñiguez (2006), i formen part del paradigma interpretatiu en el moment de la triangulació dels resultats.

La xarxa sistèmica és un artefacte que construeix el docent a partir de recollir les frases, procediments aplicats o dibuixos dels alumnes. La seva elaboració inicial és costosa, però és vàlida per a moltes generacions d'alumnes, ja que no varien els tipus de dificultats que possibilita detectar. Al professorat l'ajuda a identificar on estan els obstacles de l'alumnat, els compartits per la majoria d'aprenents i els particulars. Per tant, permet personalitzar, si cal, la retroalimentació, i ajudar a superar-los un a un. És un instrument especialment útil per analitzar els punts de partida o les dificultats que sorgeixen al llarg del procés d'aprenentatge.

Aquest tipus d'instrument es proposa per Bliss, Monk, i Ogborn (1983), permeten recollir el coneixement científic acceptat com a correcte, així com també faciliten la comprensió entre els conceptes i les seves interrelacions. En aquesta anàlisi categòrica es poden distingir les respostes correctes de les incorrectes, o també el tipus de raonament de l'alumnat.

Per a quantificar-les, Iñiguez, (2006) proposa l'Índex de la xarxa, el qual permet determinar la validesa de les respostes dels alumnes, és a dir, si el seu model mental s'ajusta al coneixement

científic esperat, o també, si els procediments que utilitzen en l'elaboració de la tasca són científicament correctes.

Considerant aquests conceptes, es fan tres xarxes sistèmiques per valorar les tasques d'aplicació de la seqüència didàctica que s'explica en el següent apartat. Les tasques consisteixen en fer un Disseny Experimental amb Control de Variables (DECV), incloure els ODS en aquest disseny i finalment, elaborar un mapa conceptual per estructurar el coneixement instruït al llarg de la seqüència didàctica. En cada tasca es detalla la xarxa sistèmica utilitzada amb el seu índex de xarxa, per a valorar-ho numèricament.

Els valors màxims de cada xarxa sistèmica responen a la perfecció en l'elaboració de la tasca, tenint en compte els procediments que s'utilitzen i els continguts que s'hi reflecteixen. Cal remarcar que la mirada d'aquestes xarxes és transversal, és a dir, no es poden comparar en el temps, però cal esperar que les activitats d'aplicació que es proposen facilitin el canvi conceptual, el qual s'hauria de veure en el qüestionari CTTH després de la intervenció.

#### **10.3.2.1 Procés d'anàlisi de les xarxes sistèmiques dels DECV**

En la xarxa sistèmica que es proposa per a l'anàlisi dels DECV, que han fet tots els grups de treball, es té en compte la part procedimental i la conceptual. Per a la part procedimental es valora si s'identifiquen els tres tipus de variables, i si saben fer-ne el procediment. És a dir, si expliquen el tipus de canvi que fan per a la variable independent, determinen el tipus de registre en la variable dependent i si expliquen com fan el control de les variables control. També, per la part procedimental, es valora si fan bé la pregunta d'investigació, entenent que en la qüestió cal que apareguin la variable independent i la dependent.

Pel que fa a la part conceptual, es valora si s'investiga o no el fenomen sonor que acompanya l'enunciat del DECV i si l'enfocament en el disseny experimental és per generació, transmissió o recepció; entenent que cada DECV pot tenir un enfocament diferent, però segons el fenomen que s'estudia, l'enfocament és dona per generació del so o en el moment en el que es transmet, o bé en el moment en el que es rep, segons l'enunciat del DECV es valora de manera diferent aquest enfocament.

### Part III: Fonamentació metodològica

Tenint en compte aquestes consideracions, es descriuen diferents categories que es codifiquen i se'ls hi aplica un valor, el qual varia segons el tipus de raonament que es fa, és a dir, si és científicament correcte o incorrecte, tant en procediments, com en conceptes.

En el cas del disseny experimental es considera la xarxa sistèmica procedimental descrita a la taula 26, on els valors dels ítems són entre parèntesis. En la primera categoria el valor màxim que es pot obtenir és de 2, si només s'identifiquen 2 categories, i d'1 si s'identifiquen 3 categories. En la segona categoria el valor màxim és d'1, si només hi ha dues categories i de 0,5 si n'hi ha 3. I la tercera categoria, té com a valor màxim 0,5. Quan l'ítem no apareix o és inexistent, el valor que s'obté és zero. De manera que la puntuació màxima que es pot obtenir és de 10.

La primera categoria es codifica amb les lletres de l'alfabet amb majúscula i s'identifiquen les següents:

- A. Fan la pregunta d'investigació
  - A' Fan una nova pregunta tot i no ser d'investigació
- B. En el disseny experimental s'identifica la variable independent
- C. En el disseny experimental s'identifica la variable dependent
- D. En el disseny experimental s'identifiquen les variables control
- E. No es dona el paràmetre de control

En el cas de la segona categoria, la codificació que s'utilitza és l'alfabet grec, utilitzant alfa pel valor que té màxima puntuació, beta pel valor intermedi i gamma pel que no té valor, és a dir que el seu valora val zero. Finalment, per a la tercera categoria es fan servir números romans, i amb la mateixa metodologia que en el cas anterior, la categoria I té el valor màxim d'un punt, la II té el valor intermedi de 0,5 punts i la III té el valor nul. Tot plegat es representa en el quadre-resum de la xarxa sistèmica del DECV de tipus procedimental de la taula 26.

### Part III: Fonamentació metodològica

Taula 26. Quadre-resum de la xarxa sistèmica utilitzada per valora l'índex de xarxa dels DECV en funció de l'anàlisi procedimental

Paràmetres de control		1a categoria (A, B, C, D i E)	2a categoria ( $\alpha$ , $\beta$ i $\gamma$ )	3a categoria (I, II i III)	
Procediment del DECV	Pregunta d'investigació	Sí en fan (2p) A	Surten les 2 variables (variable dependent i independent) (1p) $\alpha$		
			Surt 1 variable, la independent (0,5p) $\beta$		
			Surt 1 variable, la dependent (0,5p) $\beta$		
		Canvi en el tipus de pregunta, però no és d'investigació (0, 5p) A'			
		No, en fan (0p) E			
	DECV (variable independent)	Hi ha la variable independent (1p) B	Només n'hi ha una (0,5p) $\alpha$	Detall del canvi (0,5p) I	
				Sense detall (0p) III	
		N'hi ha més de dues (0p) $\gamma$			
	No apareix la variable independent (0p) E				
	DECV (variable dependent)	Hi ha la variable dependent (1p) C	Només n'hi ha una (0,5p) $\alpha$	Hi ha registre de dades (0,5p) I	
				No hi ha registre de dades (0p) III	
		N'hi ha més de dues (0p) $\gamma$			
	No apareix la variable dependent (0p) E				
	DECV (variable dependent)	Hi ha variables control (1p) D	Hi són totes (1p) $\alpha$	Detall de les mesures de control (1p) I	
				No hi ha detall de les mesures de control (0p) III	
		En falta alguna (0,5p) $\beta$	Detall de les mesures de control (0,5p) I		
No hi ha detall de les mesures de control (0p) III					
No hi ha variables control (0p) E					

Per mesurar el contingut dels DECV s'utilitzen diferents xarxes sistèmiques en funció del fenomen d'estudi de l'enunciat. Així doncs, en el cas de la qüestió: «Com és que sentim el despertador quan el tenim amagat a l'armari? Argumenta-ho. (atenuació)», el tipus d'enfocament que domina és el de recepció, de manera que en aquest cas, el màxim valor que té la segona categoria es dona per aquest ítem, tal com mostra la taula 27. Passa el mateix en l'enunciat: «A fora d'una sala de gravació no se



### Part III: Fonamentació metodològica

sent res, en canvi, al passadís de la facultat se sent el murmur de la gent quan fa classes, per què creus que passa això? (absorció)»; de manera que s'utilitza el mateix índex de xarxa de la mateixa xarxa sistèmica de contingut representada en la taula 27.

Taula 27. Quadre-resum de la xarxa sistèmica utilitzada per valorar l'índex de xarxa dels DECV en funció de l'anàlisi de contingut dels enunciat relatiu a l'atenuació i l'absorció

Paràmetres de control		1a categoria (E, F i G)	2a categoria ( $\alpha$ , $\beta$ i $\gamma$ )	
Conceptes del DECV	Investigació del fenomen de l'enunciat	Es fa la investigació del fenomen de l'enunciat (5p) F		
		La investigació del fenomen de l'enunciat és parcial (3p) G		
		No hi ha investigació del fenomen de l'enunciat (0p) E		
	Enfocament del fenomen de l'enunciat	Hi ha enfocament (3p) F	Domina la generació (1p) $\beta$	
			Domina la transmissió (1p) $\beta$	
			Domina la recepció o es tenen en compte la resta d'enfocaments, inclosa la recepció (2p) $\alpha$	
			No es dona cap domini (0p) $\gamma$	
No hi ha cap enfocament (0p) E				

En el cas de l'enunciat: «Com explicaries l'eco? Explica quan i com es produeix. (reflexió)», el tipus d'enfocament que domina és la transmissió, igual que per a l'enunciat: «Podríem sentir sons a la Lluna? I al fons del mar? Argumenta-ho. (el so necessita un medi per propagar-se)». Per fer l'anàlisi es fa servir la xarxa sistèmica de contingut de la taula 28.

La suma màxima de l'índex de xarxa de les dues xarxes sistèmiques referents als continguts és 10. Es continua usant el mateix tipus de codificació que en la xarxa sistèmica procedimental. De manera que per a la primera categoria s'identifiquen

- E. No es dona el paràmetre de control
- F. La investigació és correcta
- G. La investigació és correcta parcialment

I per la segona categoria es fa servir, novament, l'alfabet grec com a codi utilitzant les mateixes valoracions, on alfa té la màxima puntuació, beta la puntuació intermèdia i gamma la puntuació nul·la.

### Part III: Fonamentació metodològica

Taula 28. Quadre-resum de la xarxa sistèmica utilitzada per valora l'índex de xarxa dels DECV en funció de l'anàlisi de contingut dels enunciat relatiu a la necessitat d'un medi físic per a la propagació i la reflexió

Paràmetres de control		1a categoria (E, F i G)	2a categoria ( $\alpha$ , $\beta$ i $\gamma$ )
Conceptes del DECV	Investigació del fenomen de l'enunciat	Es fa la investigació del fenomen de l'enunciat (5p) F	
		La investigació del fenomen de l'enunciat és parcial (3p)G	
		No hi ha investigació del fenomen de l'enunciat (0p) E	
	Enfocament del fenomen de l'enunciat	Hi ha enfocament (3p) F	Domina la generació (1p) $\beta$
			Domina la transmissió o es tenen en compte la resta d'enfocaments, inclosa la transmissió (2p) $\alpha$
			Domina la recepció (1p) $\beta$
			No es dona cap domini (0p) $\gamma$
No hi ha cap enfocament (0p) E			

#### 10.3.2.2 Procés d'anàlisi de les xarxes sistèmiques de la sostenibilitat mitjançant els ODS dins dels DECV

Com en el cas anterior, es fa una xarxa sistèmica per valorar el grau d'expertesa dels estudiants quan afegeixen els ODS en un dels dos DECV que han de fer. Es tenen en compte les tres categories que es codifiquen seguint els mateixos criteris que en el cas de les xarxes sistèmiques procedimentals als DECV. En aquest cas, sols s'estableix un criteri que fa referència a l'existència o no dels ODS. Una altra vegada, la puntuació màxima és de 10. En la taula 29 es detallen les puntuacions i les categories, que són les mateixes que s'utilitzen en les xarxes sistèmiques conceptuals. En el cas de la primera categoria es distingeix la presència dels ODS, amb la lletra H com a codi, i l'absència dels ODS, utilitzant la lletra E, com en la resta de xarxes sistèmiques descrites fins ara.

Taula 29. Quadre-resum de la xarxa sistèmica utilitzada per valorar l'índex de xarxa en la inclusió dels ODS

Paràmetres de control	1a categoria (E, H)	2a categoria ( $\alpha$ , $\beta$ i $\gamma$ )	3a categoria (I, II i III)
Sostenibilitat mitjançant els ODS	Presenta els ODS (5p) H	Integrats en el DECV (2,5p) $\alpha$	Ben argumentats (2,5p) I
			Argumentació parcial (1,5p) II
			Sense argumentació (0p) III
		Els integren de manera general (1,5p) $\beta$	Ben argumentats (2,5p) I
			Argumentació parcial (1,5p) II
			Sense argumentació (0p) III
	Sense integrar en el DECV (0p) $\gamma$		
No presenta els ODS (0p) E			

### 10.3.2.3 Procés d'anàlisi de les xarxes sistèmiques dels mapes conceptuais

L'anàlisi qualitatiu es fa mitjançant xarxes sistèmiques, però des dos punts de vista diferents. Primerament s'utilitzen els criteris modificats per Prats i Salinas (2018) i Prats, Salinas i Ferrer (2018), i després es fan servir els mateixos criteris de les xarxes sistèmiques que s'han utilitzat en els DECV i en els ODS.

En el primer cas, la doble rúbrica proposada per Prats i Salinas (2018) i Prats, Salinas i Ferrer (2018), serveix com inspiració per crear-ne una altra més senzilla; ja que l'alumnat d'educació no està entrenat en fer mapes conceptuais i en la majoria dels casos és novell en la seva confecció, per aquesta raó, se li donen els següents criteris d'avaluació per a fer-los, que es basen en la definició d'un mapa conceptual:

- El mapa conceptual ha de començar amb una pregunta
- Han d'aparèixer tots els conceptes
- Els conceptes han d'estar disposats de manera jeràrquica
- Entre els conceptes hi ha paraules enllaç, com per exemple: és, depèn, serveix, (preposicions i conjuncions), entre d'altres; les quals formen proposicions que es poden llegir de principi a fi
- Entre els conceptes hi ha relacions (fletxes entre conceptes)

A més, també se'ls hi donen els conceptes que han d'aparèixer en el mapa, per intentar que l'alumnat faci un mapa similar i es fixi tant en els aspectes físics i tècnics, com en els fisiològics. Aquests conceptes són els següents: so, oïda, fatiga, hertz, absorbent acústic, soroll, escolta, ona, decibels, efecte Doppler, intensitat, altura, reflexió, reverberació, atenuació, refracció, reflector acústic, difracció, aula i alteració.

Es tracta, doncs de fer una primera aproximació de l'instrument d'avaluació de Prats i Salinas (2018) amb una sèrie de modificacions que faciliten l'avaluació d'un primer mapa conceptual per part de l'alumnat de magisteri.

Els criteris de la doble rúbrica de Prats i Salinas (2018) que s'utilitzen són tots els referits al conjunt del mapa conceptual, un referit a les proposicions, un altre referit als conceptes i finalment un altre referit a altres elements del mapa conceptual. Tots ells, són considerats bàsics, és a dir, han de ser

### Part III: Fonamentació metodològica

avaluats obligatòriament. S'han obviat els criteris secundaris com a indicadors. Tots els criteris es consideren iguals, no hi ha rang entre ells, ja que s'avalua un primer mapa i es considera que tots els criteris són imprescindibles per a la creació d'aquest instrument.

La taula 30 relaciona els criteris de Prats i Salinas (2018) en una columna, i en l'altra es mostren les modificacions o aclariment d'aquests, amb les diferents ponderacions: de zero a tres; sent zero la inexistència del criteri i tres l'excel·lència. Per a cada cas, es detalla, com ha de ser el criteri avaluador per assignar un dels valors. Alhora, i davant de cada criteri, hi ha la codificació del criteri entre parèntesis – criteri mapa (CM) -, en la qual s'indica el número i si és topològic – amb una T- o bé semàntic – amb una S- abans d'afegir la numeració, que s'inicia tant pels criteris topològics com semàntics. Per exemple, per al criteri del mapa 1 de tipus semàntic, la codificació és: CM-S-01.

Taula 30. Relació entre els criteris de Prats (2018) amb els criteris modificats

	<b>Criteri textual de Prats i Salinas (2018)</b>	<b>Criteris modificats</b>
Referits al conjunt del mapa conceptual	Pregunta d'enfocament (Cañas i Novak, 2012) S'ha assenyalat per part de diferents autors la importància que té la pregunta d'enfocament ( <i>focus question</i> ) en el mapa conceptual. Molts d'ells manquen d'aquest element, o bé la pregunta està mal plantejada. En cas que sigui present, ha d'analitzar-se si el mapa conceptual respon, en part o totalment, a la pregunta d'enfocament.	(CM-S-01) Es distingeixen els següents tipus d'inici: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Concepte secundari, amb valor 0</li> <li>- Concepte principal, amb valor 1</li> <li>- Pregunta literal, amb valor 2</li> <li>- Pregunta d'enfocament amb valor 3</li> </ul>
	Nivell de ramificació (Miller, 2008 ; Strautmane, 2012) Es considera que existeix ramificació quan «d'un node, concepte o frase d'enllaç, surten 2 o més línies de connexió» (Cañas i altres, 2006). S'estableixen diferents categories segons el nombre de ramificacions existents.	(CM-T-01) Es distingeixen la forma topològica - conjunt de nodes interconnectats- del mapa conceptual segons com són les ramificacions. Es distingeixen les topologies més òptimes per fer un mapa conceptual: arbre, híbrid semi-graduat, estrella i híbrid; amb les formes de mapa mental: malla, xarxa, híbrid, anell o cíclica i bus. I s'estableixen els següents valors: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Altres topologies amb valor 0</li> <li>- Topologia d'estrella o híbrid 1</li> <li>- Topologia híbrid semi-graduat amb valor 2</li> <li>- Topologia d'arbre amb valor 3</li> </ul>

### Part III: Fonamentació metodològica

	<b>Criteri textual de Prats i Salinas (2018)</b>	<b>Criteris modificats</b>
	Nivell de profunditat (Novak i Gowin, 1988) El nivell de profunditat recull el nombre de nivells que té el mapa conceptual, començant a comptar a partir d'aquells que tenen el seu origen en el concepte principal.	(CM-T-02) Es distingeixen els següents nivells de profunditat: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nivell 0, amb cap nivell de profunditat, amb valor 0</li> <li>- Nivell 1, d'un nivell de profunditat, amb valor 1</li> <li>- Nivell 2, de 2 a 3 nivells de profunditat, amb valor 2</li> <li>- Nivell 3, de 4 o més nivells de profunditat, amb valor 3</li> </ul>
	Estructura jeràrquica (Prats i Ferrer, 2012, 2014) Els mapes conceptuals han de tenir una estructura jeràrquica clara, començant per la part superior i els seus elements han d'estar ben organitzats. Al mateix temps, l'estructura jeràrquica ha de facilitar la comprensió del mapa conceptual.	(CM-T-03) Es distingeixen les següents estructures jeràrquiques: <ul style="list-style-type: none"> <li>- No hi ha estructura jeràrquica amb valor 0</li> <li>- L'estructura és semi-jeràrquica, el concepte principal és a al centre del mapa, amb valor 1</li> <li>- L'estructura és semi-jeràrquica, el concepte principal és a dalt i al centre, amb valor 2</li> <li>- L'estructura és jeràrquica clara, amb valor 3</li> </ul>
	Enllaços creuats (Cañas i Novak, 2012) Es considera com a tals a «aquells que es donen entre conceptes de diferents parts del mapa conceptual. Això ens mostra que un determinat concepte que forma part d'una part de l'un mapa conceptual està directament relacionat amb un altre d'un fragment diferent d'aquest» (Prats, 2012)	(CM-T-04) Es distingeixen els següents enllaços creuats: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inexistent, no hi ha enllaços creuats amb valor 0</li> <li>- Mínima, quan hi ha un enllaç creuat, amb valor 1</li> <li>- Mitjana, quan hi ha entre 2 i 3 enllaços creuats, amb valor 2</li> <li>- Elevada, quan hi ha 4 o més enllaços creuats, amb valor 3</li> </ul>
<b>Referits a les Proposicions</b>	La proposició com a unitat de significat (Novak i Gowin, 1988; Miller, 2008) Si en l'ítem anterior s'analitzen en nombre de proposicions, aquí es pretén enumerar aquelles que siguin vàlides i significatives.	(CM-S-02) En aquest cas, es distingeixen les estructures proposicionals: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inexistent, no es llegeix cap proposició, amb valor 0</li> <li>- Mínima, quan es poden llegir entre 1 i 2 proposicions, amb valor 1</li> <li>- Mitjana, quan es poden llegir entre 3 i 4 proposicions, amb valor 2</li> <li>- Elevada, quan tot el mapa conceptual es pot llegir amb proposicions, amb valor 3</li> </ul>

### Part III: Fonamentació metodològica

	<b>Criteri textual de Prats i Salinas (2018)</b>	<b>Criteris modificats</b>
Referits als Conceptes	Concepte principal (Cañas i Novak, 2006) El concepte principal, és, al costat de la pregunta d'enfocament, un dels elements que marquen el contingut del mapa conceptual. Amb aquest ítem es pretén avaluar la relació que tenen tots els conceptes amb el principal, valorant també la claredat d'aquest.	(CM-S-03) En aquest cas, es té en compte que la tria del concepte principal és la idònia o no, ja que se'ls hi dona una llista dels conceptes que han d'aparèixer i per tant es simplifica la capacitat d'elecció, per tant, és distingeixen només 2 criteris: <ul style="list-style-type: none"> <li>- No s'ha triat el concepte clau – el so – amb valor 0</li> <li>- S'ha triat el concepte clau – el so – amb valor 3</li> </ul>
Referits a altres Elements del Mapa Conceptual	Existència de recursos (que no siguin altres mapes conceptuais) (Prats i Ferrer, 2012, 2014) Amb el programa <i>MapTools</i> (Cañas et al., 2004), existeix la possibilitat d'afegir recursos de diferents tipus (text, so, imatge, vídeo...). Amb aquest criteri avaluem si el mapa té recursos afegits.	(CM-T-05) Els programaris emprats són varis, i tots, ofereixen la possibilitat d'afegir recursos. Distingint com a recursos, explicacions i/o exemples al final dels nodes o bé, imatges d'explicacions i/o exemples al final del node. Així doncs, es distingeixen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- No hi ha cap recurs amb valor 0</li> <li>- Hi ha 1 sol recurs amb valor 1</li> <li>- Hi ha entre 2 i 3 recursos amb valor 2</li> <li>- Hi ha més de 3 recursos diferents (imatges i text) amb valor 3</li> </ul>

Tal com s'observa en la taula 30, hi ha 5 criteris topològics i 3 de semàntics, de manera que la part semàntica necessàriament li cal un altre instrument d'anàlisi, que és la construcció d'una xarxa sistèmica. Amb relació als criteris topològics cal destacar el criteri M- T-01, en el qual s'afegeix la topologia: híbrid semigraduat, que és molt semblant a la d'arbre, però té la peculiaritat que sols té un nivell de ramificació i que de la paraula principal en surten més de 3 línies o fletxes. Aquesta no està definida informàticament, però és una forma més detallada d'arbre que ve mancada de nivells de ramificació, tal com es detalla en la figura 37 de l'apartat 10.2.2.3.

Per a l'anàlisi de la part semàntica dels mapes conceptuais es fa una nova xarxa sistèmica, seguint els criteris de les xarxes sistèmiques dels DECV i de la sostenibilitat. De manera que amb les lletres de l'alfabet amb majúscula s'identifiquen els ítems de la primera categoria; utilitzant la lletra E per a designar que «no es dona el paràmetre de control»; com en les altres xarxes sistèmiques dels DECV i dels ODS. Per la segona categoria es fa servir, novament, l'alfabet grec com a codi utilitzant les mateixes valoracions, on alfa té la màxima puntuació, beta la puntuació intermèdia i gamma la puntuació nul·la. Finalment, per a la tercera categoria es fan servir números romans, i amb la

### Part III: Fonamentació metodològica

mateixa metodologia que en el cas anterior, la categoria I té el valor màxim d'un punt, la II té el valor intermedi i la III té el valor nul.

Les categories que s'utilitzen són les semàntiques: CM-S-03 per a la categoria 1 i el CM-S-02 modificat per a la categoria 2. No es té en compte el tipus de pregunta (CM-S-01) perquè l'alumnat està aprenent a fer bones preguntes, les quals no es poden fer si no s'han triat els conceptes principals, per això, pren més força la tria dels conceptes de la categoria CM-S-03; així mateix, es considera rellevant com l'alumnat enllaça els conceptes, per això s'utilitza el CM-S-02 modificat, valorant si les relacions que es donen en els mapes conceptuals són jeràrquiques i la relació entre els conceptes és la lògica, tenint en compte el model d'expert. En la tercera categoria, es valora si exemplifiquen o no els conceptes, utilitzant recursos com ara, explicacions, dibuixos o relacions amb altres conceptes.

Tot plegat es representa en el quadre-resum (taula 31) per valorar l'índex de xarxa de la part semàntica dels índexs de xarxa. Tal com es pot observar en la taula 31, totes les categories es poden produir sempre, donat que no són excloents entre ells, ja que, per exemple, es poden triar altres mots com a principals per començar a fer el mapa conceptual (1a categoria E) i pot existir molt bona relació entre els conceptes (2a categoria  $\alpha$ ) o bé només es donen bons exemples (3a categoria I); per tant, es poden produir totes les casuístiques.

### Part III: Fonamentació metodològica

Taula 31. Quadre-resum de la xarxa sistèmica utilitzada per valorar l'índex de xarxa semàntic dels mapes conceptuals

Paràmetres de control	1a categoria (I, E)	2a categoria ( $\alpha$ , $\beta$ i $\gamma$ )	3a categoria (I, II i III)
Criteris semàntics dels mapes conceptuals	S'ha triat el concepte clau, el so (CM-S-03) (5p) H	Bona relació entre els diferents conceptes (2,5p) $\alpha$ (CM-S-02 modificat)	Ben exemplificat (2,5p) I
			Exemplificació parcial (1,5p) II
			Sense exemplificació mínima (0p) III
		La relació entre els conceptes és mitjana (1,5p) $\beta$ (CM-S-02 modificat)	Ben exemplificat (2,5p) I
			Exemplificació parcial (1,5p) II
			Sense exemplificació mínima (0p) III
	No hi ha relació entre els diferents conceptes (0p) $\gamma$ (CM-S-02 modificat)	Ben exemplificat (2,5p) I	
		Exemplificació parcial (1,5p) II	
		Sense exemplificació mínima (0p) III	
	No s'ha triat el concepte clau, el so (CM-S-03) (0p) E	Bona relació entre els diferents conceptes (2,5p) $\alpha$ (CM-S-02 modificat)	Ben exemplificat (2,5p) I
			Ben exemplificat (2,5p) I
			Sense exemplificació mínima (0p) III
La relació entre els conceptes és mitjana (1,5p) $\beta$ (CM-S-02 modificat)		Ben exemplificat (2,5p) I	
		Exemplificació parcial (1,5p) II	
		Sense exemplificació mínima (0p) III	
No hi ha relació entre els diferents conceptes (0p) $\gamma$ (CM-S-02 modificat)	Ben exemplificat (2,5p) I		
	Exemplificació parcial (1,5p) II		
	Sense exemplificació mínima (0p) III		

#### 10.3.2.4 Procés d'anàlisi dels mapes sonors

L'alumnat es col·loca de manera estratègia dins de l'aula del Laboratori de Geologia de Mundet per tal de prendre valors sonors en tots els racons utilitzant l'aplicació mòbil: *Sound Meter*. Tots els participants han pres dades, a través del seu mòbil, durant el mateix interval de temps. Cada estudiant té assignat un lloc particular per tal de posicionar les seves mesures sobre el plànol del Laboratori de Geologia. Després, es passen les dades en un full de càlcul, on hi ha, per una banda, les mesures mitjanes en decibels per a les diferents situacions sonores registrades per l'*App Sound Meter*, i, per altra banda, la posició de l'estudiant que ha pres la dada d'intensitat sonora.



### Part III: Fonamentació metodològica

Per fer els mapes s'utilitza el programari Surfer-16. En primer lloc, es passen les dades del full de càlcul a una matriu de dades del programari (*Grid data*), les quals es processen amb el mètode *Kriging*, amb la transformació de la z lineal, és a dir, no logarítmica. En base a aquestes dades processades, es fa un mapa de contorns que uneix diferents isoietes sonores. A aquest mapa de contorns se li dona una escala de colors, sent el vermell la zona més intensa i el blau s'atorga a la zona menys intensa. Per aquesta raó, cada mapa expressa un paisatge sonor concret, que no es pot comparar amb un altra mapa, ja que l'escala de colors facilita la comprensió d'un escenari concret. Per això, no s'indica cap llegenda general, i per a comparar els mapes cal fixar-se en el valor de les isoietes, i no en els seus color.

L'altra anàlisi que es fa és el de la percepció sonora dels participants. Per a cada escenari sonor es diu una paraula clau que l'estudiant anota, i es compara si la seva resposta coincideix amb la paraula clau de la professora. A més, a més, es coneix la posició de l'estudiant i es pot determinar si hi ha espais en el Laboratori on les paraules deixen d'escoltar-se, quan el soroll les emmascara.

## 11 Disseny metodològic de la tercera etapa

En la figura 42 es mostra esquemàticament el disseny metodològic que se segueix per dur-la a terme per tal d'assolir l'objectiu 3, de manera que els instruments utilitzat per recollir les dades i l'anàlisi de les dades es fusionen en un únic punt.

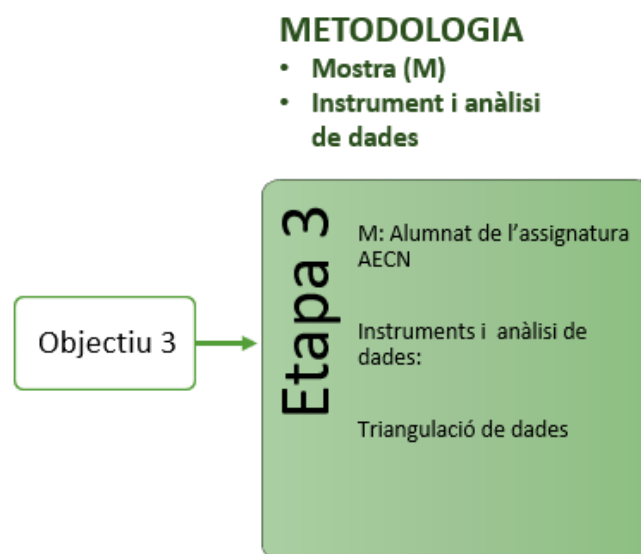


Figura 42. Detall del disseny metodològic de la tercera etapa de la recerca

La darrera etapa és la triangulació dels resultats obtinguts amb els següents instruments:

- Qüestionari CTTH preintervenció
- Qüestionari CTTH postintervenció
- Mapes sonors
- Activitat d'aplicació de la seqüència didàctica:
  - o Dissenys experimentals amb control de variables
  - o Sostenibilitat: ODS inclosos en els DECV
  - o Mapes conceptuals

#### 11.1 Mostra de la tercera etapa

La mostra d'aquesta etapa és la mateixa que en la segona etapa, de 89 participants que cursen l'assignatura d'Aprenentatge i Ensenyament de les Ciències Naturals i es descriu en el punt 10.1.

#### 11.2 Instruments i procés d'anàlisi de la tercera etapa

La comparació dels qüestionaris es fa mitjançant una anàlisi relacional o d'inferència de manera quantitativa, utilitzant el test de *McNemar*, per a preguntes dicotòmiques, i de *McNemar-Bowker*, per a qüestions politàmiques, amb el programari SPSS. Aquests tests notifiquen si hi ha canvis entre les respostes pre i post intervenció educativa, és a dir, serveixen per fer estudis observacionals o experimentals, on les mesures o les dades que es prenen en diferents intervals de temps (abans i després de la intervenció) poden canviar o no. Aquest enfocament quantitatiu és bàsicament positivista. Per tant, en aquests tests només es mesura si hi ha o no canvi entre les respostes de l'estudi longitudinal, per tant, cal una interpretació de les dades, que es fa tenint en compte els resultats obtinguts de les produccions de l'alumnat a partir de la intervenció de la innovació didàctica.

## 12 Criteris ètics i deontològics

Durant la investigació, la població d'estudi forma part dels Graus de Mestre de Primària, d'Infantil i del doble Grau, i en tots els qüestionaris que han participat se'ls hi ha demanat el nom i cognoms. Això s'ha fet sobretot per establir una correspondència entre el qüestionari CTTI abans i després de la docència i també per poder-los-hi demanar explicacions de les seves respostes per comprendre-les més bé, si era necessari requerir-les.

A més, es donen altres mesures ètiques durant la investigació, que tenen per objectiu reservar-ne la confidencialitat de les seves respostes o intervencions. Quan realitzen els qüestionaris se'ls informa de la finalitat de la recerca, ja sigui de viva veu, quan el qüestionari és en paper, o bé amb el text introductor del qüestionari quan es fa en línia. L'anonimat en el tractament de les dades es fa donant un valor numèric a cada participant.

En tots els qüestionaris, se'ls hi inclou un document de consentiment informat (figura 43), en el qual s'explica que les dades que aporten són confidencials i anònimes, i que seran tractades amb el màxim respecte, ja que la finalitat de les seves respostes és l'estudi d'aquesta tesi. L'anonimat es garanteix mentre es prenen les dades, en els qüestionaris i activitats, es tracten les dades i s'estableixen els resultats, tot plegat, per tal de garantir el dret a la intimitat i la confidencialitat de les dades personals.

AUTORITZACIÓ

---

En/ Na ..... amb DNI ..... autoritza que es puguin utilitzar les dades del qüestionari de la tesi *La influència de la percepció del so ambiental en l'àmbit educatiu: avaluació, mesures i aplicacions*. de l'estudiant Íngrit Soriguera Gellida de la Facultat d'Educació de la Universitat de Barcelona.

Per la seva part, l'estudiant s'ha compromès a: "respectar els drets fonamentals de les persones, siguin infants o persones adultes; | demanar el consentiment de les persones que col·laborin o participin en el treball; respectar l'esfera privada de totes les persones, grups o institucions que participin o estiguin relacionades amb el treball; utilitzar la informació obtinguda només amb finalitats científiques i donar compte dels resultats del treball a les persones, grups o institucions col·laboradores".

.....

Signatura

..... de ..... de 20

Figura 43. Document de consentiment informat que es fa signar en tots els qüestionaris en els que participen els futurs mestres

### Part III: Fonamentació metodològica

En definitiva, una investigació ha de ser ètica i respectuosa amb la societat perquè en el fons vol revertir-ne les conclusions en la mateixa societat. Per fer-ho possible i fer-ho adequadament, en aquesta tesi, es compleixen els principis que estableix el codi d'integritat en la Recerca de la Universitat de Barcelona: honestat, responsabilitat i rendició de comptes, fiabilitat, rigor, respecte i independència (Vicerectorat de Recerca, Universitat de Barcelona, 2020).

### Idees clau de la PART III

La metodologia emprada en la recerca és mixta, i s'hi distingeixen 3 etapes d'investigació, per tal d'assolir l'objectiu: Caracteritzar els coneixements sobre el so dels futurs mestres per a propiciar-ne l'alfabetització científica d'aquesta temàtica i fer-ho de manera sostenible utilitzant els ODS.

En la primera etapa es dona una diagnosi inicial de les idees prèvies de l'alumnat d'Educació, des del 2016 fins al 2019, mitjançant l'anàlisi d'un qüestionari CTTH. La recerca és, bàsicament, descriptiva i serveix per elaborar la innovació didàctica, juntament amb la fonamentació teòrica de la Part II.

En la segona etapa s'implementa la innovació didàctica durant el curs acadèmic 2021-2022, i a partir d'ella s'obtenen diferents instruments d'anàlisi per a la recerca: mapes sonors i produccions de l'alumnat de la fase d'aplicació de la seqüència didàctica.

Els mapes sonors formen part d'una recerca experimental, i les produccions de l'alumnat: mapes conceptuals, DECV i integració dels ODS, formen part d'una recerca interpretativa que s'analitza amb xarxes sistèmiques.

L'altre instrument d'anàlisi és el qüestionari CTTH que es passa abans i després de la intervenció de la seqüència d'innovació, i es compara mitjançant una anàlisi estadística.

En la tercera etapa es fa la triangulació dels resultats obtinguts pels diferents instruments d'anàlisi. Primerament fent una anàlisi estadística relacional entre el qüestionari preintervenció i postintervenció, amb el test de *McNemar* i *Bowker McNemar*, tenint en compte els resultats obtinguts en les xarxes sistèmiques de les produccions de l'alumnat en la fase d'aplicació de la seqüència d'innovació.

## Part IV: Resultats i discussió

En aquesta part es presenten els resultats obtinguts de l'anàlisi dels diferents instruments emprats: qüestionaris, mapes sonors i produccions de l'alumnat. Els resultats es donen per etapes seguint la metodologia. Primerament, es fa una l'anàlisi estadística descriptiva de les dades quantitatives aconseguides pels diferents qüestionaris utilitzats. També es donen els resultats qualitatius que provenen de les respostes obertes dels qüestionaris i de les produccions de l'alumnat que han participat en la innovació didàctica; primordialment l'instrument utilitzat per a l'anàlisi són les xarxes sistèmiques. Finalment, es dona la triangulació dels resultats assolits mitjançant una anàlisi estadístic relacional i interpretatiu.

### 13 Tipus de resultats obtinguts

Les dades obtingudes durant aquesta recerca són producte del qüestionari i les produccions de l'alumnat participant de la innovació didàctica. En l'esquema de la figura 44, es detallen els resultats aconseguits durant les tres etapes de recerca; i també el nombre de persones o produccions que s'han analitzat, assenyalant-ho amb el valor *n*; i, si l'anàlisi utilitzada és quantitativa (QUAN, Quan) o qualitativa (QUAL, Qual), utilitzant la nomenclatura de Camerino, Castañer i Anguera (2012) i Camerino, Castañer i Fraile (2013), detallada en l'apartat 7 de la metodologia.

Per a cada anàlisi es puntualitza si són resultats descriptius, relacionals, interpretatius o bé, experimentals; i s'indica el programari que s'ha fet servir. Per a les dades quantitatives descriptives i relacionals es fa servir l'*SPPS*, mentre que per les dades experimentals dels mapes sonors s'empra el *Surfer-16*. La tècnica emprada per a l'anàlisi qualitativa són principalment les xarxes sistèmiques, a les quals se'ls hi dona un índex de xarxa i esdevenen dades quantitatives i s'interpreten els resultats. L'altra tècnica usada per a l'anàlisi qualitativa són els núvols de paraules, principalment en les qüestions obertes dels qüestionaris.

Part IV: Resultats i discussió

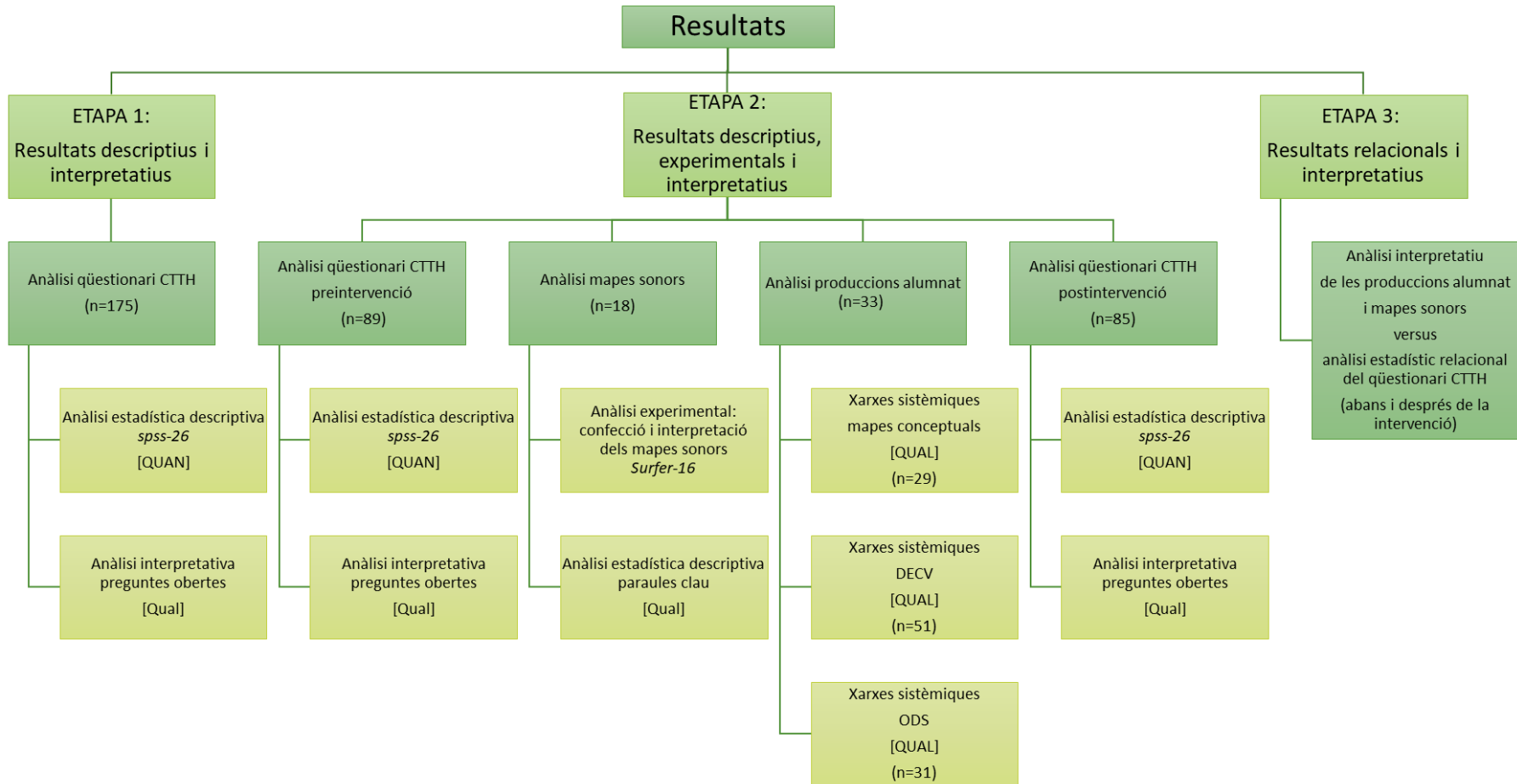


Figura 44. Esquema dels resultats de la recerca



## 14 Anàlisi i discussió de resultats de la primera etapa

Durant aquesta etapa els resultats obtinguts són descriptius i interpretatius tal com mostra la figura 45. El qüestionari CTTH emprat per a la investigació empírico-analítica ha estat el qüestionari detallat en l'apartat 9.2. Per tal d'afavorir que l'índex de resposta sigui elevat, el qüestionari es passa presencialment i es donen uns 15-20 minuts per a fer-lo.

Les respostes quantitatives s'han tractat mitjançant el programari *IBM SPSS Statistics versió 26*, així com les respostes qualitatives obertes, les quals es categoritzen per tal de ser tractades quantitativament. El tipus d'investigació és observacional, prospectiva, transversal, descriptiva i analítica. I els objectius estadístics són principalment descriptius i relacionals, quan hi ha contrast entre diferents qüestions. Els resultats s'han desglossat per blocs i només s'han inclòs les gràfiques i taules més significatives per a facilitar-ne la lectura i interpretació. Altres resultats d'aquesta etapa els podeu consultar en l'annex 2 o en el llibre de memòria.

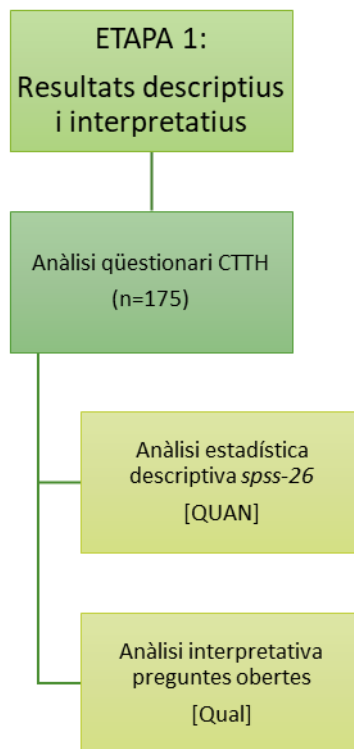


Figura 45. Detall del tipus d'anàlisi de la primera etapa

## Part IV: Resultats i discussió

Per una banda, s'han descrit les variables categòriques mitjançant taules de freqüències i diagrames de sectors en percentatges, amb els seus corresponents estadístics descriptius segons la naturalesa de les variables.

Mentre que, per altra banda, l'anàlisi relacional s'ha fet mitjançant taules de contingència. Per al contrast d'associació s'ha utilitzat, bàsicament, l'estadístic, khi-quadrat d'independència ( $\chi^2$ ) quan les dades ho han permès; moltes d'aquestes anàlisis s'han fet per a comparar qüestions que poden estar relacionades i que faciliten la comprensió de la mostra.

La mostra consta de 175 persones de diferents grups classe i diferents cursos acadèmics, tal com s'ha detallat en el punt 9.1 del capítol metodològic. L'anàlisi del qüestionari es fa mitjançant els blocs descrits en l'apartat 9.2; que són:

1. Dades demogràfiques
2. Antecedents
3. Hàbits
4. Coneixements
5. Condicionament acústic
6. Proposta didàctica en Educació Primària/Educació Infantil

Per tal de facilitar l'anàlisi, els blocs d'antecedents i hàbits es valoren conjuntament, ja que estan íntimament relacionats i aporten més informació si l'anàlisi és agrupat.

## 14.1 Anàlisi estadística i discussió del bloc de dades demogràfiques de la primera etapa

Tal com s'ha detallat en la metodologia, la mostra consta de 175 persones. La mitjana d'edat és de 21,77anys, amb una gran desviació estàndard de 4,434, la qual cosa és natural, ja que l'edat mínim és de 18 i la màxima de 48 anys. Les edats s'han agrupat per intervals tal com mostra la taula de freqüències (taula 32).

Taula 32. Freqüències i percentatges agrupats per intervals d'edat de la primera etapa

		Freqüència	Percentatge vàlid	Percentatge acumulat
Vàlid	De 18 a 20 anys	96	54,9	54,9
	De 21 a 23 anys	40	22,9	77,7
	De 24 a 26 anys	23	13,1	90,9
	Més gran de 27 anys	16	9,1	100,0
	Total	175	100,0	

Pel que fa al sexe, majoritàriament és femení, amb un 87,4%. La seva distribució per franges d'edat (figura 46), mostra com el sexe femení sempre és el més nombrós independentment de l'edat.

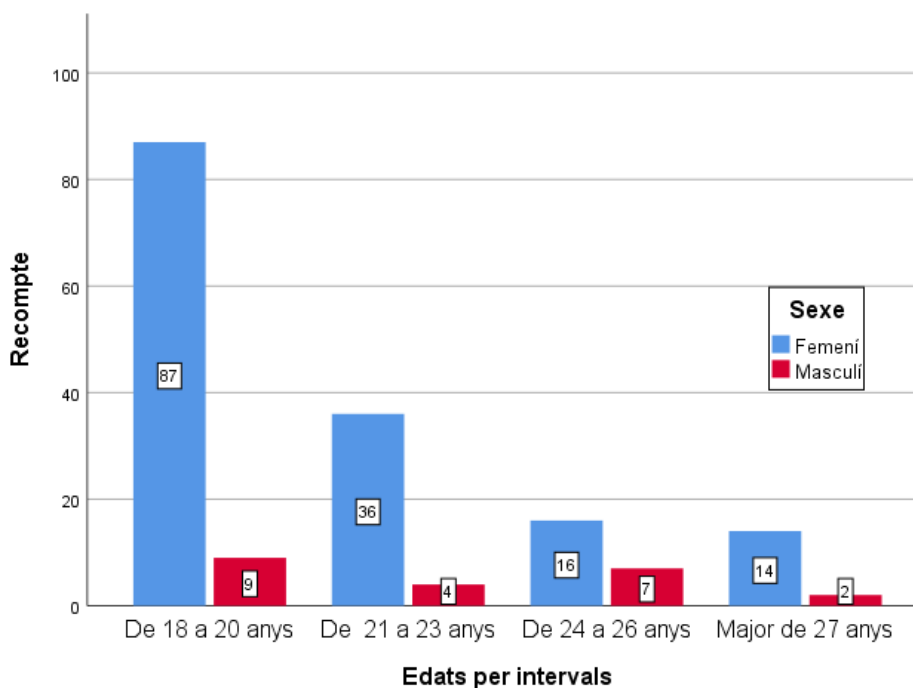


Figura 46. Diagrama de barres agrupat per rangs d'edat i sexe de la primera etapa

#### Part IV: Resultats i discussió

Pel que fa a la via d'entrada a la Universitat, s'han establert quatre categories, dues per les PAU: des del Batxillerat científic o des del social, una altra per assenyalar l'entrada des d'un cicle formatiu i la darrera categoria és un calaix de sastre que inclou; un canvi de carrera, una segona carrera o per proves d'accés de majors de 25 anys. L'entrada majoritària és la de les PAU a través d'un Batxillerat d'humanitats o ciències socials, amb un 56,6%; en segon lloc, a través dels Cicles Formatius de Grau Superior (CFGS), amb un 23,4%; en tercer lloc, des de les PAU, havent cursat un Batxillerat de ciències o tecnologia, i finalment, la categoria «Altres» compta amb un modest 6,9%. Cal destacar, el CFGS més freqüent és el d'Educació Infantil, amb un 78,4% respecte al total de persones que han entrat mitjançant un CFGS.

Les dades demogràfiques de la mostra són similars a les facilitades a la pàgina web de Formació del Professorat de la UB del curs 2009-2010. El percentatge de dones matriculades en aquell curs al Grau de Mestre d'Educació Primària és del 78,8% i al Grau de Mestre d'Educació Infantil del 96,7%. En la mostra el percentatge de dones és del 97,3%.

Cal tenir en compte que la mostra és força diversa, tant pel que fa als cursos com en els Graus, però té proporcions diferents. El grau amb més representativitat és el Grau de Mestre d'Educació Infantil i Primària (doble grau) amb un 45,14% del total; i el curs amb més representativitat és el de 2n, amb un 60%.

Tal com mostra la gràfica de barres agrupades (figura 47), hi ha 27 persones del Grau d'Educació Infantil, les quals cursen l'assignatura de 3r Coneixement i Exploració de l'Entorn Natural (CEEN) de 3r, en horari de tarda i durant el 2n semestre, de dos cursos acadèmics diferents. Cal precisar que aquest grup és el que té una representació més significativa d'alumnat que la cursa en la modalitat d'avaluació única, i per aquesta raó, el nombre de persones enquestades és de 2 grups de 13 i 14, respectivament.

Pel que fa a les persones que fan el Grau de Mestre d'Educació Primària, el grup més nombrós és el de 2n amb 57 persones (figura 47) que cursen Aprenentatge i Ensenyament de les Ciències Naturals (AECN), i 23 que fan optativa de Natura i Medi Ambient que és l'única que s'ofereix al matí, tots els altres grups enquestats fan la docència en horari de tarda.

Per últim hi ha 79 persones (figura 47) que cursen el doble grau, repartits a 1r i a 2n; les de primer cursen Alfabetització Digital durant el 2n semestre de 1r curs i encara no han cursat cap assignatura

## Part IV: Resultats i discussió

de Ciències Naturals durant la carrera. Mentre que les que cursen 2n, fan la tercera assignatura relacionada amb l'entorn natural: Aprenentatge i Ensenyament de les Ciències Naturals (AECN).

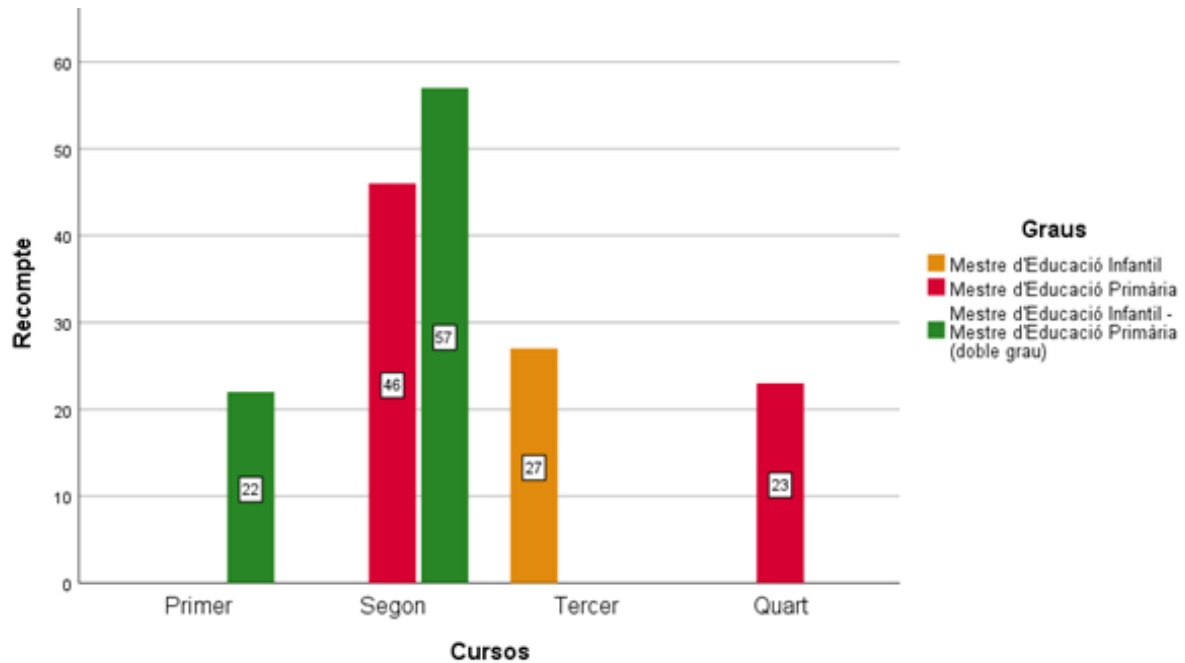


Figura 47. Diagrama de barres agrupat en funció del curs i del grau que cursen els participants de la primera etapa

En aquest bloc, també se'ls hi demana: «En quins moments de la teva vida acadèmica has estudiat aspectes relacionats amb el SO» i se'ls hi dona múltiples opcions que poden marcar de manera independent. Tal com mostra la figura 48, el 55,43% cita que ho ha estudiat durant l'etapa escolar obligatòria i postobligatòria, el 28,57% només en l'etapa obligatòria (Primària i/o Secundària), i el 6,86 % durant l'etapa escolar postobligatòria (batxillerat i/o CFGS). Només una persona de cada deu, és a dir, un 9,14% mai ha estudiat res del so, o bé no ho recorda o no marca cap de les opcions. Per tant, gairebé el 90% de la mostra manifesta haver treballat alguna vegada el so, cosa que és natural, ja que apareix en el currículum de Primària, Secundària i Batxillerat, i també en plans d'estudi de CFGS.

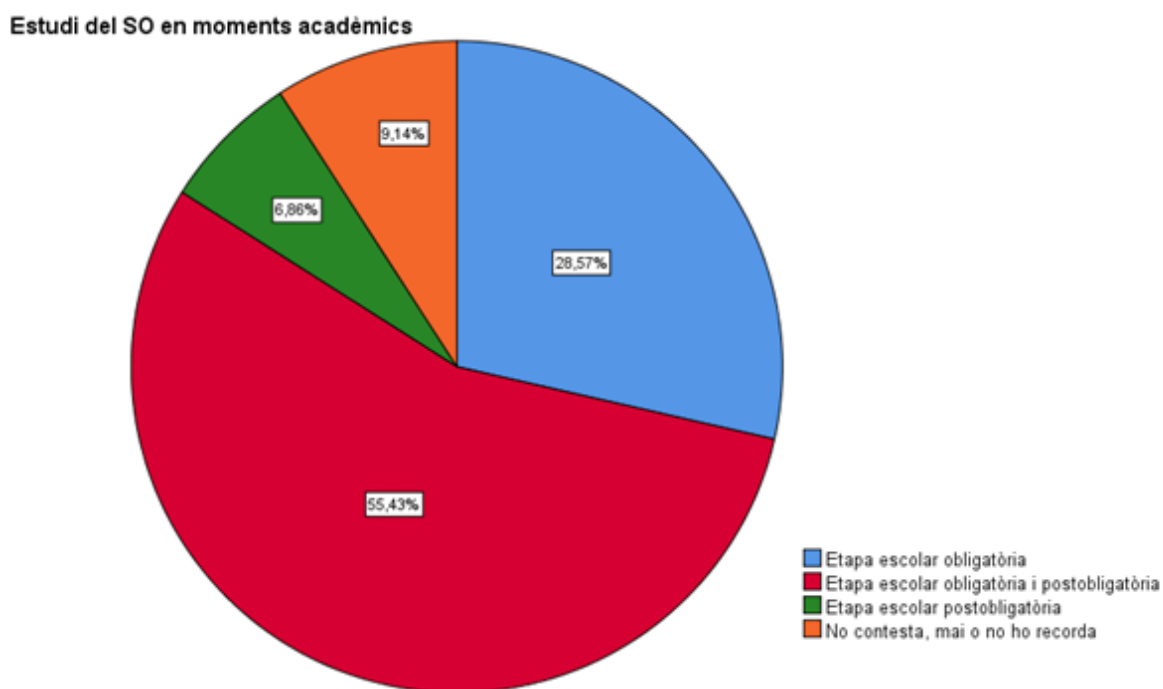


Figura 48. Diagrama de sectors de la primera etapa sobre la qüestió: «En quins moments de la teva vida acadèmica has estudiat aspectes relacionats amb el SO»

## 14.2 Anàlisi estadística i discussió del bloc d'antecedents i hàbits de la primera etapa

En aquest apartat s'analitzen les dades d'antecedents i d'hàbits conjuntament, primer es detallen els hàbits i després els antecedents, per poder-ho relacionar mitjançant taules de contingència. Primerament, s'ha fet l'anàlisi de freqüències i a continuació s'han agrupat les preguntes segons la seva relació temàtica. D'entrada, el 80% dels participants utilitza auriculars, 59,45% «de botó», 24,47% «de pavelló» i el 16,08% «ambdós tipus d'auriculars». D'aquests, gairebé el 57% els fa servir menys d'1h diària, un terç els fa servir entre 1 hora i 2h 30 minuts, només el 7,6% - 11 persones- els utilitza entre 2h 30min a 5h, i sols el 2% - 3 persones- afirma escoltar música amb auriculars més de 5 hores diàries de mitjana. També, afirmen anar a la discoteca o esdeveniments musicals el 82,9%, però només el 14,3% diu que no hi va mai. Segons la mediana, la mostra sol anar-hi mensualment, amb un 45,1%.

A fi de comprovar si existeix alguna relació entre l'ús d'auriculars i anar a esdeveniments musicals, ja que els percentatges afirmatius són similars, d'un 80% aproximadament, s'ha fet una taula de contingència per aquestes dues variables categòriques (taula 33). I també, s'ha aplicat el contrast

## Part IV: Resultats i discussió

d'independència per a valorar si existeix una associació entre les persones que usen auriculars i les que assisteixen a esdeveniments musicals. El valor  $\chi^2$  ha estat de 4,023<sup>a</sup> i el corresponen nivell de significació és menor al 5%, es rebutja la hipòtesi nul·la, per la qual cosa les persones que escolten música amb auriculars tenen una associació significativa amb les persones que solen anar a la discoteca o esdeveniments musicals.

No obstant això, els estudis realitzats per l'Institut Auditiu Espanyol determinen que un 4% dels problemes auditius, de la població d'entre 10 i 35 anys, es deu a escoltar música a més de 80dB a través del mòbil o reproductors de música. Conseqüentment, l'ús d'auriculars és més perjudicial que anar a esdeveniments musicals. Tot i que, la majoria de la mostra faci servir els auriculars menys d'1h diària i que només el 17,7% no n'utilitzi. De tota manera, gairebé la meitat de la mostra va a la discoteca un cop al mes, per tant, encara que la freqüència sigui baixa, tots els participants estan exposats a fonts sonores elevades.

Taula 33. Taula de contingència de la primera etapa entre els ítems: «Fas servir auriculars per escoltar música?» i «Acostumes a anar a la discoteca o a esdeveniments musicals?»

			Acostumes a anar a la discoteca o a esdeveniments musicals?		Total
			Sí	No	
Fas servir auriculars per escoltar música?	Sí	Recompte % dins de Acostumes a anar a la discoteca o a esdeveniments musicals?	120 82,8%	20 66,7%	140 80,0%
	No	Recompte % dins de Acostumes a anar a la discoteca o a esdeveniments musicals?	25 17,2%	10 33,3%	35 20,0%
Total		Recompte % dins de Acostumes a anar a la discoteca o a esdeveniments musicals?	145 100,0%	30 100,0%	175 100,0%

Cal fer notar, que en aquestes qüestions hi ha un canvi de tendència central en funció de l'edat. Segons els recomptes i els percentatges agrupats, gairebé dos terços de les persones majors de 27 anys no utilitzen auriculars (taula 34), en canvi, pel que fa a anar a esdeveniments musicals no hi ha cap diferència significativa per franges d'edat (taula 35), ja que el percentatge de persones que hi

## Part IV: Resultats i discussió

van sempre és superior al 60%. En ambdós casos el recompte esperat per a dues caselles és menor a 5, per tant, el P-valor de la prova no és precisa.

De tota manera, es pot afirmar que només hi ha 10 persones que no van a la discoteca ni fan ús d'auriculars, així que el 94% de la mostra està exposada a intensitats sonores elevades, en aquest cas, musicals. Per tant, gairebé tota la mostra pot estar exposada a aquest perill sonor.

Taula 34. Taula de contingència de la primera etapa entre els ítems: «Fas servir auriculars per escoltar música?» i els «Intervals d'edat»

			Intervals d'edat				Total
			De 18 a 20 anys	De 21 a 23 anys	De 24 a 26 anys	Més gran de 27 anys	
Fas servir auriculars per escoltar música?	Sí	Recompte % dins d'intervals d'edat	85 88,5%	30 75,0%	19 82,6%	6 37,5%	140 80%
	No	Recompte % dins d'intervals d'edat	11 11,5%	10 25,0%	4 17,4%	10 62,5%	35 20,0%
Total		Recompte % dins d'intervals d'edat	96 100,0%	40 100,0%	23 100,0%	16 100,0%	175 100,0%

Taula 35. Taula de contingència de la primera etapa entre els ítems: «Acostumes a anar a la discoteca o a esdeveniments musicals?» i els «Intervals d'edat»

			Intervals d'edat				Total
			De 18 a 20 anys	De 21 a 23 anys	De 24 a 26 anys	Més gran de 27 anys	
Acostumes a anar a la discoteca o a esdeveniments musicals?	Sí	Recompte % dins d'intervals d'edat	85 88,5%	32 80,0%	18 78,3%	10 62,5%	145 82,9%
	No	Recompte % dins d'intervals d'edat	11 11,5%	8 20,0%	5 21,7%	6 37,5%	30 17,1%
Total		Recompte % dins d'intervals d'edat	96 100,0%	40 100,0%	23 100,0%	16 100,0%	175 100,0%



## Part IV: Resultats i discussió

Quant a les qüestions referents a la seva salut auditiva i els seus antecedents familiars, només un 5,1 % té problemes auditius, però el 43,4 % manifesta que algun dels seus familiars tenen problemes a les oïdes. Tot i que els percentatges són molt diferents, hi podria haver una relació entre les persones que tenen mals a les oïdes i les que tenen antecedents familiars amb algun dany o molèstia. Per a buscar aquesta possible relació es fa la taula de contingència (taula 36) i fent el contrast d'independència, i tenint en compte el valor exacte de Fisher, les variables no són independents entre elles, és a dir, estan relacionades.

Així com, s'ha aplicat el contrast d'independència per a valorar si existeix una associació entre les persones que utilitzen auriculars i les que assisteixen a esdeveniments musicals. El valor  $\chi^2$  ha estat de 4,023<sup>a</sup> i el corresponen nivell de significació és menor al 5 %, per tant, es pot afirmar que les variables estan relacionades entre elles, ja que dues terceres parts de les persones que tenen problemes d'oïdes tenen familiars que també els tenen.

Taula 36. Taula de contingència de la primera etapa entre els ítems: «Tens antecedents familiars amb problemes a les oïdes?» i «En els últims 5 anys, has tingut algun problema a les oïdes?»

			En els últims 5 anys, has tingut algun problema a les oïdes?		Total
			Sí	No	
Tens antecedents familiars en problemes a les oïdes?	Sí	Recompte	27	49	76
		% dins de En els últims 5 anys, has tingut algun problema a les oïdes?	67,5%	36,3%	43,4%
	No	Recompte	13	86	99
		% dins de En els últims 5 anys, has tingut algun problema a les oïdes?	32,5%	63,7%	56,6%
Total	Recompte		40	135	175
	% dins de En els últims 5 anys, has tingut algun problema a les oïdes?		100,0 %	100,0%	100,0%

Seguidament, es valoren les possibles relacions entre la seva salut auditiva i els seus hàbits envers les seves oïdes (taula 37). Més del 40% de la mostra s'ha revisat les oïdes en els darrers 5 anys, tot i que només el 22,9% de la mostra ha patit alguna patologia durant aquest període, i un 5,1% del

## Part IV: Resultats i discussió

total, n'ha patit més d'una. Cal destacar que la principal malaltia són les otitis amb un 16,6% del total de la mostra, i en menor proporció i per ordre decreixent han patit: vertígens, sordesa, acúfens i d'altres malalties, sempre amb una freqüència menor a les 5 persones.

Taula 37. Taula de contingència de la primera etapa entre els ítems: «En els últims 5 anys, has tingut algun problema a les oïdes?» i «T'has revisat les oïdes en els últims 5 anys?»

			T'has revisat les oïdes en els últims 5 anys?		Total
			Sí	No	
En els últims 5 anys, has tingut algun problema a les oïdes?	Sí	Recompte % dins de T'has revisat les oïdes en els últims 5 anys?	29 42,6%	11 10,3%	40 22,9%
	No	Recompte % dins de T'has revisat les oïdes en els últims 5 anys?	39 57,4%	96 89,7%	135 77,1%
Total		Recompte % dins de T'has revisat les oïdes en els últims 5 anys?	68 100,0%	107 100,0%	175 100,0%

Per altra banda, es demanen els mecanismes que se segueixen per netejar-se les orelles i resulta que un 43,3 % només marca l'opció «Amb bastonets», i un 17,1 % de la mostra assenjala aquesta opció i d'altres; això vol dir que el percentatge acumulat és de gairebé el 60 %, és a dir, només el 40 % de la mostra no utilitza bastonets per a netejar-se les orelles.

La variable independent: «Tens problemes a les oïdes en els darrers 5 anys?», es relaciona amb si s'han fet una revisió de les oïdes en els darrers 5 anys (taula 37), i amb la seva neteja fent servir bastonets. D'aquesta manera es fa el plantejament d'hipòtesis per tal de relacionar-les.

Resulta que només 11 persones de les 40 persones amb mal a les oïdes no han anat a revisar-se-les. Així doncs, el 72,5 % amb malalties es fa revisions, per tant, existeix consciència en la salut auditiva, però no passa el mateix amb tenir-ne cura, ja que 25 persones que han patit malalties usen bastonets tal com mostra la taula de contingència 4.7, és a dir el 62,5 %. En el contrast d'hipòtesis s'accepta la hipòtesi nul·la per als dos casos, i, per tant, hi ha independència entre els problemes a les oïdes i anar l'otorrinolaringòleg (taula 38), per una banda, i netejar-se-les amb bastonets (taula 38), per l'altra. Així doncs, la mateixa variable independent no es relaciona ni en fer-se una revisió, ni en fer servir bastonets.

## Part IV: Resultats i discussió

Taula 38. Taula de contingència de la primera etapa entre els ítems: «En els últims 5 anys, has tingut algun problema a les oïdes?» i «Utilitzes bastonets per netejar-te les oïdes?»

			Utilitzes bastonets per netejar-te les oïdes?		Total
			Sí	No	
En els últims 5 anys, has tingut algun problema a les oïdes?	Sí	Recompte % dins de Utilitzes bastonets per netejar-te les oïdes?	25 23,6%	15 21,7%	40 22,9%
	No	Recompte % dins de Utilitzes bastonets per netejar-te les oïdes?	81 76,4%	54 78,3%	135 77,1%
Total		Recompte % dins de Utilitzes bastonets per netejar-te les oïdes?	106 100,0%	69 100,0%	175 100,0%

El 60,5% de la mostra fa servir bastonets per a netejar-se-les amb problemes a les oïdes o sense, cosa que, fa pensar que la mostra no té en compte els consells de l'otorrinolaringòleg o bé que l'especialista no explica com s'han de netejar les oïdes.

### 14.2.1 Anàlisi estadística i discussió de les preguntes obertes del bloc d'antecedents i hàbits de la primera etapa

Per tal analitzar les preguntes obertes d'aquest bloc s'ha fet una lectura exhaustiva de les respostes dels participants per tal de codificar-les i fer una anàlisi quantitativa d'aquestes.

Les qüestions obertes que s'analitzen són la 2.4 i la 3.8 del qüestionari. La primera qüestió que s'ha analitzat és la següent: «Has patit o produït algun problema o conflicte relacionat amb el so o el soroll al llarg de la teva vida? Com ara, soroll a l'hora d'anar a dormir i/o estudiar, treballar en un ambient sorollós, queixes dels veïns per la teva activitat, entre d'altres.», la qual forma part del bloc d'Antecedents i hàbits. S'hi distingeixen les següents categories:

- No contesta a la qüestió
- Resposta en blanc
- No
- Emissor de soroll
- Receptor de soroll
- Emissor i receptor de soroll

## Part IV: Resultats i discussió

La primera categoria: «No contesta a la qüestió», inclou respostes sobre gustos o preferències, o respostes que tenen a veure amb la salut, algun exemple textual és: Sempre treballo escoltant música, m'agrada el tic-tac del rellotge, sento xiulets a les orelles (acúfens) o citen altres problemàtiques a les oïdes.

La segona categoria és clara: les persones no contesten a la qüestió i la deixen en blanc, cosa que no dona una informació específica, ja que pot ser que tinguin o ocasionin conflictes sonors i no ho vulguin explicar o bé, que mai n'hagin tingut, o fins i tot, que els participants, no sàpiguen que respondre o els hi faci mandra. Així doncs, les interpretacions al fet de no respondre són múltiples, però són fàcils de categoritzar, ja que la resposta és en blanc.

Ben al contrari passa amb la tercera categoria, que és fàcil de categoritzar i també és senzilla d'interpretar, els participants ratificant amb un «No» o un «Cap», que mai han patit o han ocasionat conflictes relacionats amb el soroll; cosa que ratifica el que detallen els sociòlegs, com Chuliá (2022), que els joves no són conscients que molesten fent soroll. Tot i això, i dins d'aquest grup, cal destacar dues respostes que expliquen detalladament el seu no:

«No, visc en un poble i no hi ha ambient sorollós. Sí que és cert que visc al costat d'un campanar i sempre que ve algun convidat a casa diuen que el soroll els molesta, però jo que hi he viscut des de petita al costat, ja no sento el soroll de les campanes a cada hora, només si m'hi fixo.»

«Per lo general intento no causar molèsties als altres i no fer activitats sorolloses que puguin perjudicar o molestar als altres. Pel meu aniversari solia celebrar una festa a casa meva però a mesura que anava enfosquint procurava abaixar el volum de la música i de les nostres converses. No sé pas si ho aconseguíem i també és cert que visc en una casa i per tant no tinc gaire veïnat, però mai he tingut cap queixa.»

En ambdós casos s'explica que resideixen en llocs tranquils: en un poble, el primer, i en una casa, el segon. Potser per aquesta raó i tenint en compte que estudien a Barcelona, on poden notar un ambient més sorollós que el seu entorn habitual, declaren el seu cas particular amb més detall.

La quarta categoria: «Emissor de soroll», la cinquena: «Receptor de soroll» i la sisena que inclou les dues: «Emissor i receptor de soroll», s'inspiren en els elements que es donen en el procés de la comunicació tractat en l'apartat 3.3.3 de la part de fonamentació teòrica.

## Part IV: Resultats i discussió

Des de les categories citades només es consideren els elements: Emissor i receptor, atès que el missatge no és el desitjat, i és el que molesta al receptor i fa l'emissor, és a dir, el missatge és el soroll, el qual es dona perquè el canal de comunicació és aeri i el codi emprat pot ser música o veus amb molta intensitat, entre d'altres. Alguns dels exemples que citen els participants són els següents: obres, trànsit rodat, veïns sorollosos, televisions a volums elevats, menjadors escolars, gossos bordant, diferents establiments d'oci nocturn que tenen sota casa seva o roncs; per a la categoria: «Receptor de soroll». Mentre que els «Emissor de soroll», reconeixen tenir un to de veu alt o que han rebut queixes dels seus veïns, sobretot per l'excés de soroll produït per la reproducció de música a elevats decibels. La darrera categoria inclou els participants que han patit soroll com a receptors i l'han produït com a emissors. Val a dir, que sols pertanyen a aquesta categoria 3 respostes de 175, un 1,71%, tal com mostra el diagrama de barres de la figura 49, les quals es remeten al mateix enunciat de la qüestió, i són les següents:

«Queixes dels veïns per la meva activitat. Treballar en un ambient sorollós.»

«Sí, toco en un grup de percussió i a les sortides anem sense taps.»

«Quan era petita no podia dormir perquè els veïns tenien la música molt alta.»

«A la feina, a vegades els infants criden molt i és agobiant.»

«Sí, tots els 3 enunciats esmentats anteriorment.»

## Part IV: Resultats i discussió

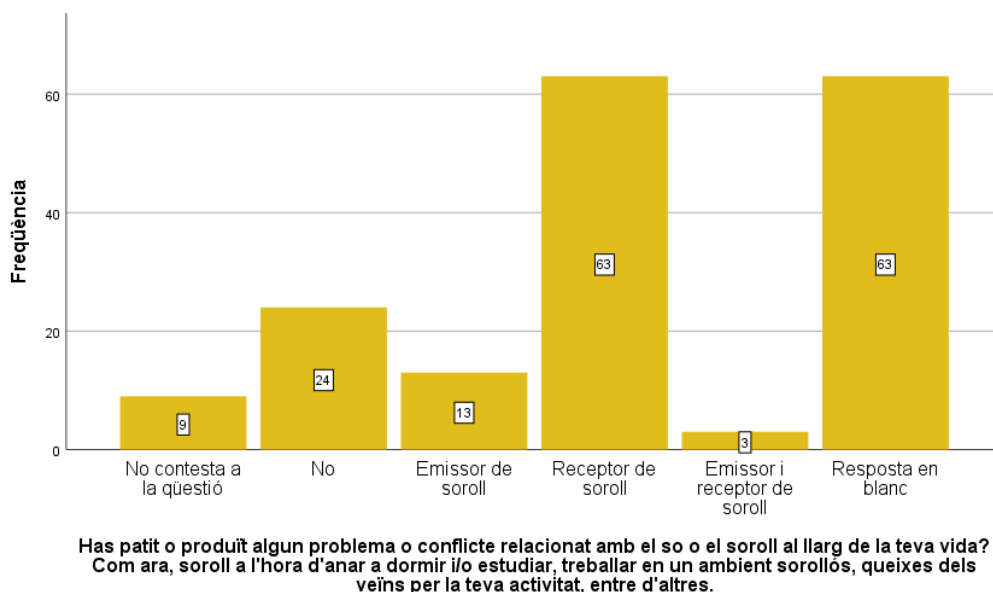


Figura 49. Diagrama de barres referent a conflictes sonors abans de la intervenció, de la primera etapa

Només el 13,71% afirma no haver patit mai cap mena de molèstia ni ser-ne l'origen. Com a receptors de soroll s'identifiquen el 36%, el mateix percentatge que ha deixat la pregunta en blanc; sols el 7,43% se sent emissor de soroll, i finalment, el 5,14% no contesta a la qüestió i explica altres anècdotes relacionades amb els sons o la salut, tal com s'ha dit a l'hora de detallar les categories establertes.

És curiós que els percentatges de la resposta en blanc i la resposta que implica ser «receptors de soroll» sigui coincident del 36% i suposi el 72% de les respostes, i que el 27% restant es reparteixi amb la resta de categories. Però, encara és més curiós que sols 13 persones de 175, és a dir, un 7,43%, se sent responsables d'ocasionar molèsties a la resta de conciutadans, perquè, bàsicament, han rebut queixes per part dels seus veïns per l'excés de soroll provocat per escoltar la música massa alta, tal com afirma la sociòloga Chuliá (2022) quan parla de la falta d'empatia dels joves a l'hora d'escoltar la música a elevats decibels, citat anteriorment.

Per tal de valorar si hi ha una relació entre les respostes i els rangs d'edat es fa una taula de contingència entre els rangs d'edat dels participants i les respostes obtingudes en sentir-se emissors i/o receptors de soroll, o bé no sentir-se'n. Els resultats no donen cap relació de dependència, i queden esbiaixats perquè la majoria de la mostra pertany al grup d'edats més jove, d'entre 18 i 20 anys, tal com mostra la figura 50; però proporcionalment, i considerant els percentatges en les respostes respecte als grups, el 36% de la mostra major de 27 anys no contesta a la qüestió; cosa

#### Part IV: Resultats i discussió

que pot tenir múltiples interpretacions, però que una d'elles pugui ser el poc interès en el tema. Per altra banda, com a receptors de soroll tots els grups mostren valors aproximats al 30%, en canvi, com a «emissors de soroll» no hi ha ningú de més de 27 anys que s'hi senti identificat; són els més joves, menors de 20 anys, els que consideren que han estat generadors de sorolls, amb un 10,4%. En el cas de considerar-se receptors i emissors, les respostes només són de 3 persones, tal com s'ha dit anteriorment, i són menors de 23 anys. Finalment, el grup majoritari que diu que no ha patit, ni ha fet patir cap molèstia sonora és el més jove, amb un 9,1%, val a esmentar que en aquesta categoria els majors de 27 anys no l'han contemplada, i ningú l'ha escollit. En definitiva, potser els resultats no són conclouents, però el que està clar és que la mostra es considera receptora de soroll, en qualsevol franja d'edat, i que només els més joves diuen que mai han patit cap molèstia.

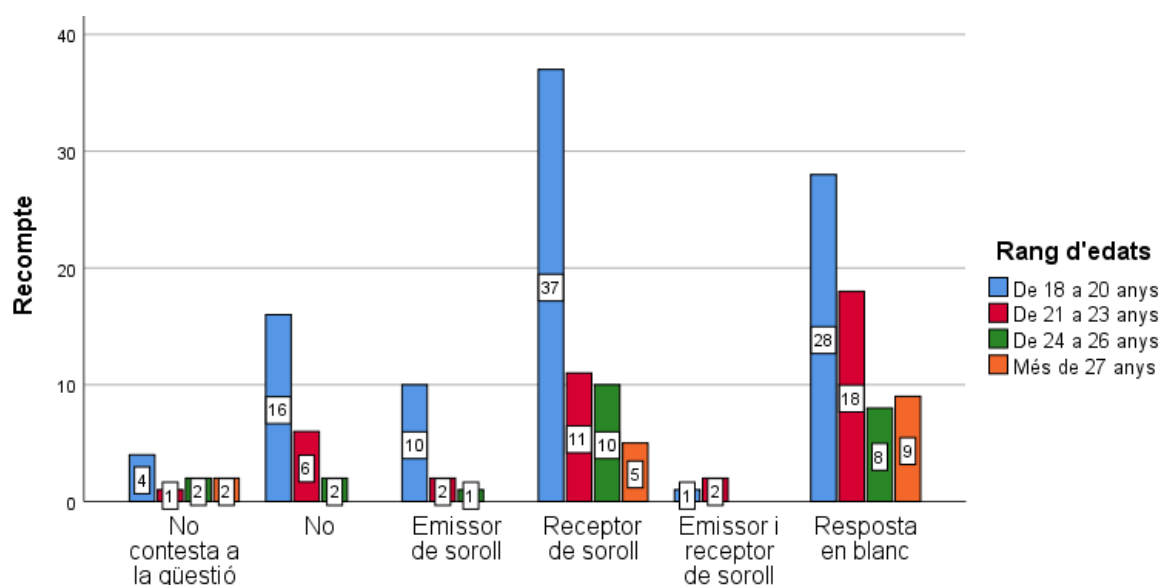


Figura 50. Diagrama de barres agrupat de la primera etapa que mostra les respostes obtingudes en funció del rang d'edat

La segona qüestió analitzada, també forma part del bloc d'hàbits i antecedents, i és la següent: «Cita quins factors creus que poden alterar la capacitat d'oïda?». Les categories que s'han contemplat després d'analitzar-les són les següents:

- Resposta en blanc
- Intensitat sonora elevada
- Hàbits i/o malalties
- Intensitat sonora elevada i mals hàbits i/o malalties

## Part IV: Resultats i discussió

En aquest cas es repeteix la categoria de la resposta en blanc, la qual pot ser un «No ho sé» camuflat o bé, la desídia dels participants en el moment de respondre el qüestionari. Per tal de saber si es tracta d'aquesta opció, cal analitzar totes les preguntes obertes i veure si són els mateixos participants els que no responen a les preguntes obertes, cosa que pot explicar el perquè no ho contesten: la mandra. Aquesta anàlisi es fa al final d'aquest apartat.

La categoria: «Intensitat sonora elevada», fa referència a respostes del tipus:

«Contaminació acústica, auriculars amb música alta.»

«El trànsit, les obres del carrer i fins i tot el plor d'un nadó.»

«Música massa alta. La música de les discoteques pel fort volum. El soroll del carrer provocat, per exemple, per les obres.»

Totes elles estan relacionades amb altes intensitats sonores, ja sigui per música, auriculars, obres, trànsit rodat, discoteques o fonts d'emissió sonores elevades.

La tercera categoria exposada «Hàbits i/o malalties» es relaciona amb mals costums higiènics de les orelles, com ara l'ús de bastonets, tenir taps de cera o mucositats, malalties diverses o una predisposició genètica desfavorable en les oïdes. Algunes de les respostes més significatives són:

«Una infecció d'orella, el trencament del timpà o bé una infecció en el mateix, que es danyi el cargol, etc.»

«L'edat, la genètica, higiene, cansament, acostumar-se a un so.»

«L'estat de l'orella; la cera; malalties.»

«Infeccions»

«Sé que treure'm la cera amb els bastonets és dolent per a les orelles, però no sé el perquè.»

Algunes d'aquestes respostes, tot i ser correctes, no són explicables pels participants, és a dir, saben que no són bones per les seves oïdes, però no saben el perquè, l'exemple es dona en l'última resposta. Passa el mateix per la darrera categoria que inclou els mals hàbits i/o malalties amb l'excés de decibels en determinades situacions; algunes persones parlen d'una mala neteja, però no



## Part IV: Resultats i discussió

expliquen que significa, o bé citen una bona neteja, però tampoc expliquen com s'ha de realitzar. Algunes de les respostes són:

«Sons de molta intensitat produïts habitualment. No tenir una bona neteja. Genètica. Infeccions produïdes a altres parts de la cara o refredats.»

«Estar exposat a grans sons. Problemes auditius genètics»

«Ecoltar música amb auriculars amb un volum molt elevat. Estar envoltada constantment de sorolls molt aguts o molt greus. Causes de naixement. Infecció a l'oïda. Un problema a l'oïda mal curat.»

«L'excés de soroll externs. Ecoltar música molt alta. No portar protecció si treballes en un lloc sorollós com en una obra. Una mala neteja. Factors genètics.»

Considerant aquestes categories, els resultats estadístics mostren que majoritàriament, amb un 75,43%, els participants consideren que una intensitat sonora elevada, provoca danys a les oïdes, tenint en compte les dues categories: «Intensitat sonora elevada» i «Intensitat sonora elevada i mals hàbits i/o malalties». Tal com mostra la figura 51, la resposta majoritària es dona en la categoria que inclou intensitats elevades i malalties o mala higiene a les oïdes, amb 78 persones, és a dir, amb un 44, 57%, i la segona és la que sols considera que els volums de so elevats poden alterar la capacitat d'escolta. El fet que ho coneguin no vol dir que ho portin a la pràctica, és possible que ho sàpiguen perquè el seu mòbil o reproductor els avisa quan els decibels són massa elevats. Els dispositius mòbils, ordinadors o reproductors de música que es connecten als auriculars, tenen per norma avisar que s'està sobrepassant el llindar de decibels recomanable per al benestar. Cal dir que 22 persones, citen textualment fer ús dels auriculars.

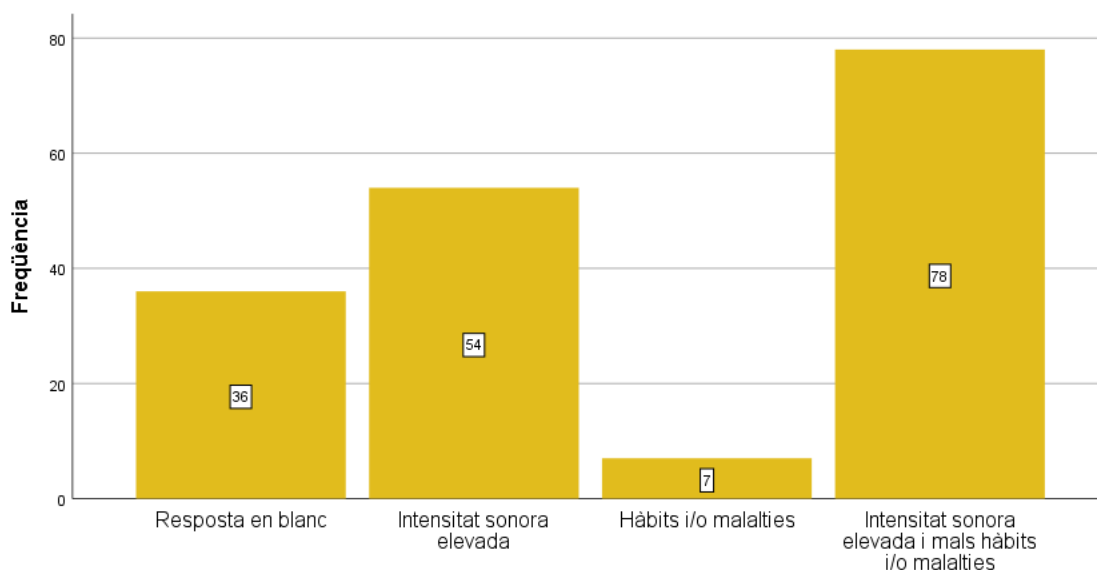


Figura 51. Diagrama de freqüències de la primera etapa, amb les 4 categories referents a la qüestió oberta: «Cita quins factors poden alterar la capacitat d'oïda?»

Per altra banda, i en menor proporció, un 4%, consideren que les alteracions auditives es donen per mala higiene o bé per malalties, i no consideren rellevant la intensitat sonora. Aquestes persones i les que s'engloben en la categoria: «Intensitat sonora elevada i mals hàbits i/o malalties» consideren que els hàbits o les malalties són factors que poden alterar la capacitat d'oïda es fa un comptatge de paraules o grups de paraules claus, com ara: genètica, ús de bastonets, antecedents familiars o infeccions. L'ús de bastonets i neteja van de la mà, i 14 persones saben que no és una bona pràctica, algunes d'elles no saben el perquè, com s'ha citat en la categoria d'hàbits i malalties, i d'altres expliquen textualment, com els bastonets són la seva solució als problemes de picor:

«Sé que els bastonets són més perjudicials que altra cosa, però a mi em piquen molt les orelles (em pica tot realment, sóc massa nerviosa) i l'única cosa que aconseguixo que em baixi la picor són els bastonets».

Hi ha 10 que inclouen el terme cera, per explicar que és una problemàtica per a ells, i no saben que és un element de protecció natural, tot i que en excés pot ocasionar taps. Les persones que parlen d'infeccions sense concretar són 8, que és el mateix nombre de persones que creu que la genètica o els antecedents familiars estan relacionats amb la pèrdua auditiva.

Finalment, cal destacar que 1 de cada 5 persones no respon a la qüestió, és a dir, un 20,57% deixa la pregunta en blanc i no es pot saber si no contesten perquè no ho saben, no s'ho plantegen o els hi fa mandra, tal com s'ha exposat en l'exposició de la categoria: «Resposta en blanc».

### **14.3 Anàlisi estadística i discussió del bloc de coneixements de la primera etapa**

En aquest bloc s'analitzen estadísticament 6 de les 7 qüestions, ja que, una d'elles és oberta, i només les responen 3 persones del total de la mostra, cosa que denota el desconeixement en aquesta matèria.

Les dues primeres qüestions consten d'una sèrie d'ítems que defineixen el so i el soroll des del punt de vista general, biològic, físic, musical, lingüístic, físic i erroni, tal com s'ha explicat en la metodologia. Cal recordar que es pot marcar més d'una opció i per analitzar i comparar les dues qüestions, s'estableixen les següents categories:

- Definició física o biològica
- Definició musical
- Definició lingüística
- Definició errònia
- Definició errònia acompanyada d'una o més d'una definició correcta
- Tria més d'una definició correcta
- No ho sé.

Els gràfics de sectors mostra els resultats per a les dues qüestions (figura 52). Pel cas del so, l'estadístic descriptiu de la moda és la definició errònia i pel cas del soroll és la definició biològica.

## Part IV: Resultats i discussió

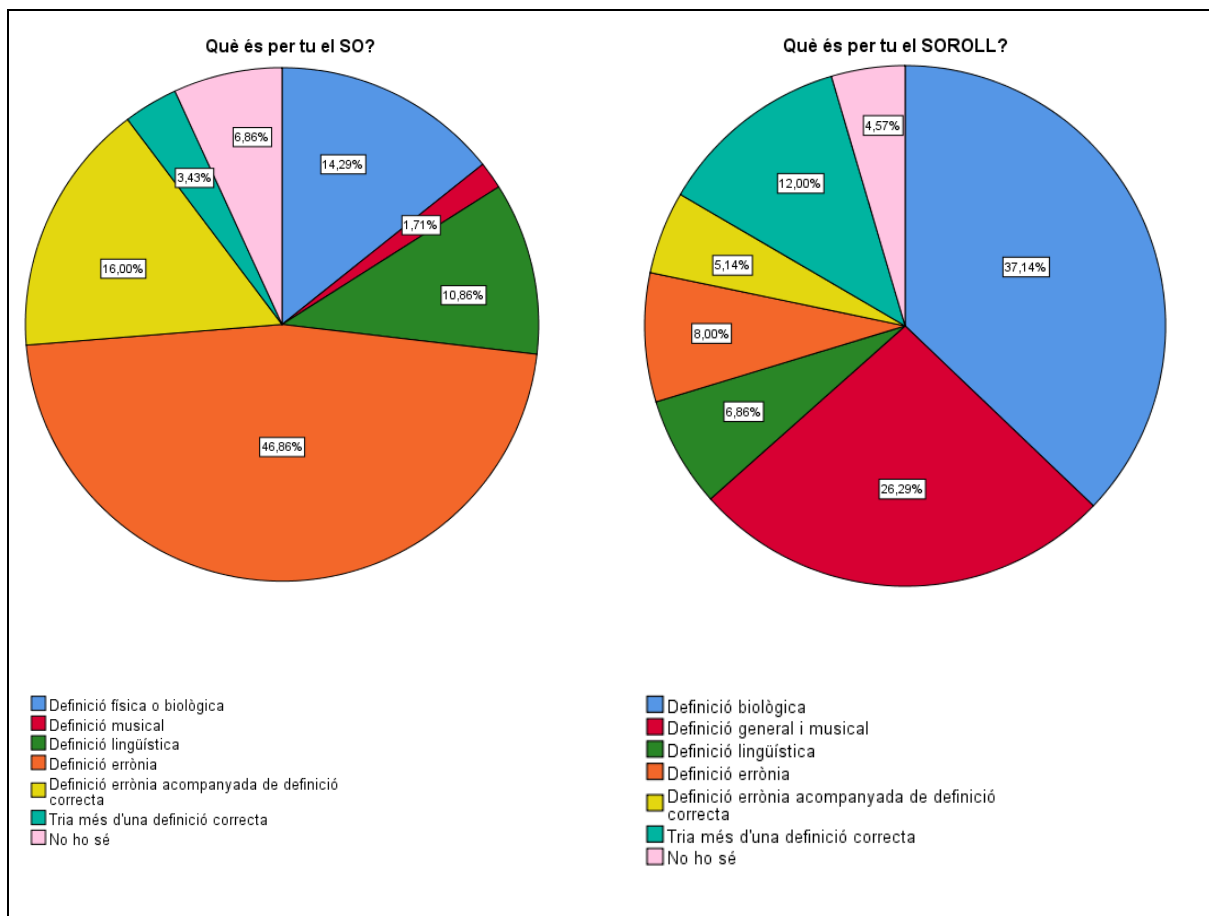


Figura 52. Diagrames de sectors per a les definicions del so i els soroll de la primera etapa

Considerant les freqüències (figura 53), 110 persones escullen, com a mínim una definició errònia per a definir el so, és a dir, gairebé el 63% no sap definir el so, i això potser es deu al fet que les definicions eren massa acadèmiques, malgrat escurçar-les, o bé que les han llegit en diagonal i han escollit la que tenia algun terme «científic», tal com va passar en el treball de final de Màster, per tant, cal revisar la formulació d'aquesta qüestió; tot i que, si ho trien així és perquè veritablement no coneixen la definició, ja que si ho coneguessin triarien les opcions correctes; dit en altres paraules, la forma no fa el fet. Els resultats també es repeteixen per a la qüestió: «Què és per tu el soroll?», on la definició biològica i la general són les més escollides amb un 63%, en el cas del treball final de màster, l'opció física era la més escollida i seria l'equivalent a les dues anteriorment citades.

## Part IV: Resultats i discussió

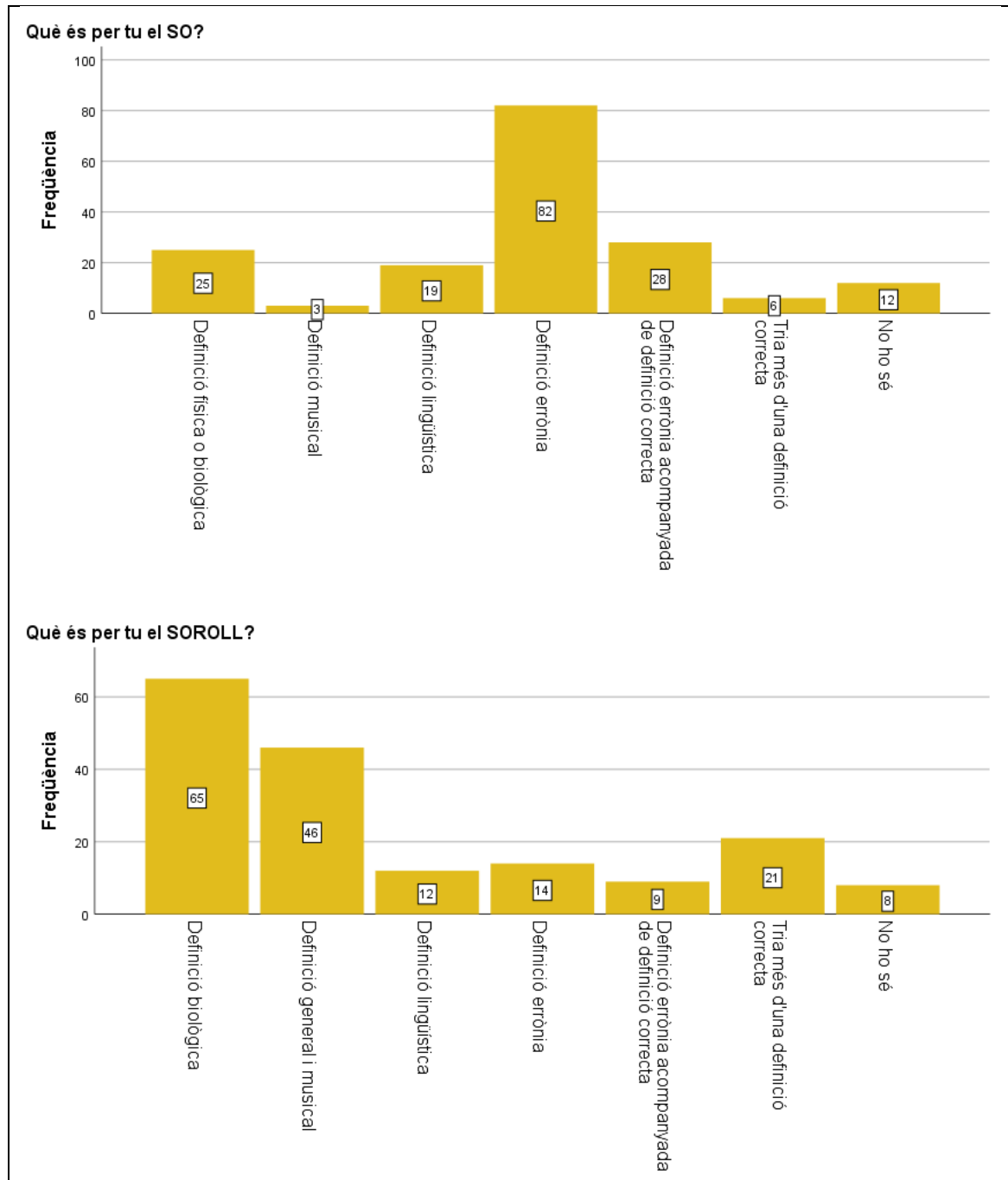


Figura 53. Diagrames de barres de freqüències per a les definicions del so i el soroll durant la primera etapa

Per a les següents qüestions referents als coneixements sobre l'escala d'intensitat sonora, les qüestions obertes, tenen un índex molt baix de resposta i els valors que donen són molt dispers. En el cas de la intensitat mínima en decibels que pot percebre una persona sana, només la contesta el 14,28% de la mostra, i els resultats són de 0 fins a 70 dB, alguns d'aquests valors sense unitats, i 9 d'aquestes persones assenyalen valors d'entre 0 i 10, els quals podrien considerar-se correctes,

## Part IV: Resultats i discussió

però si es té en compte el valor que han donat per a la següent qüestió: «Podries dir quina és la intensitat que es dona en decibels en una discoteca o en un concert?»; la resposta no té cap mena de sentit, ja que els valors arriben fins als 800dB, per la qual cosa la xamba o el fet d'inspirar-se amb les opcions de la qüestió tancada i exclouent: «Podries dir quina seria la intensitat màxima de soroll en una aula, que permet escoltar nítidament el discurs del professor?», no dona uns valors que puguin ser estimats estadísticament. Val a dir, que la qüestió referent als decibels en un esdeveniment musical, obté una menor proporció de respostes, només l'11,42%. Per tant, es constata el desconeixement de l'escala logarítmica de decibels, cosa que es fa palesa en les respostes obtingudes de la resposta tancada (figura 54); en la qual l'índex de resposta torna a ser baix, només escullen un valor el 26,29%, la resta escull l'opció: «Ho desconec».

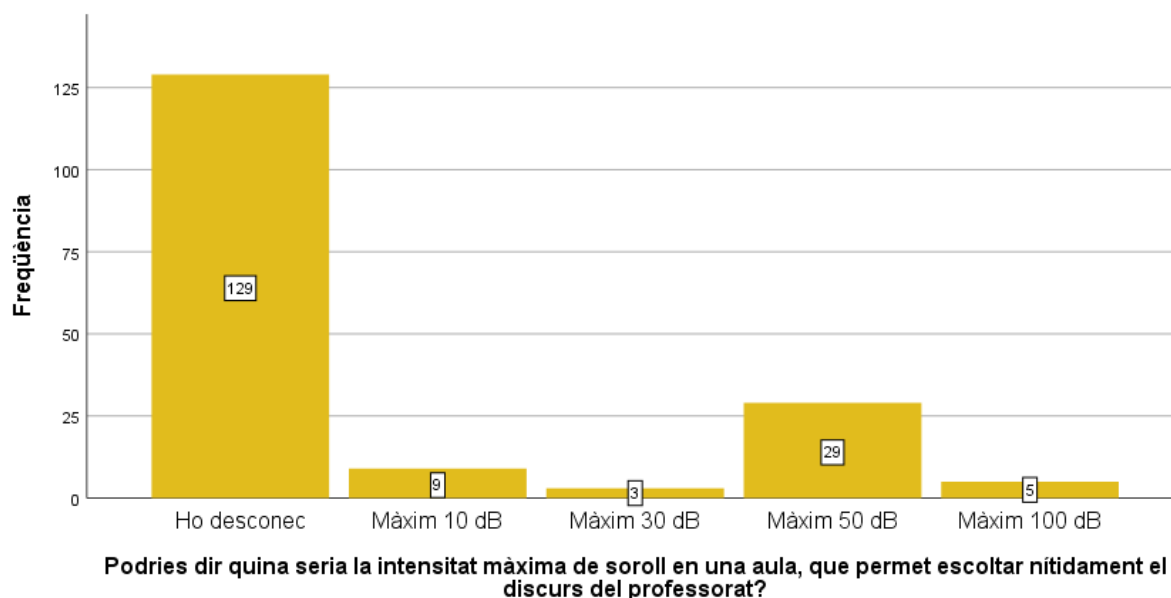


Figura 54. Diagrama de barres de freqüències de la primera etapa amb els possibles valors de intensitats sonors màxims que es poden escoltar en una aula i sentir nítidament al professorat

La darrera opció contestada pels participants fa referència al nom de l'aparell per a la mesura de la intensitat sonora (figura 55), i aquí, els resultats són esfereïdors, ja que 33,71% tria com a aparell el «Decibelòmetre», han llegit tantes vegades decibel, que el mateix qüestionari indueix a pensar que l'aparell ha d'incorporar el terme decibel; menys del 15% respon correctament el sonòmetre, i gairebé el 42% no ho sap. A continuació, se'ls hi demana com mesurarien la intensitat sonora amb una qüestió oberta, la qual només és contestada per 3 persones de les 175, tal com s'explica al

principi d'aquest apartat, dues de les quals han triat com a aparell el «Decibelòmetre» i només una el sonòmetre.

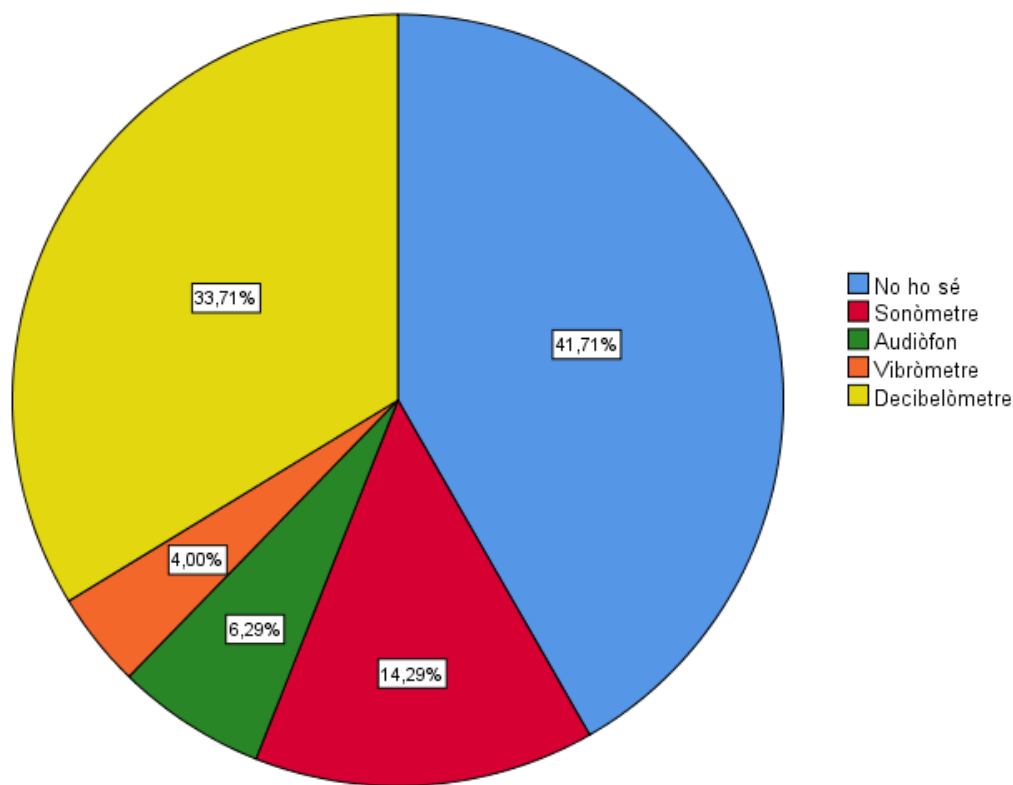


Figura 55. Diagrama de sectors de la primera etapa que respon a la qüestió: «Quin aparell utilitzaries per mesurar la intensitat sonora?», de l'etapa 1

Amb tot això i els resultats estadístics presentats, es dedueix que la mostra no sap com funciona la mesura de la intensitat sonora i els resultats obtinguts en les qüestions definitòries evidencien la lectura en diagonal i no aporten cap resposta concloent, tot i que el soroll sigui més senzill de trobar una definició correcta que per al so, ja que en algun moment han patit o han fet soroll.

## 14.4 Anàlisi estadística i discussió del bloc de condicionament acústic de la primera etapa

La primera qüestió que s'analiza és la que conté 15 afirmacions relacionades amb el revestiment, la forma, l'aforament i els tipus de materials que constitueixen una aula. Aquests enunciats es contesten de manera tancada i exclouent, amb les opcions: «Ho desconec», «Dificulta l'escolta» o «Facilita l'escolta».

## Part IV: Resultats i discussió

La taula 39 mostra els resultats esperats i la taula 40 la moda en les respostes de la mostra. De manera que, la moda en 5 enunciats és: «Ho desconec», en 7 enunciats: «Facilita l'escolta» i en només 3 enunciats: «Dificulta l'escolta». Cal puntualitzar que el revestiment de les parets és el que més desconeix, però per la forma de l'aula identifica que el sostre ha de ser baix i no alt, però sosté que ha de tenir forma de cúpula, fet òptim si el que volem és cantar. Sobre l'aforament, la mostra no té clar el fet que els estudiants són pantalles acústiques que faciliten l'escolta i consideren que si l'aula està parcialment buida, se sent més bé que si està plena; segurament aquest fet l'associen al murmurí que es pot produir entre l'alumnat en una classe quan no es dona escolta activa i no hi ha respecte cap al professorat. En quant els tipus de materials, malgrat que la moda de la mostra considera fonamental que els materials siguin bons absorbents acústics per a facilitar l'escolta, també considera que han de ser bons transmissors i reflectors acústics, per tant, el resultat no discrimina els tipus de materials, i es considera que la mostra tria l'opció facilita l'escolta sense conèixer la naturalesa dels materials que formen una aula. En la taula 40 es mostren acolorits en verd els ítems encertats pels participants de l'etapa 1.

Taula 39. Resultats esperats per part dels participants referents als tipus de materials, revestiment, forma i mida d'una aula que fan que una aula tingui una bona acústica

Facilita l'escolta	Dificulta l'escolta
Que hi hagi cortines	Que hi hagi finestrals
Que en les parets hi hagi suro o fusta	Que en les parets hi hagi rajoles
Que la paret sigui rugosa	Que la paret sigui llisa
Que el sostre sigui baix	Que el sostre sigui alt
Que el sostre sigui pla	Que el sostre tingui forma de cúpula
Que l'aula estigui plena d'estudiants	Que l'aula estigui parcialment buida
Que els materials de construcció siguin bons absorbents acústics	Que els materials de construcció siguin bons reflectors acústics
	Que els materials de construcció siguin bons transmissors acústics



## Part IV: Resultats i discussió

Taula 40. Moda dels resultats observats sobre condicionament sonor de la mostra de la primera etapa, en verd els ítems encertats pels participants

MODA		
Ho desconec	Facilita l'escolta	Dificulta l'escolta
Que hi hagi cortines	Que en les parets hi hagi suro o fusta	Que hi hagi finestral
Que en les parets hi hagi rajoles	Que el sostre sigui baix	Que el sostre sigui alt
Que la paret sigui llisa	Que el sostre tingui forma de cúpula	Que l'aula estigui plena d'estudiants
Que la paret sigui rugosa	Que l'aula estigui parcialment buida	
Que el sostre sigui pla	Que els materials de construcció siguin bons absorbents acústics	
	Que els materials de construcció siguin bons reflectors acústics	
	Que els materials de construcció siguin bons transmissors acústics	

Tot i tenir en compte la moda, per fer una primera estimació del grau de coneixement relacionat amb el condicionament acústic d'una aula, quan s'observen les taules de freqüències, amb els respectius diagrames de barres (figures 56,57 i 58) i percentatges, es constata que el grau de persones que trien l'opció «Ho desconec» és elevat en gairebé tots els ítems valorats. Es confirma que saben que l'altura d'una aula és important per la seva acústica i que l'aforament d'una aula és important a l'hora d'afavorir una bona escolta, però aquest ítem està malentès per part dels participants. Així mateix, pel que fa als tipus de materials, tot i que majoritàriament es tria l'opció «Facilita l'escolta» per a tots ells, es considera que els materials han de ser bons transmissors amb un 68,57%, bons reflectors amb 50,29% i bons absorbents amb el percentatge més baix, un 43,43%. Aquests percentatges són gairebé els mateixos que es van obtenir en el treball final de màster. Conseqüentment, el lèxic influeix en la tria dels materials, ja que transmissors fa pensar en una bona transferència del so i reflector en la reflexió sonora que es dona en un auditori, teatre o sala de concerts. Per tant, tot i que els tres tipus de materials són imprescindibles per afavorir una bona acústica, en una aula, és fonamental que hi hagi materials absorbents perquè faciliten un correcte aïllament de l'exterior i s'elimina el soroll pertorbador. I aquests darrers materials són els que aconseguixen una menor proporció en la tria de facilitar l'escolta, per part de la mostra.

Part IV: Resultats i discussió

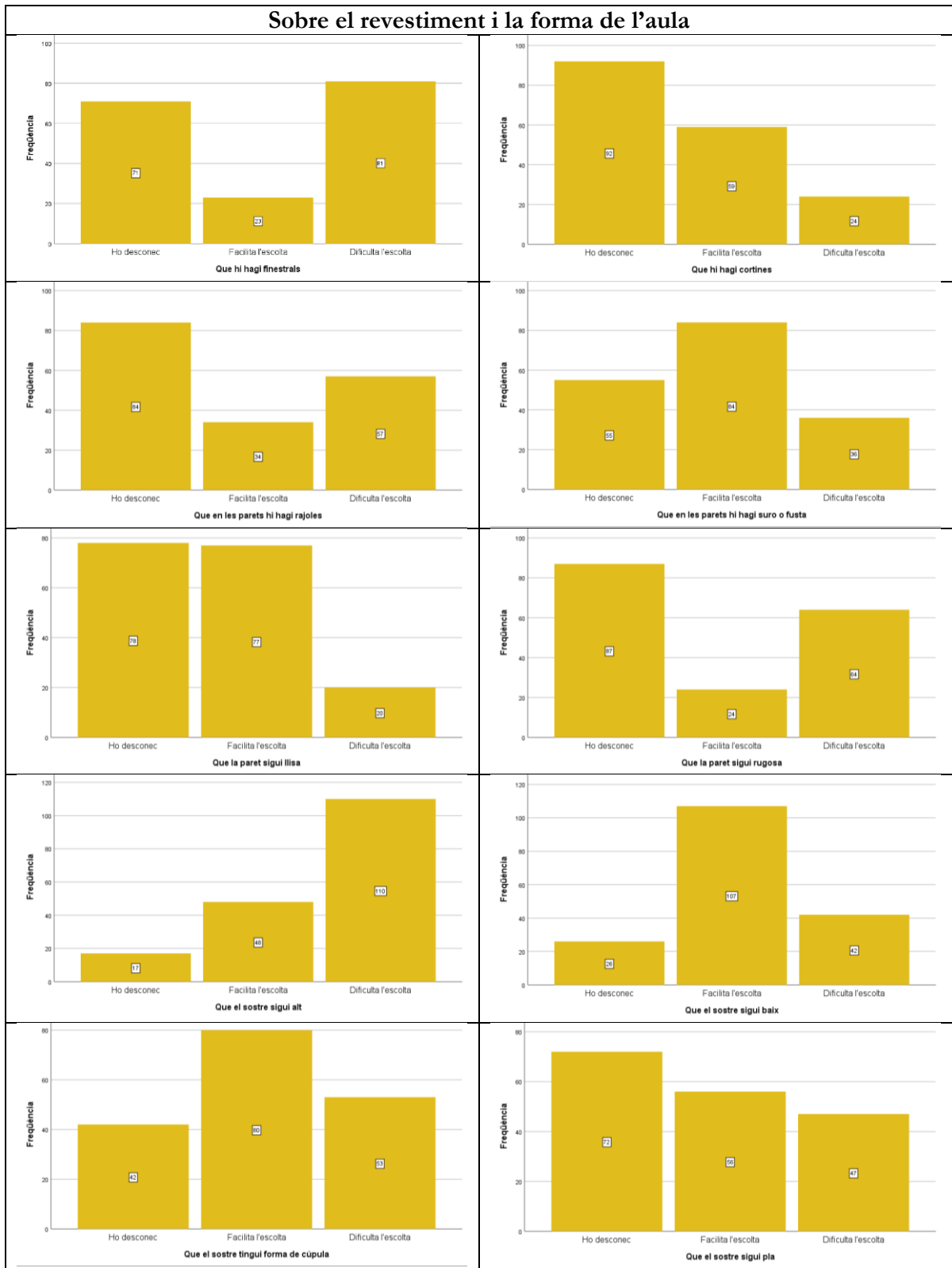


Figura 56. Diagrames de barres de freqüències de les respostes obtingudes pels participants de la primera etapa, referents al revestiment i la forma de l'aula

## Part IV: Resultats i discussió

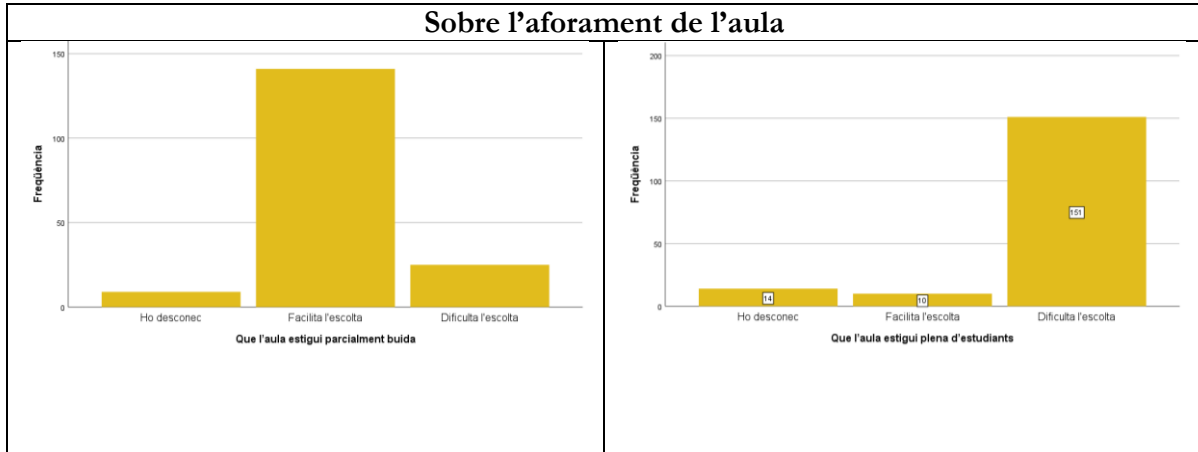


Figura 57. Diagrames de barres de freqüències de les respostes obtingudes pels participants de la primera etapa, referents a l'aforament de l'aula

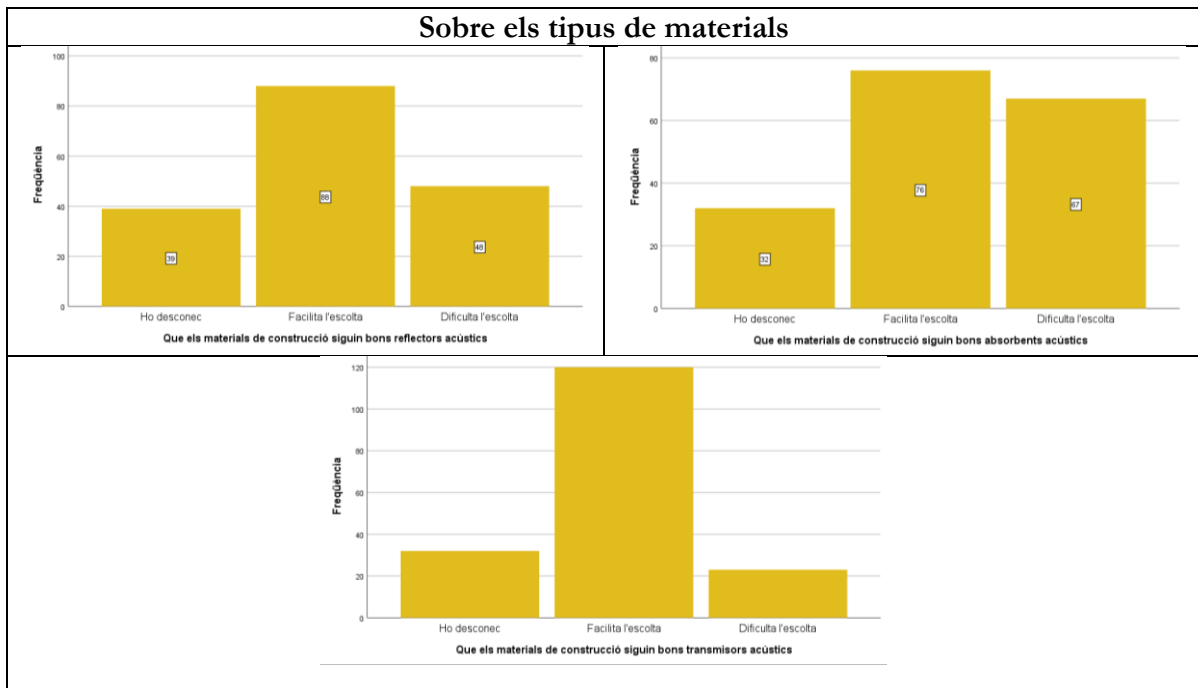


Figura 58. Diagrames de barres de freqüències de les respostes obtingudes pels participants de la primera etapa, referents als tipus de materials

Es fan taules de contingència per les parelles d'ítems que han obtingut percentatges creuats similars en les respostes: «Facilita l'escolta» i «Dificulta l'escolta». Aquestes taules són per l'altura del sostre i per l'aforament. En la resta de casos les taules no són conclouents, ja que en molts casos, l'ítem més emprat és «Ho desconec», o bé els percentatges no són rellevants o bé el nivell de significança

## Part IV: Resultats i discussió

és superior al 5%, per tant, no es pot conèixer si hi ha una relació d'independència o no entre les diferents parelles de variables.

En el cas de l'altura del sostre, taula 41, mostra que 104 persones pensen erròniament que dificulta l'escolta un sostre baix i que la facilita un sostre alt, fent la prova de  $\chi^2$  i tenint en compte el nivell de significança del 5%, s'accepta la hipòtesi alternativa, i, per tant, ambdues variables estan relacionades. En l'altre cas, el relacionat amb l'aforament (taula 42), tot i que, la resposta majoritària de la mostra sigui errònia, passa el mateix que en el primer cas, es rebutja la hipòtesi nul·la, i en conseqüència hi ha relació entre les dues variables, sent 137 persones les que pensen que una classe parcialment buida afavoreix l'escolta versus a una classe plena, malgrat que la idea no sigui certa.

Taula 41. Taula de contingència de la primera etapa entre els ítems: «Que el sostre sigui alt» i «Que el sostre sigui baix»;

			Que el sostre sigui alt			Total
			Ho desconec	Facilita l'escolta	Dificulta l'escolta	
Que el sostre sigui baix	Ho desconec	Recompte % dins de Que el sostre sigui alt	17 100,0%	6 12,5%	3 2,7%	26 14,9%
	Facilita l'escolta	Recompte % dins de Que el sostre sigui alt	0 0,0%	3 6,3%	104 94,5%	107 61,1%
	Dificulta l'escolta	Recompte % dins de Que el sostre sigui alt	0 0,0%	39 81,3%	3 2,7%	42 24,0%
Total		Recompte % dins de Que el sostre sigui alt	17 100,0%	48 100,0%	110 100,0%	175 100,0%

## Part IV: Resultats i discussió

Taula 42. Taula de contingència de la primera etapa entre els ítems: «Que l'aula estigui parcialment buida» i «Que l'aula estigui plena d'estudiants»

			Que l'aula estigui parcialment buida			Total
			Ho desconec	Facilita l'escolta	Dificulta l'escolta	
Que l'aula estigui plena d'estudiants	Ho desconec	Recompte % dins de Que l'aula estigui parcialment buida	7 77,8%	4 2,8%	3 12,0%	14 8,0%
	Facilita l'escolta	Recompte % dins de Que l'aula estigui parcialment buida	1 11,1%	0 0,0%	9 36,0%	10 5,7%
	Dificulta l'escolta	Recompte % dins de Que l'aula estigui parcialment buida	1 11,1%	137 97,2%	13 52,0%	151 86,3%
Total		Recompte % dins de Que el sostre sigui pla	9 100,0%	141 100,0%	25 100,0%	175 100,0%

En definitiva les dades indiquen que la mostra desconeix els tipus de materials que proporcionen un bon condicionament acústic a l'aula, com també, que l'aforament total de l'aula és important per impedir fenòmens acústics perjudicials per a l'escolta, com ara la reverberació. Per contra, alguns aspectes de forma i revestiment, que faciliten l'escolta, són coneguts pels participants.

### 14.4.1 Anàlisi estadística i discussió de la pregunta oberta del bloc de condicionament acústic de la primera etapa

La segona qüestió que s'analitza d'aquest bloc és oberta i tracta sobre com dissenyar i condicionar una aula (qüestió 5.2); es tracta d'una pregunta control, ja que es pretén corroborar el que realment sap el participant sobre el condicionament acústic d'una aula. Per fer l'anàlisi, s'estableixen sis categories:

- Resposta en blanc
- No ho sé
- Resposta imprecisa o tautològica
- Resposta correcta
- Resposta incorrecta
- Barreja de respostes correctes i incorrectes

#### Part IV: Resultats i discussió

El primer tipus de resposta correspon a les persones que no han contestat aquesta qüestió i l'han deixat en blanc, són un total d'11 persones, valor que és proper a les 9 persones que no responien a la primera pregunta oberta sobre el tipus de molèsties sonores -soroll-que havien ocasionat o rebut. Mentre que la categoria «No ho sé» correspon a les persones que directament afirmen no saber-ho i no es veuen en cor a dir com seria la seva aula ideal. De la mateixa manera, les persones de la categoria següent: «Resposta imprecisa o tautològica», que tot i no tenir coneixements sonors, fugen d'estudi i responen amb afirmacions imprecises o obvietats com ara les següents:

«- Espai ampli.- Llum natural - Temperatura adequada (fred i calor)»

«Que fos una aula suficientment gran, ben ventilada i il·luminada, amb una bona acústica i amb uns bons materials, mobles i objectes.»

«Una aula amb un sostre no gaire alt i feta de materials que afavoreixen l'escolta.»

«Un espai diàfan i suficientment gran per als alumnes. En quant a materials de construcció hauria d'informar-me i demanar ajuda a professionals.»

«De tots els elements que hi ha a la taula de la pregunta anterior, demanaria per a la construcció de la meua aula tots aquells que facilitin l'escolta dels alumnes. No en puc dir cap en concret perquè no sé exactament ni del cert quines són les respostes correctes.»

D'aquestes respostes se'n poden distingir dos tipus, algunes fan referència a la llum, als espais, a les dimensions inespecífiques de l'aula, entre altres elements, però no diuen res o ben poca cosa de com ha de ser acústicament favorable una aula per impartir-hi classes; mentre que l'altre tipus de resposta, fa referència a la necessitat de l'ajuda d'experts per a respondre a la qüestió, o bé que utilitzaria els ítems que facilitessin l'escolta de la pregunta anterior del qüestionari, però que no sap quins són; per tant, aquest tipus de resposta podria considerar-se com la categoria: «No ho sé», però es considera una resposta imprecisa o tautològica perquè té retòrica, tot i que és buida i inespecífica. Per altra banda, i dins d'aquesta categoria tautològica, es fa la distinció de les persones que fan èmfasi en les finestres, de manera que les respostes obtingudes per aquesta subcategoria són del tipus:

«Espais oberts, colorits i grans finestrals»

#### Part IV: Resultats i discussió

«Que sigui ample, amb finestres (que encara que si s'obren pot haver-hi més soroll, però penso que si no hi hagués inquietaria als alumnes), amb el mobiliari just (sense excés) i amb el sostre a una alçada mitja.»

«Que tinguin grans finestres, però que tanquin bé. Que sigui espaiosa.»

«Amb obertures: finestres, portes...»

La categoria que es considera com a «Resposta correcta», inclou un o més d'un ítem citat anteriorment, i també es dona com a correcta les respostes que fan referència al fet d'insonoritzar l'aula, tot i que, aquesta resposta no és l'esperada, el subjecte que fa servir aquest argument sap que si l'aula està insonoritzada, no sentirà el soroll exterior ni el transmetrà. Per tant, es fa una doble distinció: la resposta correcta, fent ús d'un o més d'un ítem que faciliti l'escolta dins de l'aula, i la resposta correcta que només cita el fet que estigui insonoritzada. Pel primer cas, els exemples més representatius són:

«Finestres amb tancament hermètic o doble vidre. Pareds amb suro o insonorització. Sostre en forma plana. Materials de les parets i el sostre absorbents acústics.»

«M'imagino una aula amb les parets folrades de suro perquè crec que aïlla el soroll i els cops. Les finestres haurien de ser de doble vidre per així no sentir el soroll del carrer.»

«Poder posar absorbent acústic en el sostre per tal d'evitar reverberacions. Posaria trampes de greus en cantonades de les parets i trampes d'aguts al llarg de les parets per tal d'evitar reflexos de freqüència no desitjables. Intentaria que la posició del professor o la dels alumnes fos òptima per tal que a tothom li arribi el so sense obstacles acústics.» [L'estudiant és tècnic de so.]

«Es tindria en compte el volum de persones que hi hauria d'haver per no fer la massa gran ni massa petita. Amb parets i sostres que absorbeixin el soroll, evitar mobles que dificultin la comunicació al mig de l'aula, portes i finestres adequades perquè no passi el soroll exterior.»

Mentre que en el segon cas, en el qual es considera la insonorització com l'únic element per afavorir una bona escolta, les respostes són del tipus:

«Finestres aïllants. Aules insonoritzades per poder fer soroll sense molestar a les altres classes.»

«Pareds insonoritzades, cadires còmodes i taules amples.»

## Part IV: Resultats i discussió

«Que la distribució del material sigui l'adequada, les parets i finestres estiguin aïllades del soroll l'exterior (en cas de la ciutat per la contaminació acústica), que l'aula no sigui ni molt gran ni molt petita en proporció al número d'alumnes.»

Cal fer notar que en aquestes respostes s'hi afegeixen altres elements que no aporten cap classe d'informació que faci referència a l'acústica, sinó que són aportacions personals subjectives que formen part de la retòrica de l'enquestat.

De la categoria «Resposta incorrecta» en sorgeixen respostes diverses, però totes elles no són adequades per a mantenir un paisatge acústic favorable en una aula. Algunes persones trien els ítems de la pregunta anterior, però de manera incorrecta, per exemple, citen que les parets han de llises o que el sostre ha de ser alt i en forma de cúpula, com si es tractés d'una església; d'altres no tenen clars els conceptes i volen aules amb «eco», i altres persones fan referència a mesures o formes d'aula que no són les òptimes per facilitar-ne l'escolta. Alguns exemples són:

«Que els materials de construcció siguin bons transmissors acústics.»

«Demana que el sostre no sigues molt baix, i que els materials de construcció fossin bons reflectors acústics.»

«Aules petites amb reflectors acústics.»

«Aules amb molta capacitat “d'eco”.»

«Que tingui capacitat per 20 alumnes. Que les parets siguin llises i el sostre tingui forma ondulada.»

Finalment, en la darrera categoria «Barreja de respostes correctes i incorrectes», hi ha un batibull de conceptes, alguns d'ells són òptims per aconseguir una aula acústicament beneficiosa per escoltar i ser escoltats, però d'altres afavoreixen l'aparició de fenòmens sonors que dificulten la comprensió de la parla, com ara reverberacions. Alguns models de resposta són:

«Materials de construcció que siguin bons absorbents acústics, sostre alt i amb cúpula.»

«Demana una aula amb llum natural (finestrals grans), amb cortines que puguin tancar la llum en cas necessari. Les taules i les cadires no serien fixes per poder canviar la distribució de l'aula segons l'activitat. Que el sostre sigui alt i que els materials de les parets siguin absorbents acústics.»



## Part IV: Resultats i discussió

«Aules aïllades de soroll extern, amb grans finestrals, amb el sostre alt i amb cristalls al sostre. Colors clars i ben il·luminada.»

«Una aula on les parets i el sostre tingui un recobriments de fusta. Cal que les parets siguin llises sense finestres, cortines, o qualsevol cosa que alteri la direcció del so. Parets amb forma ovalada i sostres horitzontals o en forma oval.»

D'aquestes respostes se'n desprèn que les persones que pertanyen a aquesta categoria, coneixen algunes característiques que poden facilitar l'escolta, però que altres conceptes se'ls hi escapen, els confonen o bé les coneixen de manera imprecisa. També es podria deduir que diuen un conjunt de coses i encerten algunes d'elles per casualitat.

Fent l'anàlisi estadística (figura 59), la resposta majoritària és la tautològica, amb el 44%, a continuació la resposta correcta té un 25,71%, i la resta de categories tenen percentatges d'entre el 7 i 10%, a excepció de la categoria «No ho sé» que té un 2,29%. Però, la resposta correcta es dilueix quan es fragmenta en les dues categories: Correcta i insonoritzada, de manera que guanya posicions la resposta insonoritzada, amb un 15,43%; i de la mateixa manera, el pes de la tautològica, també disminueix quan se subdivideix amb les categories: correcta i finestres; tot i que continua tenint el pes percentual més gran, amb un 29,14%.

## Part IV: Resultats i discussió

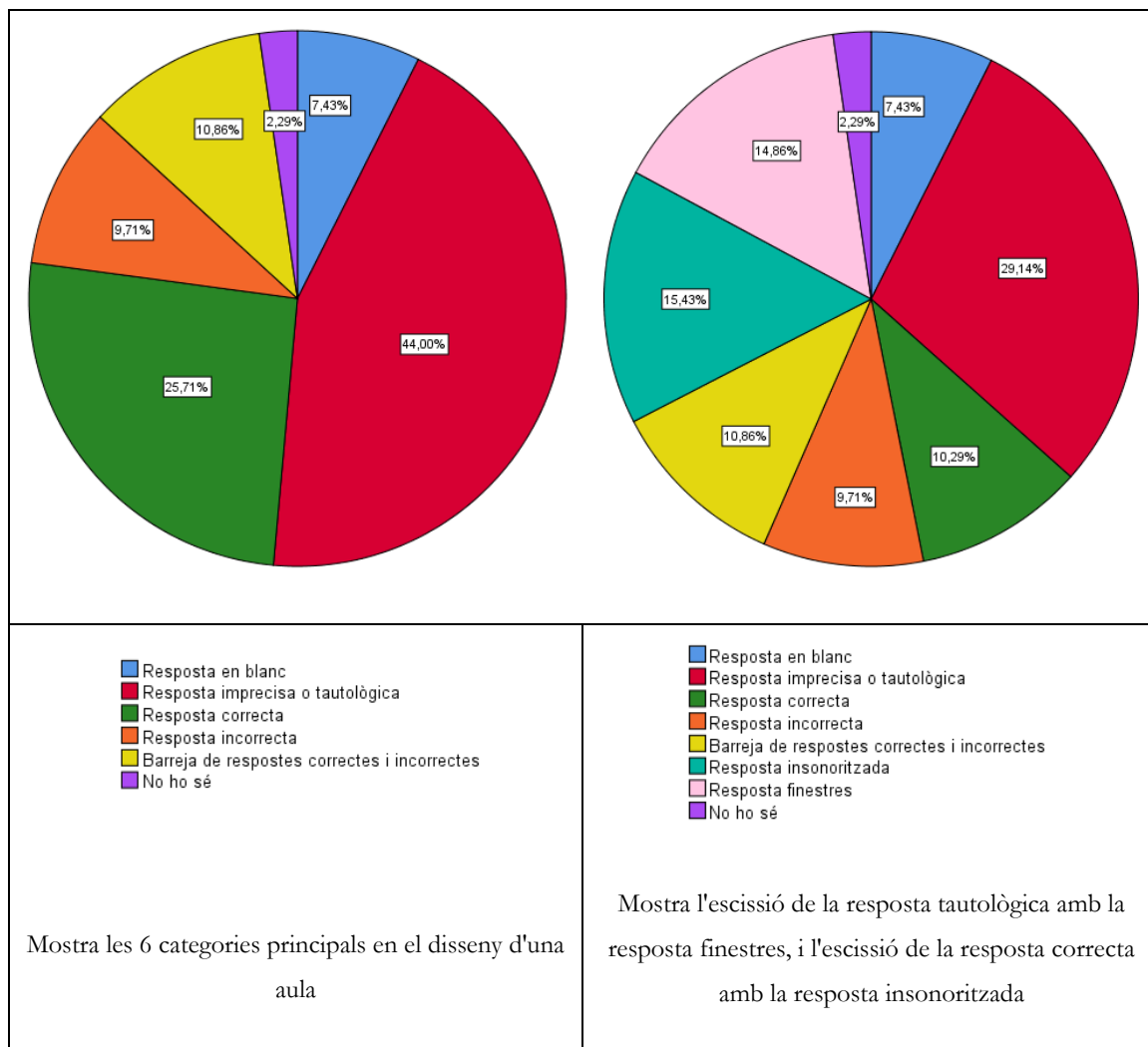


Figura 59. Grups de diagrames de sectors de la primera etapa referent al tipus de resposta sobre el condicionament acústic d'una aula

Així, doncs, el fet de subdividir les categories i detallar el missatge dels subjectes fa que el global es dilueixi, com és obvi, però també determina que només hi ha 18 persones de les 175 que tenen una resposta correcta en el disseny d'una aula, i que en la majoria de les ocasions és parcial, però que utilitza els ítems de la pregunta tancada analitzada (5.1). Això es pot comprovar en el núvol de paraules qualitatiu que surt de l'anàlisi d'aquestes 18 respostes (figura 60). Hi destaquen els mots: materials absorbents, parets rugoses, sostre, suro, finestres o cortines; els quals apareixen en la qüestió tancada anterior; d'altres com doble vidre o trampes, no hi apareixien, però són coneguts pels participants. Convé ressaltar que un d'ells és tècnic de so, i és el que introdueix el terme trampa





Figura 61. Núvol de paraules de totes les categories sense les respostes correctes dels 18 participants de la primera etapa, realitzada amb l'aplicació en línia *Wordcloud*

Aquest fet es comprova amb el percentatge de respostes que s'ajusten a la categoria imprecisa o tautològica, que és del 44%, tal com s'ha esmentat anteriorment. Són 77 participants que s'ajusten a aquest tipus de qüestió i, per tant, són 77 persones que utilitzen el vocabulari del mateix qüestionari per desenvolupar la seva tesi respecte al disseny d'una aula, acústicament ideal. D'aquestes 77 persones (figura 62), n'hi ha 26 que sols remarquen la importància de les finestres fent èmfasi, sobretot, amb la llum natural, i la resta, 51 persones, responen tautològicament i no es decanten cap a cap element representatiu específic, poden també incloure les finestres o la bona il·luminació, i parlar de mides, formes, revestiments, però sense cap sentit acústic. Repeteixen termes però no diuen res.

## Part IV: Resultats i discussió

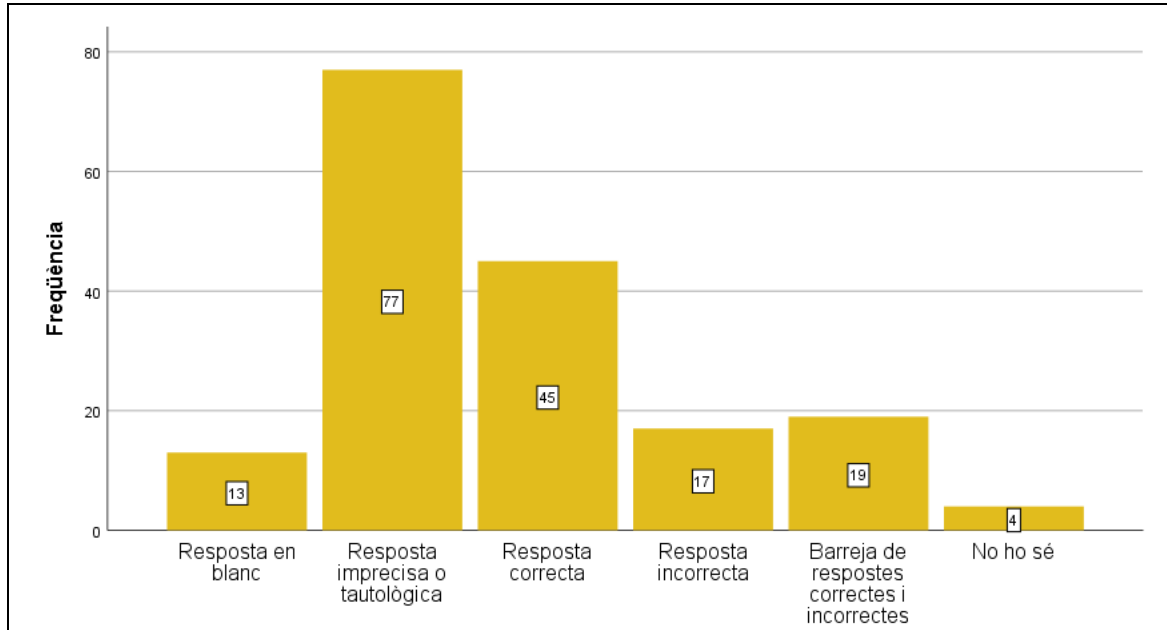


Diagrama de barres de freqüència de les 6 categories bàsiques de la qüestió oberta: «Dissenyar i condicionar una aula»

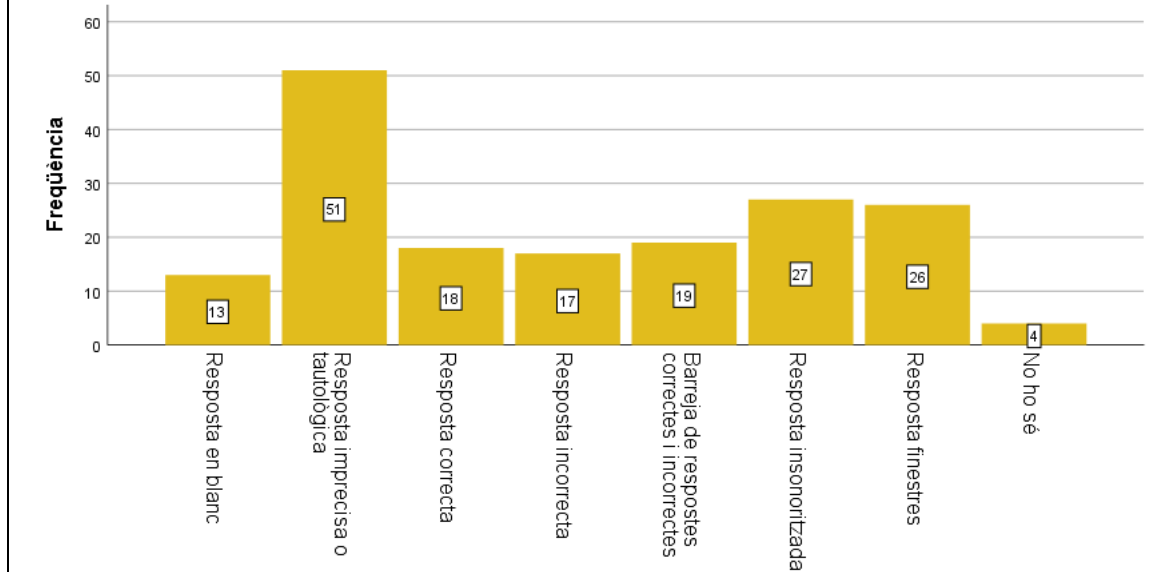


Diagrama de barres de freqüències de les 8 categories, l'escissió de la tautològica i la correcta

Figura 62. Diagrames de barres de freqüència sobre el tipus de respostes per: «Dissenyar i condicionar una aula», de la primera etapa

## 14.5 Anàlisi estadística i discussió del bloc de la unitat didàctica de la primera etapa

En aquest bloc l'anàlisi i la valoració de les dades és només descriptiu, ja que es fa el supòsit que els participants han de dissenyar una unitat didàctica i han d'estimar si les temàtiques relacionades amb: la definició del so i el soroll; el so i la comunicació; la formació artística; el coneixement físic de les ones sonores; la conscienciació de la contaminació acústica; la revisió mèdica de les oïdes i, per últim, els hàbits saludables; són aspectes «Poc», «Força» o «Molt» importants a l'hora de fer-ne el disseny.

La taula d'estadístics descriptius de tendència central (taula 43), mostra mitjana, mediana i la moda. Tenint en compte la moda, s'observa que el coneixement físic de les ones es considera poc rellevant per al disseny de la unitat didàctica i que la formació artística és força important, la resta de temàtiques són considerades molt importants. Cal puntualitzar que la moda i la mediana coincideixen en tots els casos a excepció del cas del coneixement físic de les ones sonores, on la mediana és «Força».

Taula 43. Taula d'estadístics descriptius dels ítems per fer una UD sobre el so, de la primera etapa

		Definició: so, soroll i silenci	El so i la comunicació	Formació artística	Física ones sonores	Contaminació acústica	Revisió mèdica oïdes	Hàbits saludables
N	Vàlids	175	175	175	175	175	175	175
	Perduts	1048344	1048344	1048344	1048344	1048344	1048344	1048344
Media		2,55	2,57	1,90	1,67	2,59	2,50	2,74
Mediana'		3,00	3,00	2,00	2,00	3,00	3,00	3,00
Moda'		3	3	2	1	3	3	3
Desv. Desviació		,631	,561	,725	,705	,598	,651	,502

Per a la mediana i la moda els valors equivalen al grau d'acord, sent, 1: «Poc», 2: «Força», 3: «Molt»

El fet que els futurs mestres pensin que el *Coneixement físic de les ones sonores* és poc important, potser és perquè els hi sembla massa difícil explicar-la als nens i nenes i, per tant, la considerin poc

rellevant. Per altra banda, i tenint en compte la mitjana, sembla els bons hàbits de salut relacionats amb les oïdes és la temàtica que més els hi crida l'atenció, en percentatges, el 76,57% de la mostra considera que és una part molt important en el disseny d'una unitat didàctica, i només hi ha 5 persones que la consideren poc important.

### 14.6 Anàlisi estadística de les respostes en blanc de les preguntes obertes de la primera etapa

Tal com s'ha mostrat en les 3 qüestions obertes analitzades s'ha considerat la categoria «Resposta en blanc» en totes elles, amb els següents percentatges: 36% per a la qüestió «Has patit o produït algun problema o conflicte relacionat amb el so o el soroll al llarg de la teva vida? Com ara, soroll a l'hora d'anar a dormir i/o estudiar, treballar en un ambient sorollós, queixes dels veïns per la teva activitat, entre d'altres»; el 20, 57% per a la qüestió: «Cita quins factors creus que poden alterar la capacitat d'oïda?»; i finalment el 7,43%, per a la qüestió: «Dissenyar i condicionar una aula».

Tot i que els percentatges decreixen a mesura que els participants fan el qüestionari, perquè les qüestions presentades es donen en ordre cronològic del qüestionari, potser hi ha una relació de dependència amb aquest tipus de resposta, és a dir, potser són els mateixos subjectes els que sempre responen en blanc. El que es pot descartar que el motiu per respondre en blanc no es deu al fet del cansament que pugui ocasionar el fet de respondre'l, o dit d'una altra manera, com que els percentatges de la resposta en blanc no creixen a mesura que es contesta el qüestionari, això pot significar que no es dona cansament o desmotivació mentre es respon.

Tanmateix, l'anàlisi que es fa per determinar si hi ha relació o no entre els subjectes que responen en blanc es fan dues taules de contingència (taules 43 i 44) que relacionen la darrera qüestió sobre el disseny de l'aula, que és la que obté menor nombre de respostes en blanc, un total de 13, amb les altres dues, i es fa la prova de  $\chi^2$ , el nivell de significança és superior al 5%, per tant, no es pot conèixer si hi ha una relació d'independència o no entre les diferents parelles de variables en ambdós casos.

En la taula 44, les respostes en blanc coincidents entre els conflictes derivats del soroll i el disseny de l'aula, només hi ha 6 persones que contestin en blanc les dues qüestions, tot i ser un total de 63 les que no contesten a la qüestió si han patit o han ocasionat algun conflicte sonor.

## Part IV: Resultats i discussió

Taula 44. Taula de contingència de la primera etapa entre els ítems: «Conflictes derivats del soroll» i «Disseny de l'aula», per relacionar les «Respostes en blanc»

			Conflictes derivats del soroll		Total
			Resposta en blanc	Altres respostes	
Disseny aula	Resposta en blanc	Recompte	6	7	13
		% dins de Resposta en blanc Disseny aula	46,2%	53,8%	100%
		% dins de Resposta en blanc de Conflictes derivats del soroll	9,5%	6,3%	7,4%
	Altres respostes	Recompte	57	105	162
		% dins de Altres respostes Disseny aula	35,2%	64,8%	100%
		% dins d'Altres respostes de Conflictes derivats del soroll	90,5%	93,8%	92,6%
Total	Recompte	63	112	175	
	% dins de Resposta en blanc Disseny aula	36,0%	64,0%	100%	
	% dins d'Altres respostes de Conflictes derivats del soroll	100%	100%	100%	

Mentre que per la taula de contingència (taula 45) que relaciona el disseny de l'aula amb els possibles factors que poden alterar la capacitat d'oïda, el valor és inferior. Només hi ha 2 persones que no contesten a ambdues qüestions. Cal insistir que en aquest cas, els percentatges de resposta en blanc és gairebé la meitat que en el cas dels conflictes ocasionats pel soroll, de manera que només hi ha 36 persones que no contesten a la qüestió que té a veure amb els factors que poden alterar la capacitat d'oïda.

Ara bé, es pot afirmar que només hi ha una persona de 19 anys que no contesta a les 3 preguntes obertes, fet que reafirma que el qüestionari genera interès perquè tothom hi vol dir la seva, donant la seva opinió, perquè es tracta d'un tema de percepció que resulta interessant pels participants, ja que poden opinar, amb criteri format o sense. Per tot això, es considera que no hi ha correlació entre les respostes en blanc per part dels participants; però que cal prendre mesures per fer disminuir les respostes nul·les de cara a la següent etapa de recerca.



## Part IV: Resultats i discussió

Taula 45. Taula de contingència de la primera etapa entre els ítems: «Factors alteren l'òida» i «Disseny de l'aula»; per relacionar les «Respostes en blanc»

		Factors alteren l'òida		Total	
		Resposta en blanc	Altres respostes		
Disseny aula	Resposta en blanc	Recompte	2	11	13
		% dins de Resposta en blanc Disseny aula	15,4%	84,6%	100%
		% dins de Resposta en blanc Factors alteren l'òida	5,6%	7,9%	7,4%
	Altres respostes	Recompte	34	128	162
		% dins de Altres respostes Disseny aula	21,0%	79,0%	100%
		% dins d'Altres respostes Factors alteren l'òida	94,4%	92,1%	92,6%
Total	Recompte	36	139	175	
	% dins de Resposta en blanc Disseny aula	20,6%	79,4%	100%	
	% dins d'Altres respostes Factors alteren l'òida	100%	100%	100%	

### 15 Anàlisi i discussió de resultats de la segona etapa

En aquesta etapa de recerca es fa la innovació didàctica i s'obtenen nombroses dades per a l'anàlisi. Tal com mostra la figura 63, les dades quantitatives principals venen del qüestionari CTTH pre i postintervenció, mentre que les dades qualitatives s'aconsegueixen de les xarxes sistèmiques que s'empren per valorar les diferents produccions de l'alumnat que fan en l'etapa d'aplicació de la innovació didàctica: mapes conceptuals, dissenys experimentals amb control de variables (DECV) i integració de la sostenibilitat mitjançant els ODS. Les altres dades que s'analitzen són les experimentals que es treuen per fer els mapes sonors del Laboratori de Geologia de l'edifici de Migdia 1 del Campus de Mundet.

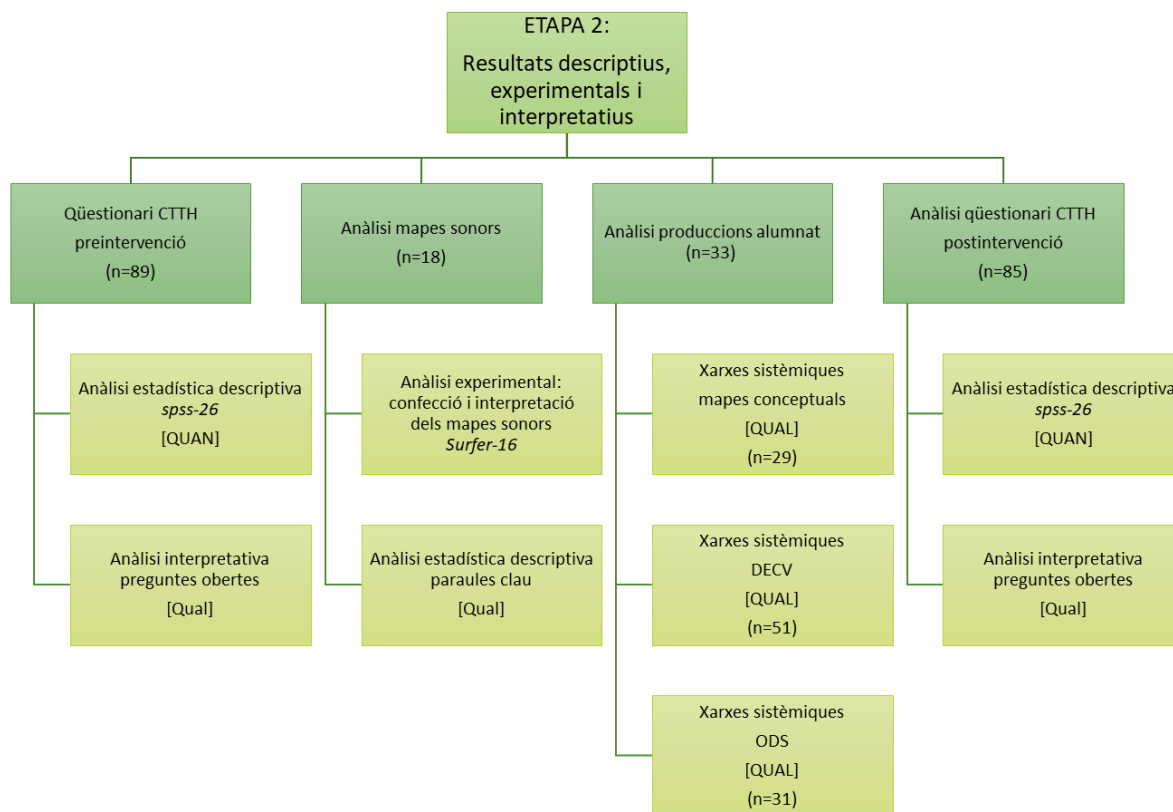


Figura 63. Detall del tipus d'anàlisi de la segona etapa

## 15.1 Resultats del qüestionari CTTH preintervenció, etapa 2

En la preintervenció es dona fonamentalment una de les característiques de la metodologia mixta, la iniciació, tal com s'explica en l'apartat 7 de la part metodològica. Cal tenir en compte que en aquest qüestionari CTTH es dona alguna modificació en les qüestions d'elecció múltiple, que esdevenen preguntes obertes en altres qüestionaris, per tal de comprendre el raonament dels estudiants.

També, cal recordar que la mostra està formada per 89 participants, que cursen l'assignatura d'Aprenentatge i Ensenyament de les Ciències Naturals, tal com es detalla en l'apartat metodològic 10.1.

### 15.1.1 Anàlisi estadística del bloc de dades demogràfiques abans de la intervenció de l'etapa 2

La mostra d'aquesta etapa està formada per nois i noies de 2n de Grau de Mestre de Primària – 49 participants – i de Grau de mestre d'Educació Infantil i Primària – 40 participants –, són 89 persones d'entre 18 i 30 anys, la mitjana és de 20,24 anys, amb una desviació estàndard de 2,384; mentre que la moda i la mediana coincideix en 19. Per tant, la mostra té una distribució asimètrica positiva en forma de J invertida, de la mateixa manera que en la primera etapa. La taula 46 mostra aquesta tendència en les respectives franges d'edats.

Taula 46. Freqüències i percentatges agrupats per intervals d'edat de la segona etapa, abans de la intervenció

		Freqüència	Percentatge	Percentatge vàlid	Percentatge acumulat
Vàlid	De 18 a 20 anys	64	68,8	71,9	71,9
	De 21 a 23 anys	17	18,3	19,1	91,0
	De 24 a 26 anys	4	4,3	4,5	95,5
	Més gran de 27 anys	4	4,3	4,5	100,0
	Total	89	95,7	100,0	

Novament, el sexe majoritari és el femení, amb un 84,3%. En la distribució de franges d'edat per sexes (figura 64), s'observa que fins als 23 anys, els participants són majoritàriament dones, mentre que per a la franja de 24 a 26 anys hi ha més homes, i en els majors de 27 anys la distribució per sexes és la mateixa. Fet que no coincideix amb la mostra de la primera etapa, que és majoritàriament femenina en totes les franges d'edat. Aquesta diferència pot ser per dues raons, la primera perquè la mostra de la segona etapa és més petita i no s'homogeneïtza cap a la tendència de la primera etapa, o bé perquè l'alumnat d'AECN de Primària té un percentatge més elevat d'homes 26,53%, respecte als de doble titulació amb només un 2,5%, i que els grups de Primària estudien en les últimes franges de la tarda, cosa que fa que l'alumnat sigui més gran, que treballi i que hi hagi un increment d'homes que estudien la llicenciatura en horari de tarda.

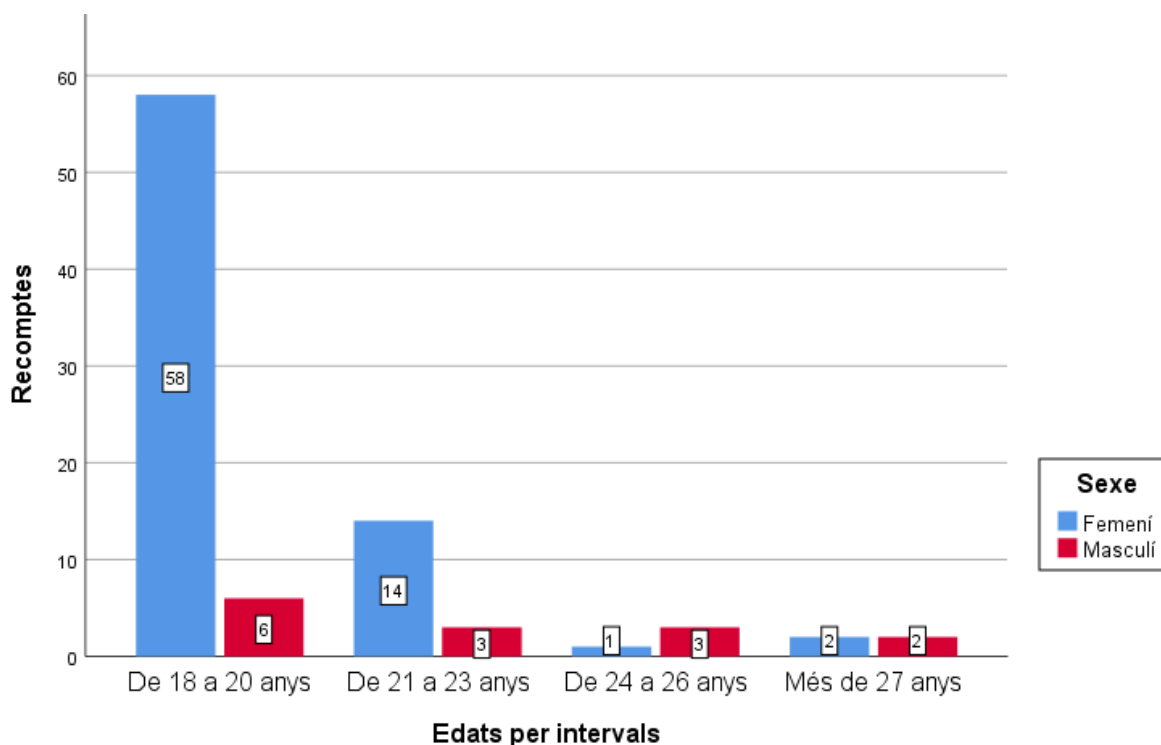


Figura 64. Diagrama de barres agrupat en funció del curs i del grau que cursen els participants de la segona etapa, abans de la intervenció

Tot això, queda parcialment corroborat en les dades laborals, on gairebé un 63% treballa, un 5% més que la mostra de l'etapa 1, i que a partir dels 24 anys, tothom treballa menys una persona. No obstant això, pel que fa a les hores de dedicació a les tasques laborals, aquestes són similars a la mostra de l'etapa 1, sent la majoritària la franja d'entre 8 i 20 hores, amb un 50,9%. També són similars les dades referents amb el tipus de feina, principalment és l'Educació (en una escola, fent classes de repàs, etcètera), amb un 63,6%; d'Atenció al públic (dependent, recepcionista, comercial, etcètera) ho fan un 14,6% i de Restauració (cambrer, ajudant de cuina, etcètera) o altres ocupacions el percentatge és el mateix, un 10,9%.

En relació amb la via d'entrada a la universitat es repeteix el mateix ordre que en la primera etapa, però, els percentatges són lleugerament diferents: en primer lloc, entren amb les PAU a través d'un Batxillerat d'humanitats, ciències socials o arts, amb un 61,8%, en segon lloc, a través dels Cicles Formatius de Grau Superior (CFGS), amb un 21,3%; en tercer lloc, des de les PAU, havent cursat un Batxillerat de ciències o tecnologia, amb un 13,5%, i finalment, la categoria «Altres», amb un 3,4%, que inclou una segona carrera o la prova d'accés de majors de 25 anys.

## Part IV: Resultats i discussió

Tal com s'ha indicat al principi d'aquest apartat, la mostra consta de 89 persones del curs 2021-2022, però s'han eliminat o suprimit participants per diferents raons, ja que tenint en compte la matrícula de l'assignatura d'Aprenentatge i Ensenyament de les Ciències Naturals la mostra hauria d'estar formada per 111 participants. D'entrada s'han suprimit les persones que s'acullen a avaluació única perquè no fan la seqüència didàctica. Al costat d'això, hi ha altres persones que no han fet el qüestionari inicial en el seu moment i per tant, no es pot conèixer si hi ha un canvi conceptual o no. I a més, també, es va suprimir un grup sencer, el 7B de 32 persones, cosa que faria augmentar la mostra a 143 participants. Malauradament, per problemes de configuració, el qüestionari es va passar online, utilitzant els qüestionaris *Microsoft*, en els quals cal especificar les pàgines que es contesten, això no es va fer bé, i quan es va veure l'errada ja s'havia començat la seqüència d'innovació. En la taula 47 s'especifica la matrícula real del grup i les persones que han participat en aquesta etapa de manera efectiva.

Taula 47. Participants possibles (matriculats) i efectius (alumnat participant) de l'etapa 2

Grups d'AECN	Semestre (curs 2021-2022)	Alumnat matriculat	Alumnat participant
9B (Primària)	Tardor	34	28
7A (Primària)	Tardor	32	21
7B (Primària)	Tardor	32	–
D1 (Primària)	Primavera	23	22
D2 (Primària)	Primavera	22	18
Total		143	89

Per acabar aquest bloc inicial de coneixença de la mostra, resta l'anàlisi de la qüestió referent a: «En quins moments de la teva vida acadèmica has estudiat aspectes relacionats amb el SO». Fent ús de les mateixes categories utilitzades durant l'etapa 1, els resultats són els indicats en la figura 65. Cal notar que tothom contesta una etapa educativa, a diferència del què passa en la primera etapa, això pot ser perquè la pregunta és obligatòria i tot i tenir l'opció «Altres», en marquen més d'una. En canvi, en la primera fase, el qüestionari és en format paper i poden deixar de contestar preguntes. Així que tothom ha treballat aquesta temàtica en algun moment de la seva vida acadèmica, tal com indiquen els diferents currículums. Pel que fa als percentatges, gairebé el 60% de la mostra ho ha

fet en etapes escolars obligatòries i, prop del 5% contempla aquest estudi durant etapes escolars postobligatòries. La resta ho ha fet en etapes obligatòries i postobligatòries.

#### Estudi del so en moments acadèmics

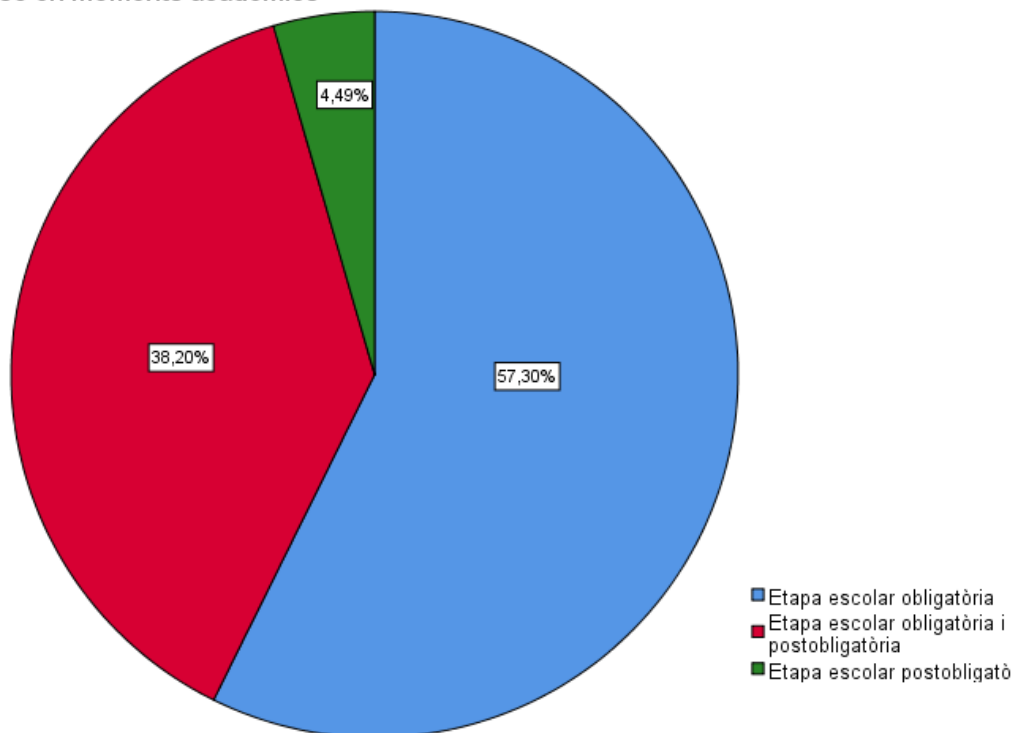


Figura 65. Diagrama de sectors abans de la intervenció de l'etapa 2 sobre la qüestió: «En quins moments de la teva vida acadèmica has estudiat aspectes relacionats amb el SO»

### 15.1.2 Anàlisi estadística i discussió del bloc d'antecedents i hàbits abans de la intervenció de l'etapa 2

Abans de res i segons les taules de freqüències i els respectius percentatges, la mostra de l'etapa 2 és lleugerament diferent de la de l'etapa 1, però manté moltes similituds que es van desgranar al llarg d'aquest apartat.

Per començar s'analitzen les qüestions relacionades amb l'exposició a intensitats sonores elevades, i després les de salut i higiene. Per una banda, la gran majoria dels participants van a la discoteca o a esdeveniments musicals, amb un 86,52%, i el 92,13% utilitza auriculars, sent l'ús de l'auricular de botó el que fa servir més de la meitat de la mostra, el de pavelló amb un 14,61% i l'ús indistints de

## Part IV: Resultats i discussió

qualsevol mena d'auricular el 25,84%. Els percentatges són superiors a la mostra de l'etapa 1 en ambdós casos. Cal recordar que, en l'etapa 1, són el 82,9% els que van a esdeveniments musicals i el 80% els que empen auriculars; això significa respectivament un increment del 3,5% i del 12%, respectivament.

S'ha de precisar que la qüestió referent a anar als esdeveniments musicals o a la discoteca, té l'aclariment pre-pandèmic, és a dir, que l'han de respondre pensant en el que feien abans de la Covid-19, ja que amb les restriccions, la resposta quedaria esbiaixada. Pel que fa al nombre de vegades que acostumen a anar-hi, més de la meitat assenyalen: «Mensualment», amb un 53,9%, el 23,6% «Setmanalment»; com també passa en la mostra de l'etapa 1, tot i que amb una lleugera menor proporció. Després, la resta de percentatges, són: trimestralment (10,1%), un cop l'any (7,9%) i cada mig any (4,5%). Mentre que les hores que fan servir auriculars és diferent en les dues etapes, en la primera posició percentual, per a l'etapa 1 és: «menys d'1h diària» amb un 57%, en canvi, per a l'etapa 2 és: «entre 1 hora i 2h 30 minuts», amb un 37,08%. A continuació i per ordre creixent en percentatges, la resta de les respostes en l'etapa 2 són: «menys d'1h diària», amb un 35,96%; «entre 2h 30min a 5h», amb un 20,22%; «més de 5 hores diàries de mitjana» amb un 1,12%. El 57% és la suma dels percentatges de les persones que utilitzen auriculars entre 1 i 5 hores diàries, en l'etapa 2, el qual és el mateix que el nombre de persones que afirmen escoltar música amb auriculars menys d'una hora diària; aquest fet pot ser per la pandèmia, ja que en aquesta pregunta no hi ha cap aclariment, i per les restriccions s'han vist obligats a deixar d'anar a la discoteca o a esdeveniments musicals i, per tant, continuen escoltant música fent ús de cascos. A més, d'aquesta manera, escolten la seva música i no molesten les persones amb les que conviuen.

Atès que els percentatges relacionats amb l'exposició a alts decibels és elevat, es fa la taula de contingència i el contrast d'independència entre les qüestions referents a l'ús d'auriculars i anar a la discoteca (taula 48). El resultat no és conclouent perquè en la casella: no vaig a la discoteca, ni escolto música amb auriculars el recompte és menor de 5, només hi ha una sola persona que compleixi aquestes variables. Però, cal fixar-se que 71 persones van a la discoteca i fan servir auriculars, és a dir el 92,2% de la mostra estan exposades a alts decibels per les dues fonts emissores esmentades.

## Part IV: Resultats i discussió

Taula 48. Taula de contingència de la segona etapa abans de la intervenció entre els ítems: «Fas servir auriculars per escoltar música?» i «Acostumes a anar a la discoteca o a esdeveniments musicals?»

			Acostumes a anar a la discoteca o a esdeveniments musicals?		Total
			Sí	No	
Fas servir auriculars per escoltar música?	Sí	Recompte % dins de Acostumes a anar a la discoteca o a esdeveniments musicals?	71 92,2%	11 91,7%	82 92,1%
	No	Recompte % dins de Acostumes a anar a la discoteca o a esdeveniments musicals?	6 7,8%	1 8,3%	7 7,9%
Total		Recompte % dins de Acostumes a anar a la discoteca o a esdeveniments musicals?	77 100,0%	12 100,0%	89 100,0%

Tampoc s'obtenen resultats concloents en el contrast d'independència, per la mateixa raó de recompte en les taules de contingència 49 i 50. En la primera, es relacionen els intervals d'edat amb l'ús d'auriculars, i cal fer èmfasi en els valors nuls, els quals venen a dir que dels 21 als 26 anys no hi ha ningú que no utilitzi auriculars, i així mateix, convé destacar que només són 7 persones les que no utilitzen auriculars, una de més de 27 anys i la resta d'entre 18 i 20 anys.

Taula 49. Taula de contingència de la segona etapa abans de la intervenció entre els ítems: «Fas servir auriculars per escoltar música?» i els «Intervals d'edat»

			Intervals d'edat				Total
			De 18 a 20 anys	De 21 a 23 anys	De 24 a 26 anys	Més gran de 27 anys	
Fas servir auriculars per escoltar música?	Sí	Recompte % dins d'intervals d'edat	58 90,6%	17 100,0%	4 100,0%	3 75,0%	82 92,1%
	No	Recompte % dins d'intervals d'edat	6 9,4%	0 0,0%	0 0,0%	1 25%	7 7,9%
Total		Recompte % dins d'intervals d'edat	64 100,0%	17 100,0%	4 100,0%	4 100,0%	89 100,0%



## Part IV: Resultats i discussió

Ara bé, en la taula 50, només hi ha un zero, que correspon a les persones de més de 27 anys que no van a la discoteca; és a dir, hi ha una sola persona que té més de 27 anys que no utilitza auriculars però si que va a la discoteca, per tant, sempre hi ha algun tipus d'exposició a elevats decibels. Per altra banda, les persones que no van a la discoteca pertanyen a la resta d'interval d'edat, però són molt poques, dotze de les vuitanta-nou, i d'aquestes sis fan servir auriculars. Per tant, vuitanta-tres persones estan exposades a una o a una altra font d'emissió sonora; percentualment suposa el 93,25% de la mostra, molt similar al 94% de la mostra de la primera etapa.

Taula 50. Taula de contingència de la segona etapa abans de la intervenció entre els ítems: «Acostumes a anar a la discoteca o a esdeveniments musicals» i els «Interval d'edat»

			Interval d'edat				Total
			De 18 a 20 anys	De 21 a 23 anys	De 24 a 26 anys	Més gran de 27 anys	
Acostumes a anar a la discoteca o a esdeveniments musicals?	Sí	Recopte % dins d'interval d'edat	56 87,5%	15 88,2%	2 50,0%	4 100,0%	77 86,5%
	No	Recopte % dins d'interval d'edat	8 12,5%	2 11,8%	2 50,0%	0 0,0%	12 13,5%
Total		Recopte % dins d'interval d'edat	64 100,0%	17 100,0%	4 100,0%	4 100,0%	89 100,0%

A continuació s'analitzen els ítems relacionats amb els antecedents familiars, salut auditiva i la cura de les oïdes. El percentatge de familiars amb problemes auditius és del 40,45%, 3 unitats menys que els de la mostra de l'etapa 1, però, compte amb l'altre percentatge, el relacionat amb si han tingut algun problema auditiu en els darrers 5 anys, perquè el resultat es multiplica per cinc, passa del 5,1%, de la mostra de l'etapa 1, al 25,84%. Les afeccions més recurrents són: otitis, amb un 47,3%; vertígens, amb 6,5%; altres afeccions amb un 4,3%; sordesa, amb un 3,2% i acúfens, amb un 2,2%. Les otitis són les patologies més recurrents en ambdues etapes, tot i que en la primera etapa el percentatge és només del 16,6% respecte a totes les malalties possibles. El nombre de persones que han patit més d'una malaltia es duplica en la segona etapa, de 2 passa a 4.

## Part IV: Resultats i discussió

Arran d'aquestes proporcions es fa una taula de contingència per verificar si hi ha relació entre les persones que tenen alguna malaltia i les persones que tenen algun familiar amb problemes a les oïdes (taula 51). D'aquí s'extreuen les següents conclusions, el percentatge de persones amb afeccions i familiars amb problemes a les oïdes és menor en aquesta etapa, passa del 67,5% al 52,2%, de la mateixa manera, les persones amb mals, però amb parents sense malalties, tenen canvis significatius i els percentatges passen de 32,5% a 47,8% (vegeu taula 47 per fer les comparacions). Això va ser causat possiblement perquè molts joves van passar la Covid-19 (anteriorment el percentatge de joves amb malalties era més baix) i molts deuen tenir infeccions oportunistes otorrinolaringològiques, que inclouen les oïdes. No obstant això, el percentatge de persones sense problemes, però si amb antecedents és similar en ambdues etapes, rondant el 35%, igual que les persones que no tenen cap problema d'oïdes, ni els seus familiars, al voltant d'un 65%. Al capdavant, les persones amb malalties augmenten, tinguin o no tinguin familiars amb alguna problemàtica. Tot amb això, el contrast d'independència no és conclouent, perquè el nivell de significança és més gran del 5% i no es pot assegurar que aquestes variables tinguin o no relació entre elles.

Taula 51. Taula de contingència de la segona etapa abans de la intervenció entre els ítems: «Tens antecedents familiars amb problemes a les oïdes?» i «En els últims 5 anys, has tingut algun problema a les oïdes?»

			En els últims 5 anys, has tingut algun problema a les oïdes?		Total
			Sí	No	
Tens antecedents familiars en problemes a les oïdes?	Sí	Recompte	12	24	36
		% dins de En els últims 5 anys, has tingut algun problema a les oïdes?	52,5%	36,4%	40,4%
	No	Recompte	11	42	53
		% dins de En els últims 5 anys, has tingut algun problema a les oïdes?	47,8%	63,6%	59,6%
Total	Recompte		23	66	89
	% dins de En els últims 5 anys, has tingut algun problema a les oïdes?		100,0%	100,0%	100,0%

Considerant que una quarta part de la mostra ha patit alguna malaltia a les oïdes, es pot afirmar que aquestes persones han anat a revisar-se-les? Per respondre a aquesta qüestió es fa la taula de contingència 51 i el test d'independència, i com a resultat no es pressuposa la hipòtesi nul·la perquè l'error asimptòtic és superior al 5%, però tampoc es pot afirmar que hi hagi relació entre elles. Per

## Part IV: Resultats i discussió

tant, només es pot afirmar que només el 35,5% de les persones amb problemes es revisen les oïdes (taula 52), que 46 persones sense problemes no es fan cap revisió i que en total, només 23 persones dels 89 participants s'han fet una revisió en els darrers 5 anys amb problemes d'oïdes o sense, dels 89 participants; en conseqüència, sembla que la consciència en la salut auditiva és relativament baixa, del 25,8%.

Taula 52. Taula de contingència de la segona etapa abans de la intervenció entre els ítems: «En els últims 5 anys, has tingut algun problema a les oïdes?» i «T'has revisat les oïdes en els últims 5 anys?»

			T'has revisat les oïdes en els últims 5 anys?		Total
			Sí	No	
En els últims 5 anys, has tingut algun problema a les oïdes?	Sí	Recompte % dins de T'has revisat les oïdes en els últims 5 anys?	11 35,5%	12 20,7%	23 25,8%
	No	Recompte % dins de T'has revisat les oïdes en els últims 5 anys?	20 64,5%	46 79,3%	66 74,2%
Total		Recompte % dins de T'has revisat les oïdes en els últims 5 anys?	31 100,0%	58 100,0%	89 100,0%

L'altre cas que es contempla és la relació entre l'ús de bastonets i haver patit alguna malaltia a les oïdes. La taula 53 mostra que 37 de les 89 persones fa servir bastonets, amb patologies o sense, fet que disminueix en gairebé un 20% l'ús dels bastonets respecte a la mostra de l'etapa 1, que va ser del 60,5%. En el contrast d'independència, tampoc és conclouent pel valor superior al 5% del nivell de significança.

## Part IV: Resultats i discussió

Taula 53. Taula de contingència de la segona etapa abans de la intervenció entre els ítems: «En els últims 5 anys, has tingut algun problema a les oïdes?» i «Utilitzes bastonets per netejar-te les oïdes?»

			Utilitzes bastonets per netejar-te les oïdes?		Total
			Sí	No	
En els últims 5 anys, has tingut algun problema a les oïdes?	Sí	Recompte % dins de Utilitzes bastonets per netejar-te les oïdes?	8 21,6%	15 28,8%	23 25,8%
	No	Recompte % dins de Utilitzes bastonets per netejar-te les oïdes?	29 78,4%	37 71,2%	66 74,2%
Total		Recompte % dins de Utilitzes bastonets per netejar-te les oïdes?	37 100,0%	52 100,0%	89 100,0%

En síntesi es pot afirmar que la mostra està sotmesa a decibels alts i potencialment perillosos per la salut auditiva, sigui per l'ús d'auriculars o pel fet d'anar a la discoteca, i que no hi ha diferències significatives amb les franges d'edat, cosa que si passa en l'etapa 1. Cal destacar que els participants d'aquesta etapa escolten més hores de música amb auriculars i que potser no han anat tant a les discoteques per les restriccions de la pandèmia, però que, abans hi anaven de mitjana una vegada al mes. Per altra banda, hi ha més persones amb malalties a les oïdes, però també hi ha menys persones que utilitzin els bastonets per a netejar-se-les respecte a la mostra de la primera etapa.

Per a la qüestió oberta: «Cita quins factors creus que poden alterar la capacitat d'oïda?». Les categories que s'han contemplat són les mateixes que en l'etapa 1, a excepció de la categoria «Resposta en blanc», ja que el qüestionari és en línia i totes les qüestions són obligatòries i necessàriament s'hi ha d'escriure, encara que sigui marcar un espai amb el cursor. Aquestes són:

- Intensitat sonora elevada
- Hàbits i/o malalties
- Intensitat sonora elevada i mals hàbits i/o malalties

En la figura 66 s'observa que gairebé tothom opta per assenyalar que els sorolls forts són els que ocasionen afectacions a les nostres oïdes, hi ha un 53,41%, exactament són 47 persones que assenyalen aquest factor com l'única causa, mentre que el 43,18%, és a dir 38 persones hi afegeix

les malalties i els mals hàbits a més a més de sentir sons elevats, com a les causes principals que afecten les oïdes. Només 3 persones consideren que només les malalties i els mals hàbits són el principal detonant a l'hora de patir mals a les oïdes. Però, també és possible que com a mals hàbits, aquestes 3 persones incloguin anar a la discoteca o escoltar amb auriculars

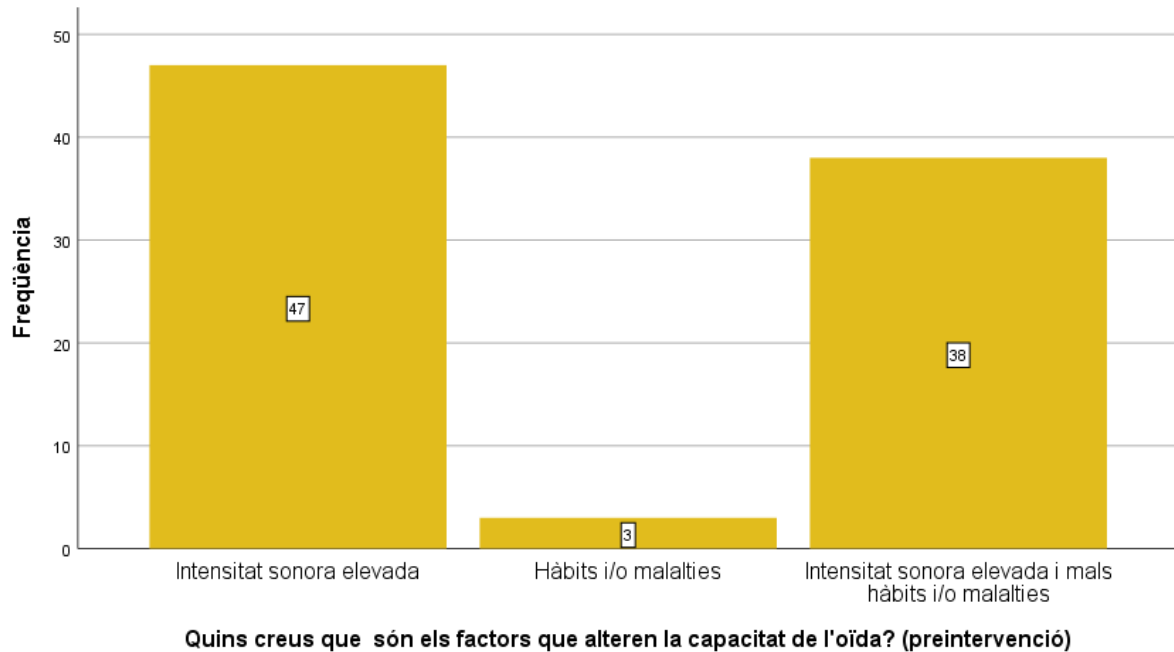


Figura 66. Diagrama de freqüències que mostra els principals factors que afecten la capacitat d'oïda, abans de la intervenció de la segona etapa

### 15.1.3 Anàlisi estadística i discussió de la pregunta oberta del bloc d'antecedents i hàbits abans de la intervenció de l'etapa 2

En aquesta anàlisi es tornen a utilitzar les mateixes categories de l'etapa 1, i continua sense aparèixer la «Resposta en blanc». Afortunadament, tothom contesta a la qüestió, i el conflicte interpretatiu amb la resposta en blanc s'esvaeix.

Les categories, que es valoren són les següents:

- Sí, sense concretar
- No
- Emissor de soroll
- Receptor de soroll
- Emissor i receptor de soroll

La primera i la segona categoria no amaguen cap secret i són senzilles de verificar, en la primera diuen «Sí», sense cap mena de floritura i en la segona, esbossen un «No» o un simple «Cap». Per a la resta de categories, alguns dels exemples il·lustratius són els que es presenten a continuació:

- Emissor de soroll:

«De festa alguna vegada ens hem passat de soroll».

«He patit conflictes relacionats amb el so, particularment queixes dels meus pares per les meves activitats, ja sigui pel to de veu o pel to de la música que estigui escoltant».

- Receptor de soroll:

«Sí, anant a dormir després d'haver sortit de festa, em pitaven les orelles»

«Vaig fer el grau superior de so per audiovisuals i espectacles i vaig estar treballant de tècnic de so uns quants anys i, per tant, he estat sotmès a sorolls forts durant la meva jornada laboral».

«He treballat en un ambient sorollós, amb el soroll constant dels compressors i el soroll de la turbina força constant». (Dentista)

«No sé si és considerat un problema o no però sóc bastant maniàtica quant al soroll i per poder concentrar-me necessito silenci absolut. Quan intento concentrar-me i hi ha soroll de fons el cap em fa mal».

«Sí, no m'agraden gens els petits sorolls com el clic d'un bolígraf, el soroll que fan amb les mans (cruixir-se els dits), o sorolls més generals com la parla de fons en una classe, un conjunt de sons

quan camines per una gran ciutat o els crits, rialles, sorolls dels veïns mentre estic estudiant. Em posa molt nerviosa».

«Si, no puc estudiar, ni dormir sense haver-hi silenci total».

«Puntualment m'ha molestat soroll a l'hora de dormir o fer la migdiada, per exemple, obres dels veïns o els meus germans petits fent escàndol».

- Emissor i receptor de soroll:

«He patit conflictes relacionats amb el soroll sobretot a l'escola, quan els meus companys de classe parlaven i jo volia escoltar el que estava explicant el professor i també sorolls dels veïns a l'hora d'anar a dormir. Tot i això, també he produït algun problema, ja que alguns veïns s'han pogut queixar per alguna nit de festa al pis».

«He patit tot el que diu l'enunciat de la pregunta. A més a més, quan he hagut de dirigir un partit de bàsquet, m'ha sigut molt difícil per tot el soroll que hi havia».

En el darrer comentari de la categoria «Emissor i receptor de soroll», la persona es remet a l'enunciat de la qüestió per explicar-se, cal recordar que l'enunciat de la qüestió diu així: «Has patit o produït algun problema o conflicte relacionat amb el so o el soroll al llarg de la teva vida? Com ara, soroll a l'hora d'anar a dormir i/o estudiar, treballar en un ambient sorollós, queixes dels veïns per la teva activitat, entre d'altres.». D'aquesta manera, amb els suggeriments que s'inclouen en la pregunta oberta es pretén que les persones enquestades puguin valorar les seves vivències i plasmar-les; permet inspirar-se per respondre-les segons les seves experiències.

Val a dir que en la categoria «Receptor de soroll» s'hi observen diferents matisos, els quals detallen, a vegades, la font del soroll, mentre que d'altres expliquen l'activitat que no poden fer amb normalitat en presència de soroll, i hi ha alguns participants que expliquen d'on ve el soroll, la font, i també, l'activitat que es veu interrompuda a causa del soroll. Per tot això, aquesta categoria se subdivideix segons la font d'origen del soroll i el tipus d'activitat que s'interromp. Quant a la primera, les subdivisions són: acúfens o altres malalties a les oïdes; veïnat, i activitats laborals. Mentre que per a la segona s'hi distingeixen: estudiar, dormir, i estudiar i dormir. També es quantifiquen les respostes sense especificar l'activitat que s'interromp per culpa del soroll, establint la categoria: «No ho especifica».

## Part IV: Resultats i discussió

Fent aquestes categories s'obtenen els resultats del diagrama de barres de la figura 67, en el qual es mostra que gairebé la meitat, amb un 49,44%, se senten «Receptors de soroll», i un 40, 45%, 36 persones, neguen haver patit o produït un problema derivat del soroll. Les altres categories tenen percentatges menors, i sols són representades per 5 persones el grup: «Emissors de soroll» i per 2 persones cadascuna de les categories restants: «Emissor i receptor de soroll» i «Sí, sense concretar».

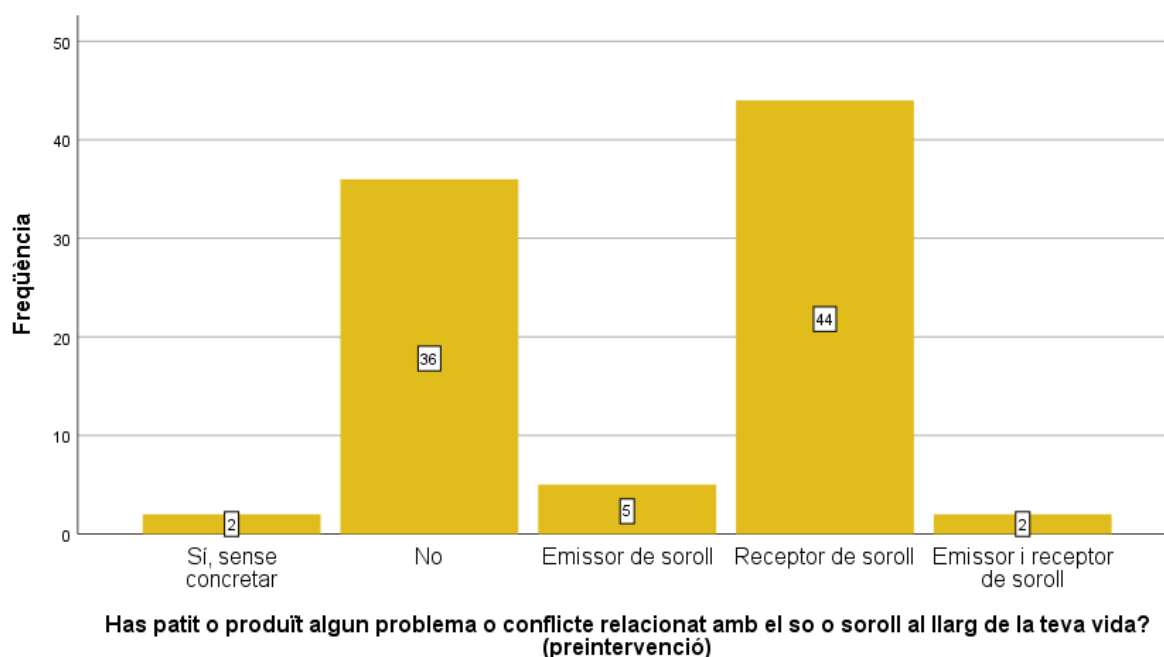


Figura 67. Diagrama de barres de freqüències abans de la intervenció de la segona etapa referent a conflictes sonors

Quant a la subdivisió de la categoria «Receptor de soroll», els resultats es mostren en el grup de diagrames de freqüències de la figura 68. Es pot comprovar que en ambdós casos, un percentatge similar d'entre el 40 al 45% no especifica ni la font de soroll, ni l'activitat que deixa de desenvolupar. També, s'observa que la principal font de soroll és ocasionada pel veïnat, amb un 25%, és a dir, 11 participants reconeixen patir molèsties sonores produïdes pels seus veïns; i es fa notar que l'activitat que necessita més silenci és la d'estudiar, amb un gairebé el 30%, en aquest cas són 13 els participants que necessiten un ambient tranquil i sense sorolls per a poder estudiar.



## Part IV: Resultats i discussió

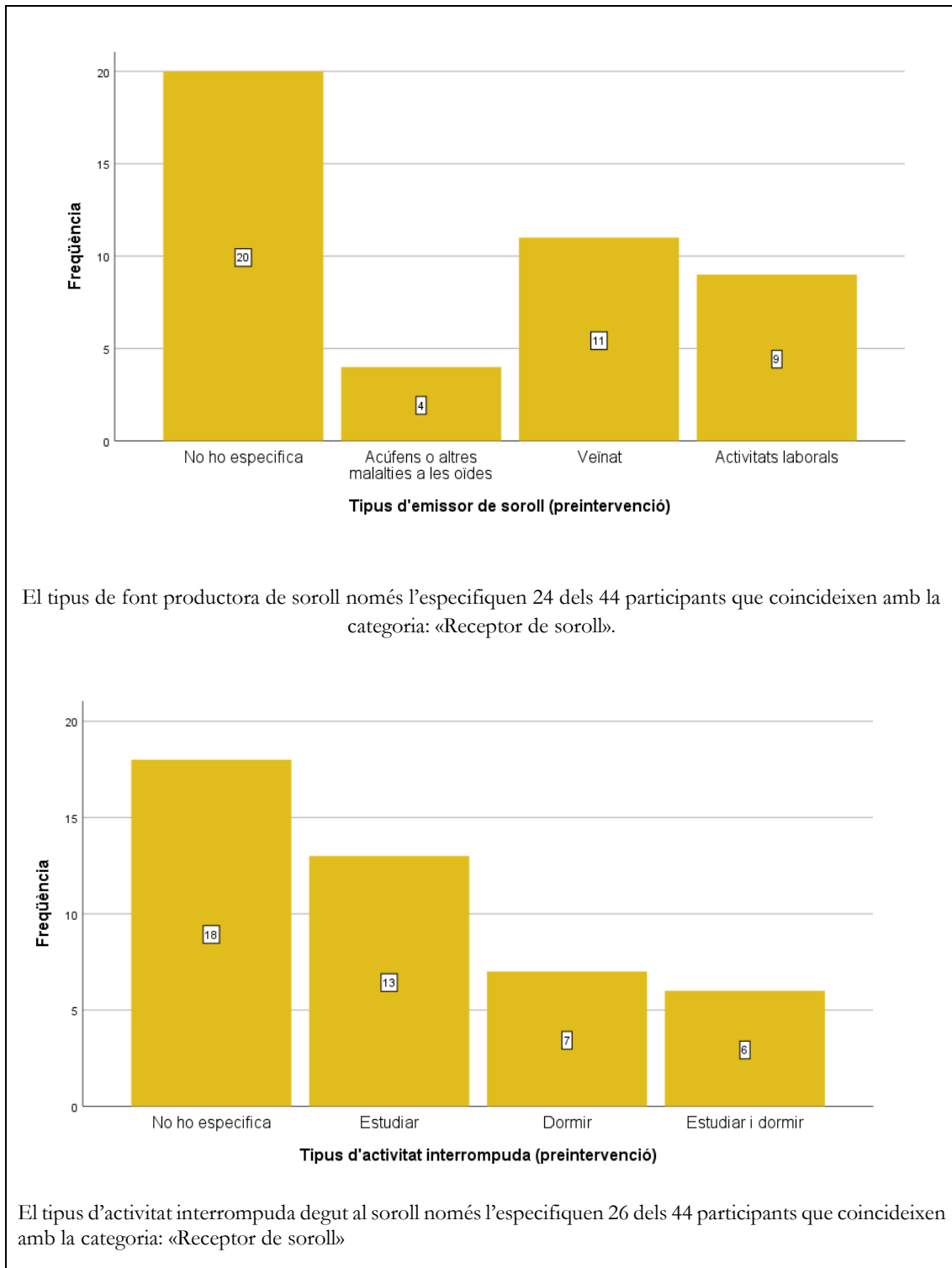


Figura 68. Grup de diagrames de barres de freqüències abans de la intervenció de la segona etapa sobre els tipus de conflictes sonors segons la font i l'activitat

## Part IV: Resultats i discussió

Totes aquestes categories s'agrupen mitjançant una xarxa sistèmica (taula 54), en la qual es pot observar les relacions entre les categories bàsiques i les subcategories. Dins d'aquestes connexions les més complexes es donen en la subcategoria «Receptor de soroll», es pot dir que hi ha tants caps com barrets, és a dir, tot i que es poden establir correlacions aquestes tenen múltiples interpretacions. Per exemple, de la subcategoria Veïnat, en sorgeixen les 4 subcategories possibles referents a la tasca que queda interrompuda pel soroll, i el mateix per aquelles persones que no n'especifiquen la font que provoca el soroll. Tot i això, en el cas de pertànyer a la categoria «Emissor de soroll», aquesta sols se subdivideix en les queixes que provoquen al veïnat.

Taula 54. Xarxa sistèmica que mostra les relacions entre categories bàsiques i subcategories que s'estableixen a partir de l'anàlisi del discurs de la pregunta oberta sobre els conflictes sonors, del qüestionari CTTH preintervenció de l'etapa 2

Conflicte sonor (preintervenció)	Categories bàsiques	Nombre de participants	Subcategoria 1	Nombre de participants	Subcategoria 2	Nombre de participants
	<b>Sí, sense concretar</b>		2		2	
<b>No</b>		36		36		36
<b>Emissor de soroll</b>		5	<b>Veïnat (queixes veïns)</b>	5		5
<b>Receptor de soroll</b>		44	<b>Tipus d'emissor de soroll (font sonora)</b>		<b>Tasca realitzada interrompuda</b>	
			<b>Acúfens o malalties</b>	4	<b>No específica</b>	4
			<b>Activitats laborals</b>	9	<b>Estudiar</b>	1
					<b>Dormir</b>	0
					<b>Estudiar i dormir</b>	0
					<b>No específica</b>	8
			<b>Veïnat (queixes veïns)</b>	11	<b>Estudiar</b>	2
					<b>Dormir</b>	3
					<b>Estudiar i dormir</b>	2
					<b>No específica</b>	4
			<b>No específica l'emissor</b>	20	<b>Estudiar</b>	10
					<b>Dormir</b>	4
					<b>Estudiar i dormir</b>	4
<b>No específica</b>	2					
<b>Emissor i receptor de soroll</b>	2			2	<b>Estudiar i dormir</b>	1
					<b>No específica</b>	1
<i>Nombre total de participants</i>		89		89		89

Així doncs, quan el participant és la font del soroll ho sap per les queixes veïnals, i quan el participant és el que pateix una molèstia pel soroll, aquesta pot ser produïda per múltiples factors i pot destorbar-ne la son, l'estudi o ambdues activitats alhora.

En l'anàlisi de l'etapa 1 els resultats són similars i hi ha poques persones que se sentin emissores de soroll i moltes més se senten receptores de soroll, de la mateixa manera que en aquest qüestionari CTTH preintervenció de l'etapa 2. Tot i que les respostes en blanc de l'etapa 1 s'han suprimit, gràcies a fer que les respostes del qüestionari siguin obligatòries, el nombre de respostes que neguen tenir cap mena de conflicte amb el soroll és del 40% en el qüestionari CTTH preintervenció i en el qüestionari CTTH l'etapa 1 és del 13,71%, però hi ha un percentatge del 36% que no responen a la qüestió, «Resposta en blanc», que és el mateix percentatge que se sent «Receptor de soroll». Amb tot això, es pot concloure que tant en el qüestionari CTTH preintervenció de l'etapa 2, com en el qüestionari CTTH de l'etapa 1, les persones se senten més receptores de soroll i no emissores, i a més, tendeixen a fer explicacions on detallen que els veïns els molesten a l'hora d'estudiar.

Tot plegat s'explica amb la relació que tenen els joves amb el soroll, ells no molesten, però es poden sentir molestats tal com indiquen els diferents articles sociològics a la premsa que se cita en l'apartat d'anàlisi d'aquesta pregunta durant la primera etapa.

### **15.1.4 Anàlisi estadística i discussió del bloc de coneixements abans de la intervenció de l'etapa 2**

En aquest apartat es fa una anàlisi de totes les qüestions obertes i tancades, ja que el tractament de les obertes es fa mitjançant categories que són analitzades quantitativament, a partir de diagrames de sectors o de barres, sigui amb percentatges o fent una anàlisi de freqüències. A més, les categories que es plantegen són senzilles d'aplicar, pel fet que majoritàriament consisteixen a aclarir si ho saben o ho coneixen o no, a excepció de les dues primeres qüestions d'aquest bloc que han patit una sèrie de canvis derivats del canvi del tipus de resposta, passant de ser tancades a ser obertes.

Tanmateix, el canvi de la resposta de les qüestions: «Què és per tu el so?» i «Què és per tu el soroll?», es dona perquè, tot i modificar les respostes tancades del TFM durant l'etapa 1, els resultats obtinguts verifiquen que la tria d'una definició dins d'una resposta múltiple no afavoreix contrastar si els participants ho saben definir o no, tal com s'indica en l'anàlisi dels resultats d'aquesta etapa.

## Part IV: Resultats i discussió

En altres paraules, malgrat les modificacions que es van proposar en l'etapa 1, la pregunta tancada no donava una resposta fidedigna de què pensaven realment els estudiants. A més, conduïa a errors, fos per la lectura en diagonal o perquè es tria l'opció que té un lèxic que sembla o pot semblar més científic.

Així doncs, per fer aquesta primera anàlisi s'estableixen les següents categories tant per definir el so com per definir el soroll, totes elles s'emmarquen en les definicions tipus que es donen en els diferents diccionaris vigents de la Llengua Catalana:

- Definició física o biològica
- Definició musical
- Definició lingüística
- Definició errònia
- No ho sé

La primera categoria, la física o biològica, sol ser la definició general que surt als diccionaris i fa referència a les definicions que incorporen termes físics o unitats, com ara, ona, freqüència, intensitat, decibels o hertz., per una banda, o bé, per l'altra, incorpora en la definició termes biològics, com ara, orelles, oïdes, éssers vius, entre d'altres. Així mateix, la musical, fa referència a termes musicals, com ara, escala, altura, durada, melodia entre d'altres; en la lingüística parla d'emissor, receptor i canal, de manera conjunta o parcialment, en aquesta definició, també s'incorpora l'absència de silenci, tal com indica el currículum quan cita la «Lectura en silenci»; i per l'errònia, és aquella definició que no ho és, sigui per ser tautològica, o bé perquè incorpora lèxic científic descontextualitzat. La cinquena categoria fa referència a les persones que citen que no ho saben definir. Cal afegir una sisena definició en el cas del soroll, la definició «contrària», la qual es caracteritza per definir el soroll com el contrari del so o bé, en definir-lo com: «Un so que molesta».

Les proporcions estimades en aquestes dues qüestions baixen considerablement respecte a les respostes tancades de l'etapa 1, tal com es pot veure en el diagrama de sectors de la figura 69. No obstant això, aquesta categoria continua existint en ambdues definicions, i té un pes de gairebé el 20% en la del soroll. Això, pot evidenciar diferents supòsits, i un d'ells pot ser que no tenen la perícia en fer definicions i hi incorporen terminologia que pugui semblar més científica, ja que no s'ha d'oblidar que aquesta investigació es fa en una assignatura de ciències i el qüestionari es respon el primer dia de l'assignatura, i consegüentment es pretén donar una bona impressió al professorat.

## Part IV: Resultats i discussió

També, hi ha una proporció molt baixa de persones que no sap definir els dos conceptes sonors, una en el cas de la definició del so, i dues pel soroll; és a dir l'1,12% i el 2,25% respectivament. El tipus de definició que utilitza més de la meitat dels participants és la física o biològica, és a dir hi ha 50 persones que defineixen el so rere aquesta categoria, i 52 per definir el soroll. La definició musical es dona amb la mateixa proporció que la lingüística, amb 15 participants, un 16,85%, en el cas del so; mentre que pel soroll, les proporcions més elevades són per la definició musical amb 9 persones respecte a les 5 que el defineixen des d'una branca més lingüística.

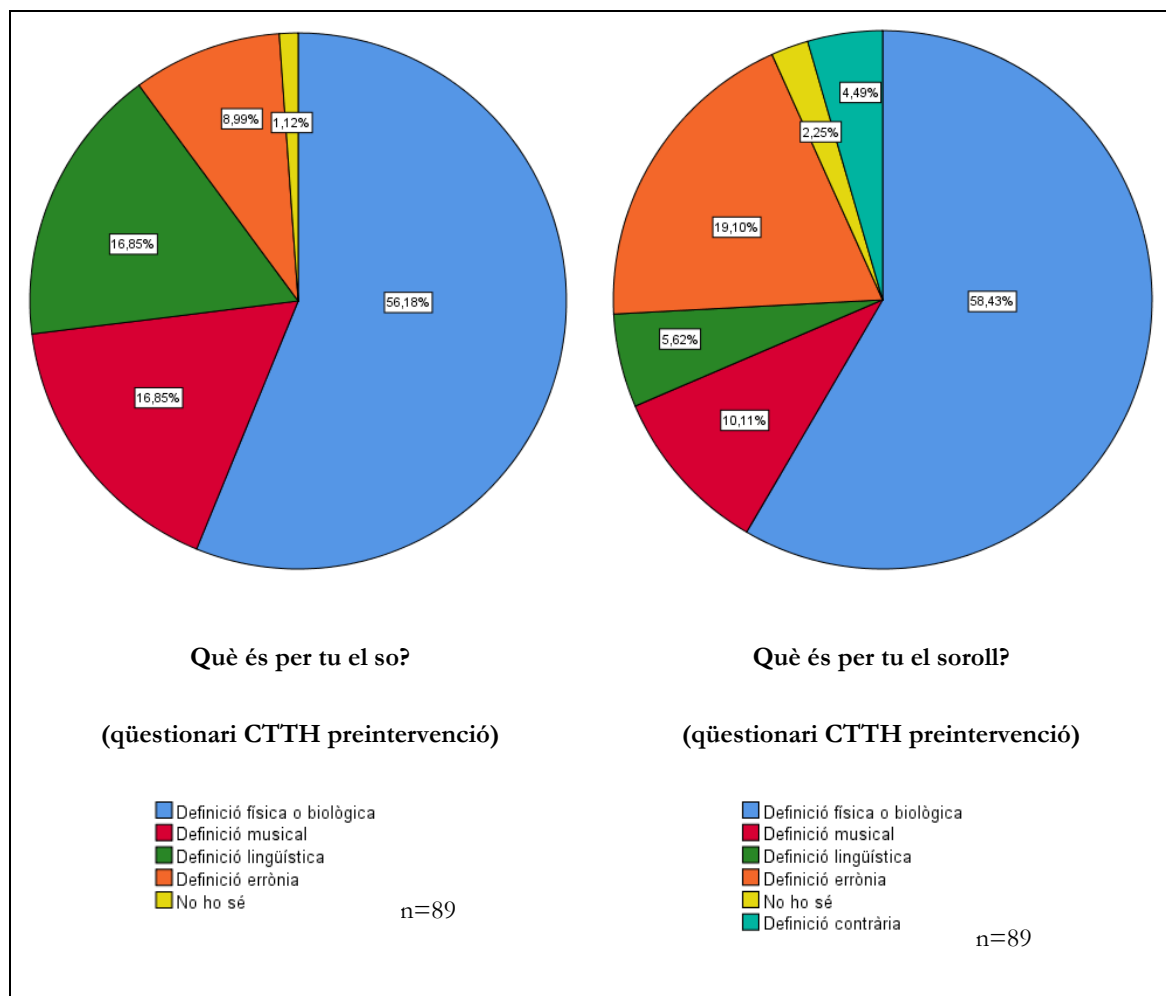


Figura 69. Diagrama de sectors de les respostes obertes sobre la definició de so i de soroll, tenint en compte les definicions dels diccionaris de la Llengua Catalana, abans de la intervenció de l'etapa 2

Altrament, s'analitzen les qüestions relacionades amb els decibels i la relacionada amb l'aparell que s'utilitza per mesurar-los. En el cas dels decibels, hi ha dos tipus de preguntes, una de tancada amb

## Part IV: Resultats i discussió

una sèrie d'opcions, per conèixer el nombre de decibels màxims que permeten seguir una classe, i l'altre tipus de pregunta és oberta, i es demana el nombre mínim de decibels que les oïdes poden sentir i el nombre màxim que podem sentir en una discoteca.

Per a la pregunta tancada, en la figura 70 s'observa que gairebé el 50% de la mostra desconeix els decibels màxims d'una aula on s'està fent classe, tanmateix, aquest percentatge és inferior que en la primera etapa, que era del 73,7%; també difereixen els percentatges de les diferents opcions, i gairebé el 40% de la mostra encerta l'opció dels 50dB com a màxim, mentre que en l'etapa anterior, només l'escollien el 16,5% dels participants. És probable que per acontentar la professora ho hagin consultat en el cercador de l'ordinador, cal recordar que aquesta vegada fan el qüestionari en línia, i en la primera etapa ho feien en format paper. A més, els valors estan acotats, perquè és una qüestió tancada, i quan es fa la cerca: «Decibels màxims en una aula», surten els 50dB, cosa que facilita l'encert de la qüestió.

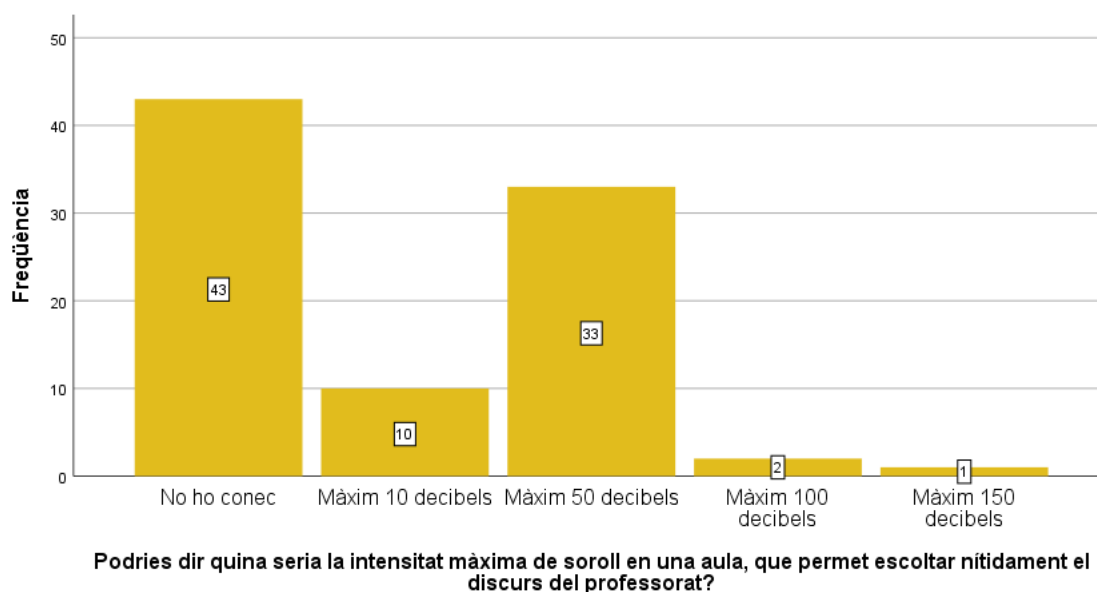


Figura 70. Diagrama de barres de freqüències amb els possibles valors de intensitats sonors màxims que es poden escoltar en una aula i se sent nítidament al professorat, abans de la intervenció de l'etapa 2

En canvi, la cerca per internet dels valors mínims i màxims d'una discoteca no és directa i a més, les dues qüestions són obertes, i per tant, no hi ha pistes a l'hora de buscar les respostes correctes. Això és el que passa en aquestes qüestions, on s'utilitzen les dues categories: «Sí, ho sap» i «No ho

#### Part IV: Resultats i discussió

sap». Els resultats obtinguts es mostren en la figura 71, en la qual es mostra que majoritàriament no coneixen quants són els decibels mínims audibles ni els valors per a la discoteca. En el cas dels decibels mínims es dona com a vàlid l'interval d'entre 1 a 15 decibels, tot i que sigui 5 decibels el valor exacte, i en el cas de la discoteca, el marge que es considera correcta és d'entre 85 fins als 110dB. Tal com s'observa en la figura 71, en ambdós casos més de 60 persones no saben cap de les dues respostes, és a dir, més del 70% no sap els decibels mínims, i gairebé el 75% no sap els decibels màxims que es produeixen en una discoteca.

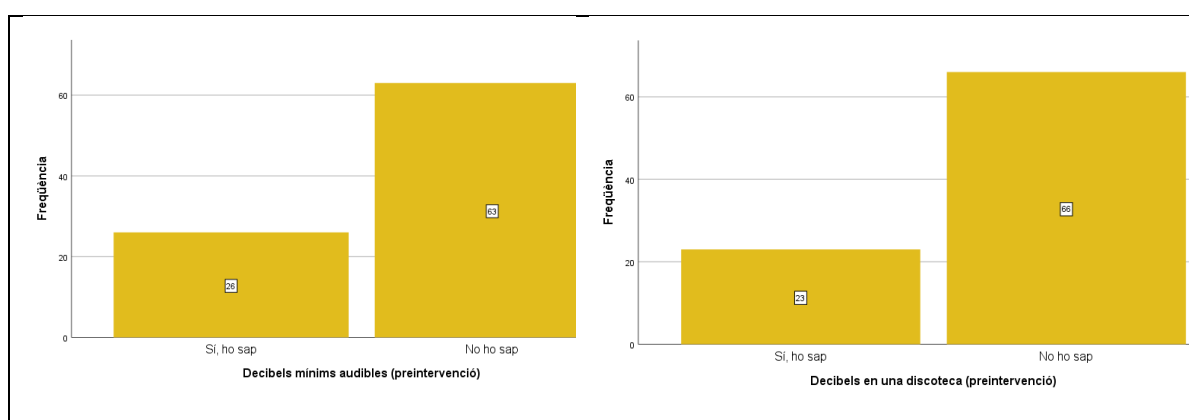


Figura 71. Diagrama de barres del coneixement dels decibels mínims audibles, a l'esquerra, i dels decibels en una discoteca, a la dreta, abans de la intervenció de l'etapa 2

En el cas del nom de l'aparell que mesura els decibels coincideix amb el de l'etapa 1, i és el «Decibelòmetre» (figura 72). Ho fa amb una proporció superior, gairebé el 60% escull aquesta opció, en contra del 33,7% que ha escollit aquesta opció en l'etapa 1; a més, en aquesta etapa es contempla l'opció: «No ho sé», mentre que en l'etapa 2, ningú marca l'opció «No ho sé». Mentre que la tria de l'opció correcta: «Sonòmetre», té un percentatge lleugerament superior en aquesta etapa, amb un 19,1%, a diferència del 14,29% de la primera etapa.

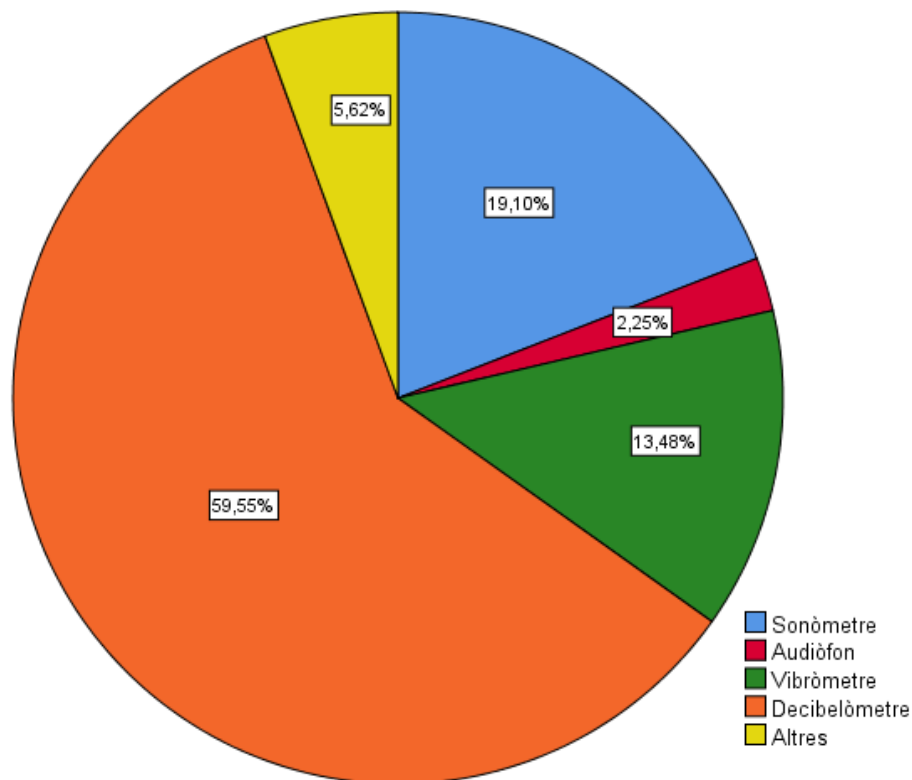


Figura 72. Diagrama de sectors que respon a la qüestió: «Quin aparell utilitzaries per mesurar la intensitat sonora?», abans de la intervenció de l'etapa 2

Per acabar en aquest apartat, es demana com utilitzar el sonòmetre, i es tenen en compte 3 categories: «Sí, ho sap», «No ho sap» i «No ho sé». En aquest cas només el 14,61% explica com utilitzar aquest aparell, percentatge que és similar al nombre de persones que coneixen el nom de l'aparell, el sonòmetre, el 19,10%; no és igual i, per tant, no es pot concloure que si es coneix el nom de l'aparell, es conegui el seu funcionament, però que si es coneix aquest nom és probable que se'n sàpiga el seu funcionament. Gairebé la meitat de la mostra declara que no ho coneix i la resta assenyalava que no ho sap, amb un «No ho sé».

Per tot el que s'ha exposat, sembla que la mostra sap definir més bé el so i el soroll, quan la resposta és oberta, i al mateix temps, sembla que conegui els decibels màxims en una aula, però no els mínims ni els que poden sentir en un esdeveniment musical; però, el cas és que on sembla que ho sàpiguen, la pregunta és tancada i les que erren són obertes, per tant, i per la naturalesa de les qüestions és probable que hagin fet cerques a internet mentre fan el qüestionari CTTH preintervenció. Això, també es confirma en el fet que no hi ha encert en el nom de l'aparell que mesura els decibels (pregunta oberta); en conseqüència, tot i que la mostra verificava haver estudiat



la temàtica sonora en etapes educatives obligatòries, reafirmant així, els currículums més recents d'educació, sota els quals han estudiat per la franja d'edat que tenen, això no ha estat suficient per tenir els coneixements bàsics que se'ls hi demanava en aquest bloc.

### 15.1.5 Anàlisi estadística i discussió del bloc de condicionament acústic abans de la intervenció de l'etapa 2

En aquest apartat s'analitza la qüestió que fa referència a 15 afirmacions que poden facilitar l'escolta o no, en una aula (qüestió 5.1). El resultat esperat es pot visualitzar en la taula 39, i la moda del resultat obtingut en aquesta etapa es pot veure en la taula 55. L'encert en la tria dels ítems és de 9 sobre 15, mentre que en l'etapa 1 només n'han encertat 5. Giren la resposta amb el tipus de paret: llisa o rugosa; i amb l'aforament: parcialment buida o plena. Pel que fa al tipus de materials, els engloben en l'opció «Facilita l'escolta» considerant-los comparables al mateix nivell de la mateixa manera que ho fan en l'etapa 1; per tant, aquest ítem es considera que és desconegut pels participants i, novament el lèxic pren protagonisme, i es creu que els participants desconeixen la naturalesa dels materials, tal com passa en l'etapa 1.

Cal fer notar que l'opció triada majoritàriament, tenint en compte la moda és: «Facilita l'escolta», i que mai apareix l'opció modal: «Ho desconec», malgrat que és marcada pels participants en menor proporció, en gairebé tots els ítems.

Taula 55. Moda dels resultats observats sobre condicionament sonor de la mostra abans de la intervenció de la segona etapa, en verd els ítems encertats pels participants

MODA		
Ho desconec	Facilita l'escolta	Dificulta l'escolta
	Que hi hagi cortines	Que hi hagi finestres
	Que en les parets hi hagi suro o fusta	Que en les parets hi hagi rajoles
	Que la paret sigui llisa	Que la paret sigui rugosa
	Que el sostre sigui baix	Que el sostre sigui alt
	Que el sostre sigui pla	Que el sostre tingui forma de cúpula
	Que l'aula estigui parcialment buida	Que l'aula estigui plena d'estudiants
	Que els materials de construcció siguin bons absorbents acústics	
	Que els materials de construcció siguin bons reflectors acústics	
	Que els materials de construcció siguin bons transmissors acústics	

#### Part IV: Resultats i discussió

La figura 73 mostra les respostes en diagrames de barres de freqüències del revestiment i la forma de l'aula. La morfologia de les barres és molt similar pels ítems encertats per les dues mostres, la de l'etapa 1 i de l'etapa 2 (qüestionari CTTH preintervenció): «Que en les parets hi hagi suro o fusta», «Que el sostre sigui baix» i «Que el sostre sigui alt». Al contrari que en els altres, on hi ha diferències percentuals significatives, les quals s'expliquen a continuació.

En el cas dels finestrals, disminueix el percentatge de persones que no ho saben passant del 40% al 19%, en aquesta etapa, i augmenta el nombre de persones que saben que els finestrals dificulten l'escolta, passa del 46% al 53%. El mateix passa en el cas de les cortines, disminueix el percentatge de persones que desconeixen que les cortines afavoreixen sentir el discurs del professorat amb claredat, passa del 52% en l'etapa 1 al 40% en el qüestionari CTTH preintervenció de l'etapa 2. Mentre que, en el cas de posar-hi rajoles a la paret, també disminueix el percentatge de persones que desconeixen el seu efecte, amb 12 punts de diferència, però augmenta el nombre de participants que saben que les rajoles actuen com a reflectors, i, per tant, dificulten sentir nítidament el discurs del professorat, passant del 32,5% al 40,4%. En canvi, per a la paret llisa, torna a disminuir el desconeixement, però més de la meitat pensa erròniament que facilita l'escolta, quan en l'etapa 1, el percentatge és del 44%. La mostra també pensa erròniament que la paret rugosa dificulta l'escolta, passant del 36,5% al 40,4%, però també augmenta el nombre de persones que pensen que facilita l'escolta, passant del 13,7% al 20,22%.

En el cas de la forma del sostre les diferències són notables. Tant en què tingui forma de cúpula o que sigui el sostre pla, disminueix percentualment l'opció: «Ho desconec», tanmateix, la morfologia del diagrama de barres s'inverteix en la forma de cúpula, passa de facilitar-ne l'escolta per la mostra de l'etapa 1, amb un 45,7%, a dificultar-ne l'escolta, amb un 48,3%. A diferència del cas del sostre pla, en el qual, l'opció que preval és: «Facilita l'escolta», augmentant el percentatge del 32% al 50,5%.

## Part IV: Resultats i discussió

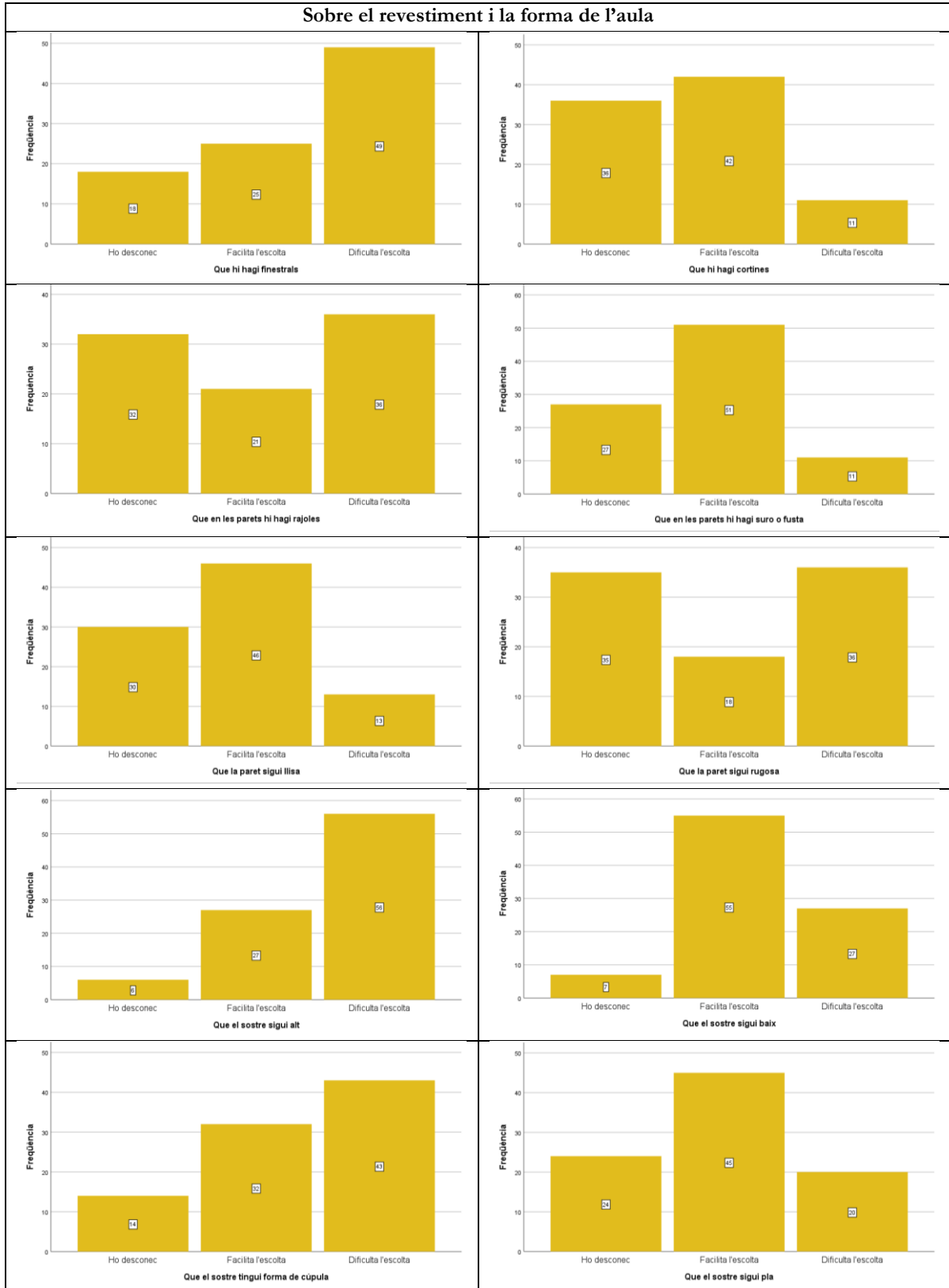


Figura 73. Diagrames de barres de freqüències de les respostes obtingudes pels participants abans de la intervenció de l'etapa 2, referents al revestiment i la forma de l'aula

## Part IV: Resultats i discussió

En el cas de l'aforament (figura 74), la forma dels diagrames de barres és idèntica en ambdues etapes, tot i que, les dues mostres donin els resultats erronis, i pensin que hi ha més bona acústica en una aula parcialment buida sense tenir en compte les reverberacions que s'hi produeixen. Tal com se cita en l'anàlisi de la mostra de l'etapa 1, és possible que els participants entenguin que l'alumnat xerra mentre es fa classe i que, per tant, si hi ha més alumnes, hi haurà més xivarri.

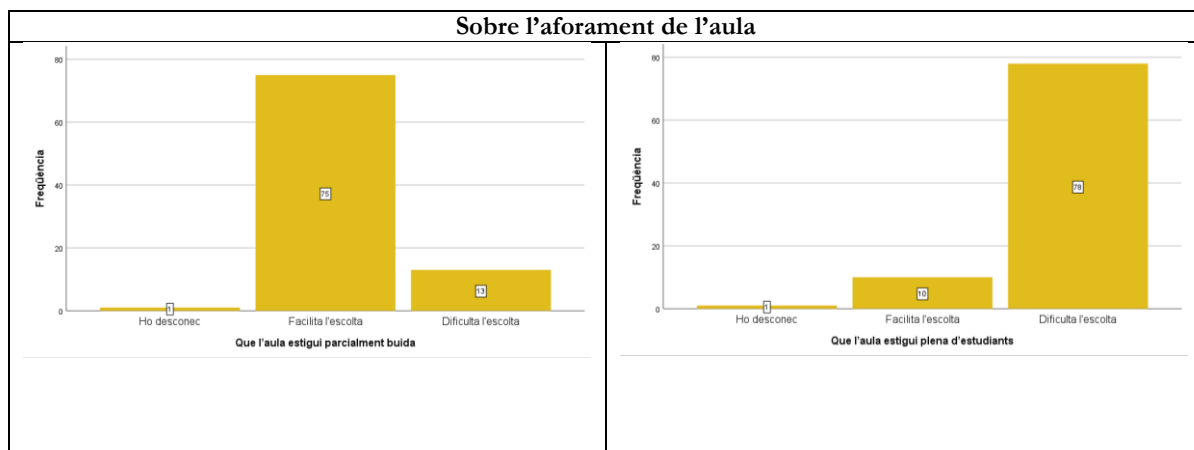


Figura 74. Diagrama de barres de freqüències de les respostes obtingudes pels participants abans de la intervenció de l'etapa 2, referents a l'aforament de l'aula

En el cas dels tipus dels materials (figura 75) passa el mateix que en l'aforament, els resultats són molt similars entre les dues mostres. Fins i tot, l'ordre creixent en la tria dels materials que faciliten l'escolta, és la mateixa en les dues etapes, això sí, els percentatges augmenten en l'etapa 2 (qüestionari CTHH preintervenció), i disminueix la resposta: «Ho desconec». Tots els materials els inclouen en l'opció: «Facilita l'escolta», encara que no sigui correcta per molts d'ells. L'ordre d'aquesta etapa és: bons absorbents acústics, amb un 52,8%, bons reflectors acústics, amb un 55,06% i bons transmissors acústics, amb un 70,79%. Així doncs, es fa la mateixa observació que en l'etapa 1, i es considera que la mostra els tria sense conèixer la naturalesa d'aquests materials.

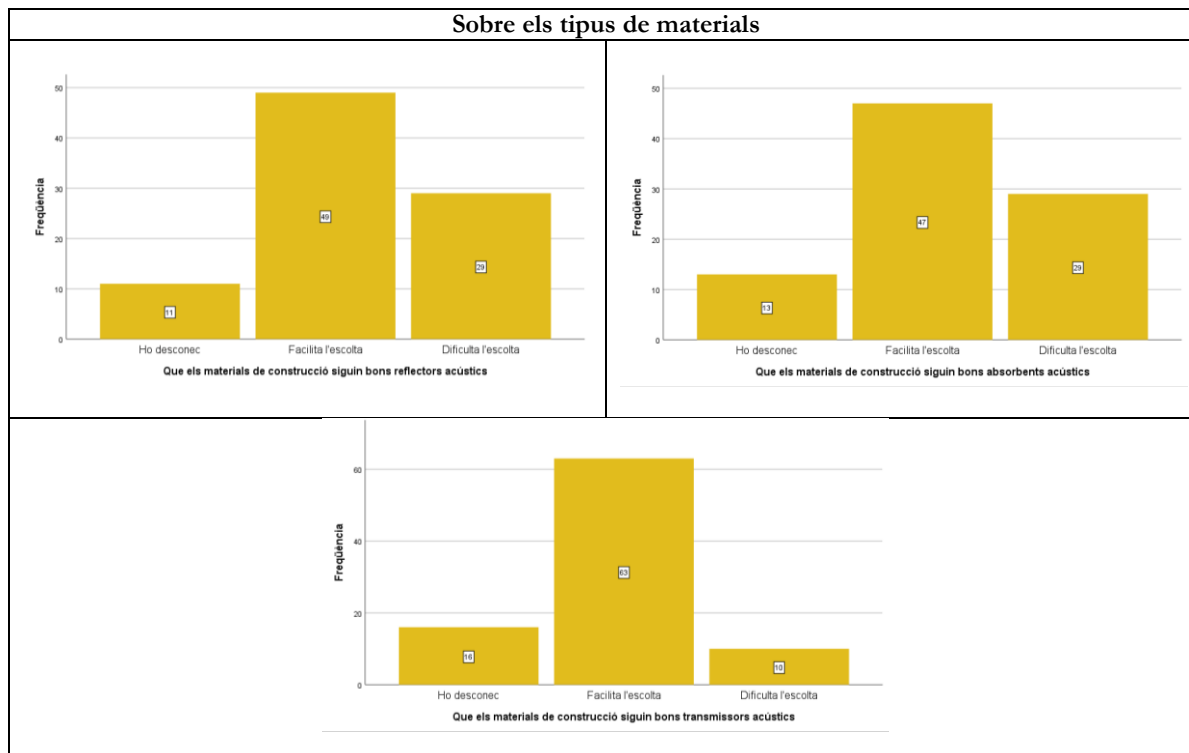


Figura 75. Diagrames de barres de freqüències de les respostes obtingudes pels participants abans de la intervenció de l'etapa 2, referents als tipus de materials

Tal com es pot comprovar, els ítems estan aparellats i fins i tot, es presenten en parelles en el qüestionari, a excepció dels tipus de materials. Per tal de comprovar que la mostra fa la tria de manera conscient, es fan totes les taules de contingència possibles i la prova de khi-quadrat d'independència ( $\chi^2$ ), i en totes les parelles d'ítems, menys en la de les cortines i els finestrals, perquè el valor de significança és superior al 5%, el resultat és aclaparador, i s'accepta en la resta de casos la hipòtesi alternativa, és a dir, totes les parelles estan relacionades entre elles, i, per tant, la mostra les considera contràries i si en una marca: «Facilita l'escolta», en l'altra marca que «Dificulta l'escolta».

Les dues primeres taules, 56 i 57, mostren el que pensa la mostra vers el revestiment d'una aula, cal fer notar que l'opció: «Ho desconec» és triada per 11 persones més en el cas de la tria de la paret llisa i rugosa, cosa que significa que hi ha, com a mínim 11 persones que no veuen la similitud entre paret llisa i rajoles, per una banda, i paret rugosa o de suro, per l'altra. També, és curiós observar que en ambdues taules de contingència, la intersecció entre els termes: ho desconec- dificulta l'escolta i dificulta-dificulta l'escolta, té un zero, és a dir, que en cap cas, les persones enquestades consideren que els 4 ítems dificulten l'escolta a l'hora, i, per tant, distingeixen la dicotomia de les

## Part IV: Resultats i discussió

opcions. En darrer terme, cal esmentar que en la taula 56, hi ha 36 persones que pensen, incorrectament que la paret llisa facilita l'escolta i la paret rugosa dificulta l'escolta.

Taula 56. Taula de contingència abans de intervenció de la segona etapa entre els ítems: «Que en les parets hi hagi rajoles» i «Que en les parets hi hagi suro o fusta»

			Que en les parets hi hagi rajoles			Total
			Ho desconec	Facilita l'escolta	Dificulta l'escolta	
Que en les parets hi hagi suro o fusta	Ho desconec	Recompte % dins de Que en les parets hi hagi rajoles	18 56,3%	4 19%	5 13,9%	27 30,3%
	Facilita l'escolta	Recompte % dins de Que en les parets hi hagi rajoles	14 43,8%	6 28,6%	31 86,1%	51 57,3%
	Dificulta l'escolta	Recompte % dins de Que en les parets hi hagi rajoles	0 0,0%	11 52,4%	0 0,0%	11 12,4%
Total		Recompte % dins de Que en les parets hi hagi rajoles	32 100,0%	21 100,0%	36 100,0%	89 100,0%

Taula 57. Taula de contingència abans de intervenció de la segona etapa entre els ítems: «Que la paret sigui llisa» i «Que la paret sigui rugosa»

			Que la paret sigui llisa			Total
			Ho desconec	Facilita l'escolta	Dificulta l'escolta	
Que la paret sigui rugosa	Ho desconec	Recompte % dins de Que la paret sigui llisa	29 96,7%	5 10,9%	1 7,7%	35 39,3%
	Facilita l'escolta	Recompte % dins de Que la paret sigui llisa	1 3,3%	5 10,9%	12 92,3%	18 20,2%
	Dificulta l'escolta	Recompte % dins de Que la paret sigui llisa	0 0,0%	36 78,3%	0 0,0%	36 40,4%
Total		Recompte % dins de Que la paret sigui llisa	30 100,0%	46 100,0%	13 100,0%	89 100,0%

En el cas de la forma de l'aula, les taules 57 i 58 mostren els ítems implicats; en ambdós casos, la tria dels ítems és encertada, tot i que, sembla que l'altura (taula 58) sigui més intuïtiva de

## Part IV: Resultats i discussió

comprendre que la forma del sostre. Hi ha 53 persones que, correctament, afirmen que és més favorable tenir un sostre baix en lloc d'un sostre alt per sentir-hi bé en una aula.

Taula 58. Taula de contingència abans de intervenció de la segona etapa entre els ítems: «Que el sostre sigui alt» i «Que el sostre sigui baix»

			Que el sostre sigui alt			Total
			Ho desconec	Facilita l'escolta	Dificulta l'escolta	
Que el sostre sigui baix	Ho desconec	Recompte % dins de Que el sostre sigui alt	6 100,0%	1 3,7%	0 0,0%	7 7,9%
	Facilita l'escolta	Recompte % dins de Que el sostre sigui alt	0 0,0%	2 7,4%	53 94,6%	55 61,8%
	Dificulta l'escolta	Recompte % dins de Que el sostre sigui alt	0 0,0%	24 88,9%	3 5,4%	27 30,3%
Total		Recompte % dins de Que el sostre sigui alt	6 100,0%	27 100,0%	56 100,0%	89 100,0%

En canvi, en la forma del sostre (taula 59), són menys persones les que saben que el sostre pla és més favorable en l'acústica d'una aula que el sostre en forma de cúpula. Són 36 persones. Convé destacar, que les persones que no saben que respondre en aquests ítems, es doblen en el cas de la forma del sostre; passen de 6 a 12; i que a més, hi ha 18 persones que pensen que la forma de cúpula afavoreix més l'acústica que la forma plana; possiblement, perquè pensen en una església o basílica, on l'acústica per al cant s'afavoreix amb aquesta forma.

## Part IV: Resultats i discussió

Taula 59. Taula de contingència abans de intervenció de la segona etapa entre els ítems: «Que el sostre tingui forma de cúpula» i «Que el sostre sigui pla»

			Que el sostre tingui forma de cúpula			Total
			Ho desconec	Facilita l'escolta	Dificulta l'escolta	
Que el sostre sigui pla	Ho desconec	Recompte % dins de Que el sostre tingui forma de cúpula	12 85,7%	7 21,9%	5 11,6%	24 27,0%
	Facilita l'escolta	Recompte % dins de Que el sostre tingui forma de cúpula	2 14,3%	7 21,9%	36 83,7%	45 50,6%
	Dificulta l'escolta	Recompte % dins de Que el sostre tingui forma de cúpula	0 0,0%	18 56,3%	2 4,7%	20 22,5%
Total		Recompte % dins de Que el sostre tingui forma de cúpula	14 100,0%	32 100,0%	43 100,0%	89 100,0%

Pel que fa a l'aforament, la taula 60 mostra que no hi ha cap persona que no tingui cap opinió vers els dos ítems, l'aula plena o parcialment buida. És a dir, tothom, ha viscut l'experiència i, per tant, tothom opina.

Taula 60. Taula de contingència de la segona etapa entre els ítems: «Que l'aula estigui parcialment buida» i «Que l'aula estigui plena d'estudiants» (qüestionari CTTH preintervenció)

			Que l'aula estigui parcialment buida			Total
			Ho desconec	Facilita l'escolta	Dificulta l'escolta	
Que l'aula estigui plena d'estudiants	Ho desconec	Recompte % dins de Que l'aula estigui parcialment buida	0 0,0%	1 1,3%	0 0,0%	1 1,1%
	Facilita l'escolta	Recompte % dins de Que l'aula estigui parcialment buida	0 0,0%	1 1,3%	9 69,2%	10 11,2%
	Dificulta l'escolta	Recompte % dins de Que l'aula estigui parcialment buida	1 100,0%	73 97,3%	4 30,8%	78 87,6%
Total		Recompte % dins de Que el sostre sigui pla	1 100,0%	75 100,0%	13 100,0%	89 100,0%



Tanmateix, la seva argumentació es basa en el murmurí que han patit a dins de l'aula, i per això, hi ha desencert en la tria de les opcions, i pensen que una bona acústica es dona quan hi ha menys persones a l'aula, en altres paraules, quan l'aula està plena no hi senten bé. De fet, raó no els en falta, però cal que entenguin que les persones són pantalles acústiques i que participen en l'audibilitat d'un espai.

En definitiva, la mostra del qüestionari CTTH preintervenció de l'etapa 2, encerta més qüestions referents al revestiment, forma i altura que la mostra de l'etapa 1. Però, desconeix la naturalesa dels tipus de materials i no discrimina que les persones a dins d'una aula actuen activament en l'acústica de l'aula, tal com expressava la mostra de l'etapa 1; cosa que és l'esperable perquè la qüestió analitzada del CTTH, tot i ser tancada i exclouent, és difícil de trobar a internet una resposta concisa i clara, fet que podria passar amb el valor màxim de decibels a l'aula, tal com s'ha comentat en l'apartat anterior.

### 15.1.5.1 Anàlisi estadística i discussió de les preguntes obertes del bloc condicionament acústic abans de la intervenció de l'etapa 2

En aquesta segona etapa s'utilitzen les mateixes categories que es van utilitzar en la primera etapa, que són:

- No ho sé
- Resposta imprecisa o tautològica
- Resposta correcta
- Resposta incorrecta
- Barreja de respostes correctes i incorrectes

Desapareix la «Resposta en blanc», com en totes les respostes obertes de l'etapa 2, ja que totes les preguntes són obligatòries, tal com s'ha esmentat anteriorment. I s'utilitza la subcategoria: «Resposta insonoritzada», tal com s'ha fet anteriorment en l'etapa 1.

Com a resposta imprecisa o tautològica es repeteix el format de les respostes de la primera etapa i algunes d'aquestes són:

## Part IV: Resultats i discussió

«Què tingui els recursos perquè hi hagi una bona acústica»

«Bon ambient, amb llum solar, bona ventilació, número adequats d'alumnes, pau, tranquil·litat...»

«Un expert»

Cal dir, que en aquest cas, a diferència de l'etapa 1, no es distingeix clarament la subcategoria «Resposta finestres», ja que sempre s'acompanya d'altres detalls, tot i que siguin tautològics o bé facin referència a la insonorització i expressin que les finestres siguin de doble vidre o aïllants, per això en la següent categoria «Resposta correcta» es manté la subcategoria «Resposta insonoritzada», la qual inclou les respostes de les finestres aïllants. Algunes de les respostes correctes són:

«Jo demanaria una aula amb parets que fessin repartir bé el so per l'aula, com de suro o fusta. També, un sostre que fes absorbir el so i així no se n'anés. Finalment, posaria objectes que no fessin rebotar el so.»

«Demanaria una aula gran, coberta amb materials amb un quocient d'absorció gran, com espuma o suro.» [L'estudiant és Tècnic de so]

És casual i curiós que en ambdues etapes hi hagi un estudiant que sigui tècnic de so. Malgrat que és cerca una mostra estandarditzada, algunes variables, com la professió no es poden controlar i poden ser factors que poden canviar els resultats finals; per sort en les dues mostres hi ha un tècnic de so, i la dispersió que poden donar factors externs es dona en les dues mostres, la primera i la segona.

Mentre que la subcategoria que fa referència a la insonorització té com a respostes més rellevants i reiterades:

«Aula insonoritzada i amb vidres gruixuts.»

«Finestres aïllants de soroll»

«Aïllants acústics, per tal que no entri el so de fora de l'aula.»

«Que les finestres tinguessin un bon aïllant, que les parets estiguin amb un gran nivell d'insonorització perquè no entri so exterior.»

## Part IV: Resultats i discussió

Les respostes incorrectes van acompanyades de floritures i conceptes erronis, com ara els tipus de materials o la forma i revestiment de l'aula. Els exemples més recurrents són:

«Que sigui adequada perquè els nens i nenes em sentin i jo els senti a ells. Que tingui bons materials que facilitin el procés d'escolta, que siguin bons transmissors acústics...»

«Que tingui la mida justa i necessària pels alumnes que hi ha, que no sigui més gran (el per si de cas). Que sigui rectangle, no gaire gran, amb les parets llises i de pedra.»

«Demana objectes que facilitessin la meua projecció de veu i materials que no absorbissin la meua veu.»

Finalment, en la darrera categoria «Barreja de respostes correctes i incorrectes» hi ha un garbuix de conceptes, i com a respostes recurrents s'hi troben les següents:

«Sostre alt, parets rugoses, pocs estudiants.»

«Parets llises, sostre baix i no massa gran»

«Demana que fos àmplia, però no amb sostre molt alt, amb una altura mitjana. Les parets les faria llises, amb aïllant acústic intern per tal que no entri soroll de l'exterior»

Tenint en compte els resultats estadístics es pot comprovar que, de la mateixa manera que passa en l'etapa 1, la resposta majoritària dels participants és la tautològica (figura 76), amb un total de 36 respostes dels participants, cosa que suposa el 40,45%; i la segona resposta majoritària és la correcta amb un 32,58%, si s'afegeix la resposta insonoritzada a la correcta. Cal apreciar que el percentatge d'aquesta darrera categoria, la insonoritzada, és superior a la correcta, amb un 20,22%, uns vuit punts per sobre de la categoria correcta, amb un 12,36%. La resposta incorrecta i la barreja de respostes té el mateix percentatge, un 10,11%, és a dir, 9 participants responen incorrectament de manera evident i 9 contesten incorrectament parcialment, ja que incorporen respostes correctes dins de la seva explicació. Al final, només hi ha 6 persones que afirmen clarament que no saben respondre a la qüestió.

Tot i que la resposta majoritària és la tautològica, cal destacar que desapareix la categoria de les finestres o de la bona il·luminació com a subcategoria, i això és gràcies al fet que en certa manera els participants s'esforcen a donar respostes més completes i afegeixen altres criteris o explicacions en la seva resposta, tot i que no donin cap justificació acústica, o bé sigui superficial i poc fructífera.

Part IV: Resultats i discussió

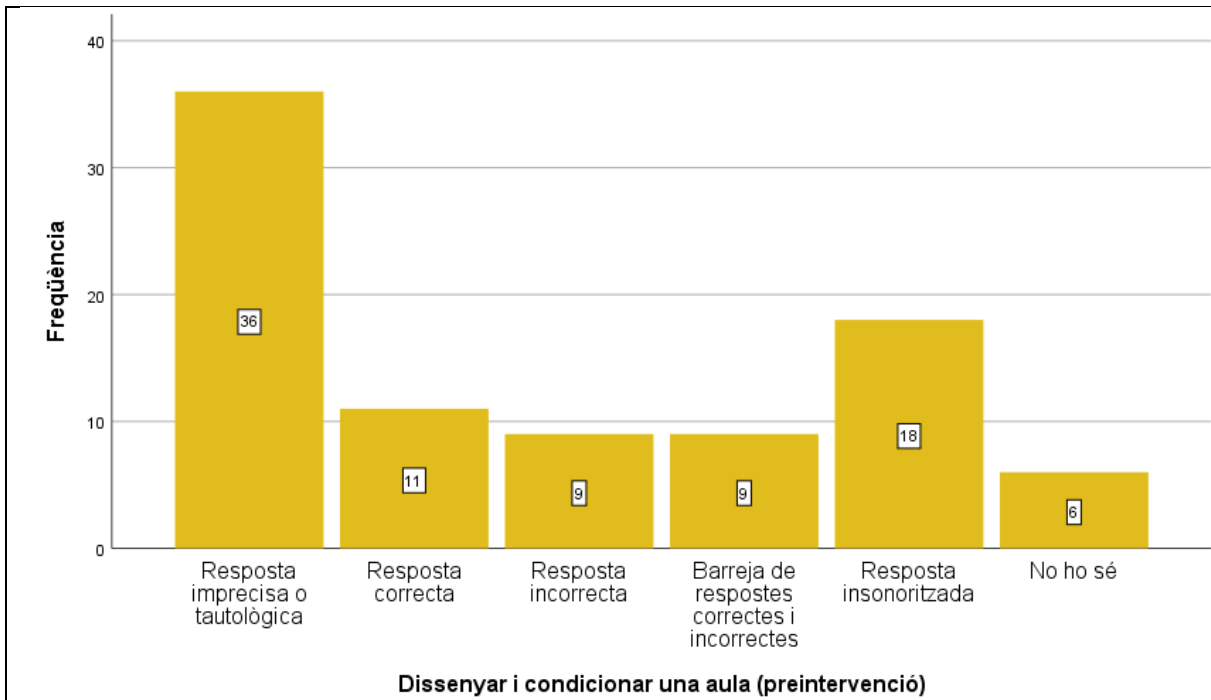


Diagrama de barres de les 5 categories bàsiques de la qüestió oberta: «Dissenyar i condicionar una aula»

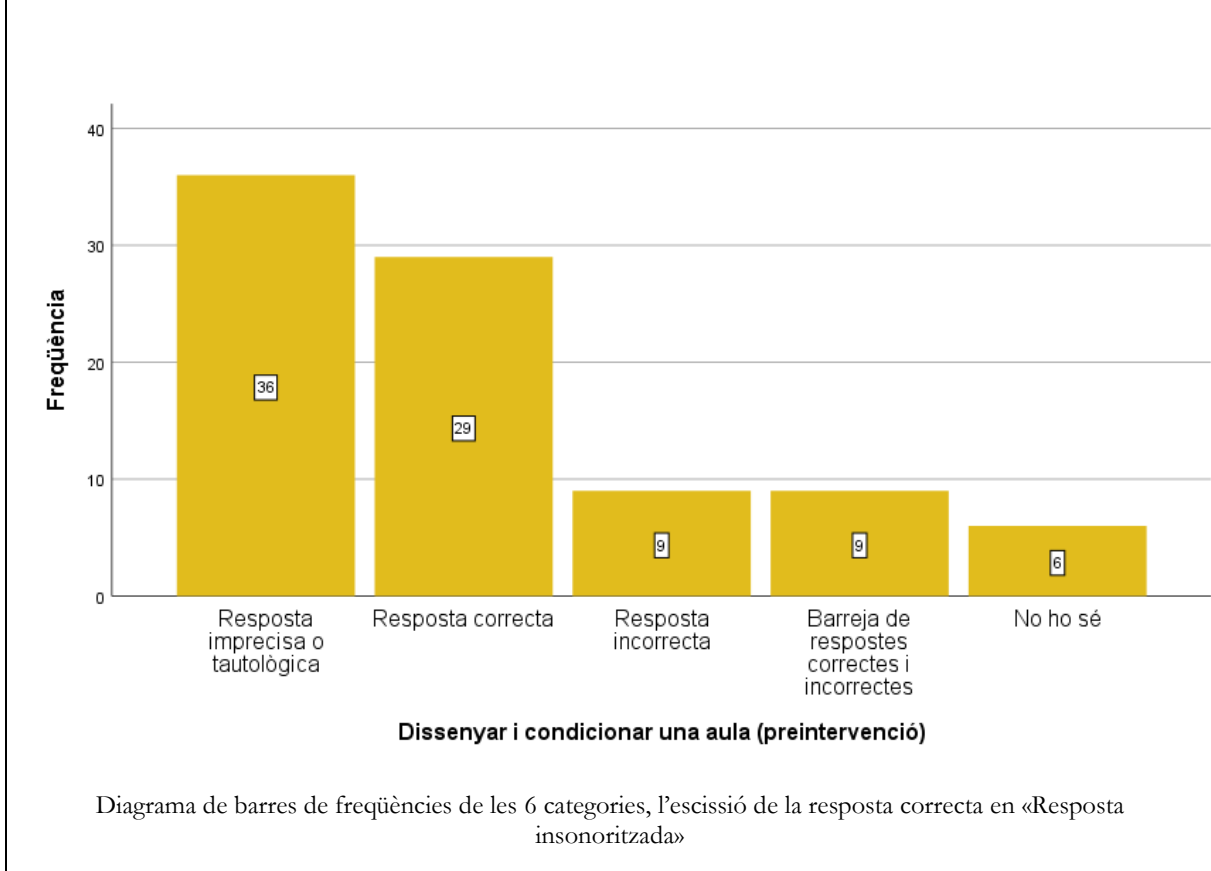


Diagrama de barres de freqüències de les 6 categories, l'escissió de la resposta correcta en «Resposta insonoritzada»

Figura 76. Diagrames de barres de freqüència sobre el tipus de respostes per: «Dissenyar i condicionar una aula», abans de la intervenció de l'etapa 2

### 15.1.6 Anàlisi estadística i discussió del bloc de la unitat didàctica abans de la intervenció de l'etapa 2

De la mateixa manera que en l'etapa 1, l'anàlisi i la valoració de les dades, d'aquest bloc, és només descriptiu, ja que es fa el supòsit que els participants han de dissenyar una unitat didàctica i han d'estimar si les temàtiques relacionades amb: la definició del so i el soroll; el so i la comunicació; la formació artística; el coneixement físic de les ones sonores; la conscienciació de la contaminació acústica; la revisió mèdica de les oïdes i, per últim, els hàbits saludables; són aspectes «Poc», «Força» o «Molt» importants a l'hora de fer-ne el disseny.

La taula d'estadístics descriptius de tendència central (taula 61), mostra mitjana, mediana i la moda. En aquesta taula s'observa que la moda i la mediana coincideix en tots els casos, i que només la *Formació artística* i el *Coneixement físic de les ones sonores*, es consideren força important, mentre que la resta de temàtiques són considerades molt important en el disseny d'una unitat didàctica.

Taula 61. Taula d'estadístics descriptius dels ítems per fer una UD sobre el so, abans de la intervenció de l'etapa 2

		Definició: so, soroll i silenci	El so i la comunicació	Formació artística	Física ones sonores	Contaminació acústica	Revisió mèdica oïdes	Hàbits saludables
N	Valids	89	89	89	89	89	89	89
	Perduts	4	4	4	4	4	4	4
Media		2,82	2,64	1,78	2,13	2,58	2,49	2,74
Mediana		3,00	3,00	2,00	2,00	3,00	3,00	3,00
Moda		3	3	2	2	3	3	3
Desv. Desviació		,415	,483	,687	,677	,560	,567	,489

Per a la mediana i la moda els valors equivalen al grau d'acord, sent, 1: «Poc», 2: «Força», 3: «Molt»

A diferència de la mostra de l'etapa 1, el *Coneixement físic de les ones sonores*, es considera més rellevant que la *Formació artística*. El percentatge més rellevant relacionat amb la física és del 52,8% en la categoria «Força», i un 30,3% en la de «Molt». Mentre que els percentatges que es destaquen per a la *Formació artística* són el 48,3%, en la categoria «Força», i el 37,1%, en la de «Poc». En efecte, els

## Part IV: Resultats i discussió

percentatges més baixos es donen en els extrems, la part artística és menys valorada com a «Molt» important, i la part física és menys valorada com a «Poc» significativa a l'hora d'elaborar una unitat didàctica, amb el percentatge més baix.

Les dues temàtiques que tenen els percentatges més elevats en l'extrem «Molt», són la definició del so i el soroll, amb un 83,1%, i els hàbits saludables, amb un 76,4%. Aquest darrer tema, també té gairebé el mateix percentatge en la mostra de l'etapa 1, i també passa que, només la meitat de la mostra pensi que la revisió mèdica de les oïdes és molt rellevant. Per un altre costat, la temàtica que no rep cap «Poc» és la que està relacionada amb el so i la comunicació.

Amb tot això, els futurs mestres de la mostra de l'etapa 2 (qüestionari CTTH preintervenció) pensen de manera semblant que la mostra 1, malgrat que la *Formació artística* sigui menys valorada i que el *Coneixement físic de les ones sonores* sigui valorat més positivament per la mostra que rep la innovació didàctica. Potser, aquest fet està relacionat en què la meitat de la mostra, les persones de doble titulació, estan fent la seva tercera assignatura de ciències i això faci augmentar l'interès cap a la física de les ones.

### 15.2 Activitats d'aplicació

La innovació didàctica té com a tret fonamental el desenvolupament del mètode mixt que s'utilitza com a paradigma d'investigació al llarg d'aquesta tesi. Totes les activitats proposades després de la seqüència didàctica són instruments que contribueixen metodològicament en l'expansió de la tesi, tal com s'ha explicat en el punt 6.2 de la part III de fonamentació metodològica.

Per a l'anàlisi dels dissenys experimentals amb control de variables, la incorporació dels ODS i els mapes conceptuals s'empra com a instrument d'anàlisi qualitativa les xarxes sistèmiques, que es valoren seguint el seu índex de xarxa. El valor màxim d'aquest índex és 10 en tots els casos.

#### 15.2.1 Resultats de les produccions de l'alumnat: DECV

Els DECV es valoren a partir de dues xarxes sistèmiques, una és relativa al procediment (taula 26) i l'altra al nivell conceptual (taules 27 i 28). Cada grup de treball ha de fer 2 dels DECV proposats, un fa referència a la transmissió i l'altre a la recepció sonora.

#### Part IV: Resultats i discussió

En aquests DECV hi intervenen 33 grups de treball, per tant, hi ha 65 DECV, hi ha un grup que sols en fa un, però se'n descarten 13, tres grups no fan cap dels DECV, és a dir, 6 DECV queden descartats per la seva absència, i hi ha 6 grups que només fan un DECV dels dos que havien de fer i l'altre DECV l'argumenten però no el fan. Amb tot això, els DECV que es valoren mitjançant les xarxes sistèmiques suggerides en la metodologia són 51.

Els índexs de xarxa, ordenats per ordre creixent, són els que es mostren en la taula 62, els quals es relacionen amb el tipus d'experiència que cal verificar utilitzant un DECV. Per a cada enunciat experimental, es donen els valors de tendència central i el número de DECV invàlids per a cada experiència.

En tots els supòsits experimentals s'analitzen uns 10 DECV com a mínim, tenint en compte els índexs de xarxa referents al procediment, els dissenys experimentals que obtenen una mitjana més alta són l'A, amb un 6,8 i el D, amb un 5,8; però cal remarcar que tots aconsegueixen l'aprobat, per tant, es pot considerar un èxit, tot i ser la primera vegada que fan un DECV utilitzant la taula-resum proposada per Martí (2012). Tenint en compte els valors estadístics centrals, en el cas de l'experiència A i B, la distribució és simètrica positiva amb tendència cap a la dreta, en canvi, per les experiències C i D les distribucions són asimètriques. Així doncs, en tots els casos no és dona cap distribució simètrica en les experiències C i D.

## Part IV: Resultats i discussió

Taula 62. Resum dels índexs de xarxa i els estadístics descriptius obtinguts per a cada DECV des del punt de vista procedimental

Emissat del DECV				
	A- Com es que sentim el despertador quan el tenim amagat a l'armari? Argumenta-ho. (atenuació)	B- Com explicaries l'eco? Explica quan i com es produeix. (reflexió)	C- A fora d'una sala de gravació no se sent res, en canvi, al passadís de la facultat se sent el murmur de la gent quan fa classes, per què creus que passa això? (absorció)	D- Podríem sentir sons a la Lluna? al fons del mar? Argumenta-ho. (el so necessita un medi per propagar-se)
Índexs de xarxa sistèmica procedimental dels DECV	3,5	3,5	3	3
	5	5	3	4
	5	5	3,5	4,5
	5,5	5	3,5	5
	5,5	5,5	4	5
	6	5,5	4	5,5
	6	5,5	4,5	5,5
	6,5	6	5	5,5
	6,5	6,5	5,5	9,5
	7	7	6,5	10
	7	7,5	6,5	
	9		7	
9		7		
10		7		
10		9,5		
número de DECV analitzats	15	11	15	10
Valors estadístics de tendència central				
Mitjana	6,8	5,6	5,3	5,8
Mediana	6,5	5,5	5,3	5,3
Moda	5,0	5,0	7,0	5,5
Mínim	3,5	3,5	3,0	3,0
Màxim	10,0	7,5	9,5	10,0
DECV invàlids	1	4	4	3

Pel que fa als índexs de xarxa obtinguts considerant el contingut del DECV i els estadístics descriptius centrals (taula 63) que se'n deriven, s'observa que la comprensió en el contingut és major per part dels estudiants en tots els casos, menys per explicar el fenomen d'absorció de les sales de gravació. En les experiències B i D es dona una distribució asimètrica positiva, mentre que en l'experiència A la distribució és asimètrica en forma de J, i finalment en la C, no es dona cap mena de simetria, fet que denota el seu suspès en la mitjana i que la moda també quedi suspesa. Atès aquest fet, es pot afirmar que fer el DECV de l'experiència C és el més complicat



## Part IV: Resultats i discussió

conceptualment, i a més, quant a procediment, aquesta és l'experiència que rep un pitjor índex de xarxa de manera global, considerant la mitjana.

Taula 63. Resum dels índexs de xarxa i els estadístics descriptius obtinguts per a cada DECV des del punt de vista conceptual

Enunciat del DECV				
Índexs de xarxa sistèmica conceptual dels DECV	A- Com es que sentim el despertador quan el tenim amagat a l'armari? Argumenta-ho. (atenuació)	B- Com explicaries l'eco? Explica quan i com es produeix. (reflexió)	C- A fora d'una sala de gravació no se sent res, en canvi, al passadís de la facultat se sent el murmur de la gent quan fa classes, per què creus que passa això? (absorció)	D- Podríem sentir sons a la Lluna?I al fons del mar? Argumenta-ho. (el so necessita un medi per propagar-se)
	0	3	0	3
	3	3	0	6
	3	3	3	6
	5	4	3	6
	6	4	3	7
	6	6	4	7
	6	7	4	9
	6	8	5	9
	6	9	5	9
	8	10	6	10
	8	10	6	
	9		7	
	9		8	
10		8		
10		9		
número de DECV analitzats	15	11	15	10
Valors estadístics de tendència central				
Mitjana	6,3	6,1	4,7	7,2
Mediana	6,0	6,0	5,0	7,0
Moda	6,0	3,0	3,0	6,0
Mínim	0,0	3,0	0,0	3,0
Màxim	10,0	10,0	9,0	10,0
DECV invàlids	1	4	4	3

Per tant, i considerant els dos índexs de xarxa, el procedimental i el conceptual, es pot afirmar que els DECV que són més senzills de realitzar per la mostra són l'A i el D, i el que sembla més

complicat de comprendre és el que fa referència a l'absorció, el C, cosa que posa de manifest la dificultat en comprendre que el so és una ona mecànica que no té cap propietat de substància, és a dir, la idea de substància pot ser que persisteixi per part dels grups que no superen l'aprovat considerant l'índex de xarxa conceptual. A més, en l'experiència C s'han de tenir en compte els tipus de materials de construcció que s'utilitzen per fer-la, i això es fa difícil de comprendre si no els has vist mai i no comprens com es dona l'absorció amb aquests materials constructius.

Aquesta idea de substància es pot mantenir en l'experiència D i B. En el cas de la D, comprendre que és necessari un medi perquè es propagui un so, pot explicar-se amb la idea de substància, per exemple, una persona es pot moure a través de diferents medis, aire o aigua, com també ho podria fer el so. Mentre que en el cas de l'experiència B, on la reflexió és el fenomen que es vol exemplificar, també es pot considerar el so com una pilota de tennis que rebotja en una paret. Tot plegat, són exemples quotidians que poden servir com a referència a l'hora de reflexionar en com actua el so.

En el cas de l'experiència A, també pot sorgir la idea de substància pel so, ja que es poden imaginar que el so decreix a mesura que vol travessar les portes d'un armari. A més, aquesta experiència és molt probable que l'hagin viscut i, per tant, és més senzill fer un DECV d'una vivència que se sap com funciona.

En definitiva, tenint en compte els resultats obtinguts en les xarxes sistèmiques, sembla que les experiències viscudes són més senzilles de representar, i que és probable que la visió de substància del so es mantingui per part de l'alumnat que constitueix la mostra.

### 15.2.2 Resultats de les produccions de l'alumnat: ODS

Per a l'anàlisi d'aquesta activitat d'aplicació s'utilitza la xarxa sistèmica de la taula 64. Caldria obtenir la meitat dels DECV que es demanaven, és a dir, uns 26, però se n'obtenen 31, un d'ells pertany a una de les mostres invalidades dels DECV, i d'altres es repeteixen en els DECV que fa el grup. Cal recordar que cada grup de treball, fa 2 DECV i només ha de proposar ODS per un dels dos DECV, tal com diu l'enunciat: «Incloure un d'aquests dissenys en un o més d'un ODS, amb la seva justificació». Però, en aquest cas, es donen més respostes a les esperades. Això pot ser perquè no s'ha entès l'enunciat o perquè els ODS desperten l'interès de l'alumnat i els hi resulta senzill encabir-

## Part IV: Resultats i discussió

los dins d'un DECV. Segons els valors estadístics de tendència central la distribució de l'índex de xarxa és asimètrica positiva; i considerant la moda i la mediana de 9 punts sobre 10 es pot afirmar que la mostra sap triar els DECV de manera correcta, però que la seva argumentació és parcial.

Taula 64. Valors de tendència central relatius a l'índex de xarxa relatiu per a la inclusió dels ODS en els DECV

Valors estadístics de tendència central		
n=31	Mitjana	8,6
	Mediana	9,0
	Moda	9,0
	Mínim	5,0
	Màxim	10,0
	ODS invàlids	22

Aquest fet es pot explicar per què la mostra està aprenent a fer bones justificacions, cal recordar que l'assignatura en la qual es fa la innovació és la primera de ciències que fan de la llicenciatura. De tota manera, la puntuació és excel·lent, i si es compara amb la resta d'índexs de xarxa valorats, és la més alta. Per tant, la comprensió i la tria dels ODS és senzilla per l'alumnat d'educació, per consegüent, pot ser una eina eficaç per treballar la sostenibilitat, o dit d'una altra manera, la sostenibilitat pot ser estudiada a partir dels ODS de forma més senzilla, i fins i tot més amable, en el sentit d'agradable.

### 15.2.3 Resultats de les produccions alumnat: Mapes conceptuais

El mapa conceptual és l'instrument escollit per a estructurar els coneixements sonors treballats al llarg de la seqüència didàctica. L'anàlisi d'aquest instrument es fa mitjançant l'aplicació dels criteris modificats de Prats i Salinas (2018), de la taula 30 de la metodologia, i dels índexs de xarxa conceptuals de la taula 31.

Es disposa de 33 mapes conceptuais elaborats per grups d'entre 3 i 5 persones de l'assignatura d'AECN de Primària i de doble titulació, tot i que se n'exclouen 4, perquè són resum o esquemes molt deficients i no compleixen cap criteri per ser mapes conceptuais, per això només se n'analitzen 29 de manera qualitativa. Es desgrana la informació topològica i semàntica fent una anàlisi

## Part IV: Resultats i discussió

exhaustiva de cada mapa i, a partir de l'extracció de dades, s'obtenen diversos resultats, tant quantitatius com qualitius.

Primerament, per dur a terme l'anàlisi dels criteris modificats de Prats i Salinas (2018), s'utilitza un full de càlcul on s'anoten els següents ítems, tenint en compte les diferents opcions:

- Número de tasca i grup
- S'inicia amb una pregunta? No n'hi ha; Pregunta literal; Pregunta indagadora
- Quina és la pregunta o idea principal
- Estructura jeràrquica: No n'hi ha; De mapa mental; Estructura jeràrquica clara
- Situació geomètrica del concepte inicial: A dalt, a baix o centre; dreta, esquerra o centre
- Nivell de profunditat: Nombre de nivells de ramificació observats
- Topologia: Arbre, estrella, híbrid, híbrid semi-graduat, anell, doble anell, malla, xarxa o bus
- Explicació topologia (si és necessari)
- Apareixen tots els conceptes: Sí, no, en falten
- Hi ha paraules enllaç: Sí, no o en falten
- Estructura proposicional: Es llegeix en tota la seva totalitat, lectura parcial, lectura mínima o no hi ha estructura proposicional
- Interrelació entre conceptes: Inexistent, mínima, Mitjana o elevada
- Recursos (imatges, decoratives)
- Recursos (imatges, explicacions)
- Recursos (imatges, exemples)
- Recursos (exemples escrits)
- Recursos (explicacions escrites)
- Explicació dels recursos, si s'escau
- Altres observacions del mapa conceptual

A continuació es valoren els criteris detallats en l'apartat 10.3.2.3 de metodologia del 0 al 3, en el mateix full de càlcul. Els criteris modificat a partir del treball de Prats i Salinas (2018) són: pregunta d'enfocament (CM-S-01); estructures proposicionals (CM-S-02); concepte principal (CM-S-03); nivell de ramificació (CM-T-01); nivell de profunditat (CM-T-02); estructura jeràrquica (CM-T-03); enllaços creuats (CM-T-04); i finalment, existència de recursos (CM-T-05). D'entre ells, n'hi ha 3 de semàntics i 5 de topològics.

## Part IV: Resultats i discussió

Seguidament, es fa l'anàlisi quantitatiu i s'extreu la taula 65, que mostra l'anàlisi estadística de l'avaluació dels esmentats criteris, tenint en compte els paràmetres estadístics fixats per Novak, Gowin i Otero (1988): mitjana, mediana, moda, desviació estàndard, variància, rang, mínim i màxim. A la part de sota de la taula 65, s'hi afegeix el sumatori dels criteris -valor total-, què és el sumatori de cada criteri dels 29 mapes analitzats, i es fa la conversió sobre 10 -valor total sobre 10-, a més s'agrupen els valors mitjançant el percentatge agrupat. El valor de punts total dels 29 mapes conceptuais és de 373; gairebé la meitat del valor d'excel·lència, el qual seria de 712 – 89 punts de cada criteri multiplicat pels 8 criteris-. Aquestes ponderacions agrupades se situen en la taula de resultats que permet avaluar-ne els percentatges de respostes obtinguts per a tots els grups i obtenir un gràfic de barres simple que determina quins són els criteris que han tingut més pes a l'hora de fer els mapes conceptuais.

Taula 65. Valors estadístics descriptius dels índexs de xarxa modificats pels mapes conceptuais

	CM-S-01	CM-S-02	CM-S-03	CM-T-01	CM-T-02	CM-T-03	CM-T-04	CM-T-05	Valor total	Valor total sobre 10
Mitjana	1,21	1,86	2,79	1,59	1,72	1,69	0,59	1,41	12,86	5,36
Mediana	1,00	2,00	3,00	1,00	2,00	1,00	0,00	1,00	13,00	5,42
Moda	1,00	3,00	3,00	1,00	2,00	1,00	0,00	1,00	13,00	5,42
Desviació típica	0,559	1,274	0,774	0,867	0,649	1,039	0,780	0,946		
Variància	0,313	1,623	0,599	0,751	0,421	1,079	0,608	0,894		
Rang	3	3	3	3	3	3	3	3		
Mínim	0	0	0	0	0	0	0	0		
Màxim	3	3	3	3	3	3	2	3		
Sumatori	35	54	81	46	50	49	17	41	373	
Valor sobre 87 (màxim)	0,40	0,62	0,93	0,53	0,57	0,56	0,20	0,47		
Valor sobre 10	4,02	6,21	9,31	5,29	5,75	5,63	1,95	4,71		
Percentatge (total=373)	9,38	14,48	21,72	12,33	13,40	13,14	4,56	10,99	100,00	

Certament, aquesta és una anàlisi aproximada, ja que, en primer lloc, cal esmentar que els valors sobre els quals es treballen són de caràcter ordinal, cosa que, fa innecessària la mitjana, però que es fa seguint els criteris de Novak, Gowin i Otero (1988). Per altra banda, els valors de moda i mediana coincideixen en tots els casos, a excepció del criteri CM-S-02; això vol dir que la distribució, pels

## Part IV: Resultats i discussió

diferents criteris, es pot considerar simètrica per a tots ells, ja que les desviacions típiques són pròximes a 1, sent de 0,559 pel criteri CM-S-01, i la més gran és d'1,274 pel criteri CM-S-02, en el criteri on no hi ha coincidència entre la moda i la mediana.

Tenint en compte els criteris citats anteriorment, cal fer notar que el que té la mitjana més alta, proper a 3, és el CM-S-03, el qual fa referència a la tria semàntica dels mots, en aquest cas, utilitzar el so com el concepte principal en el mapa conceptual; mentre que el criteri amb menor mitjana és el CM-T-04, que fa referència a l'ús d'enllaços creuats entre els diferents conceptes; aquest fet, és l'esperable, ja que fer aquesta acció denota un grau d'expertesa elevat a l'hora de fer mapes conceptuais, el qual s'assoleix amb la pràctica, i cal recordar que l'alumnat productor dels mapes conceptuais està fent 2n i és, segurament, el primer mapa conceptual científic que se li demana.

Respecte als criteris topològics indiquen com es fa el mapa conceptual, i s'ha de dir, que molts dels mapes conceptuais són mapes mentals o esquemes amb fletxes; cal recordar que se'n descarten quatre, perquè no tenen cap tret de mapa conceptual.

Tenint en compte la taula 65, es pot comprovar que els aspectes topològics, que defineixen si fan o no un mapa conceptual, obtenen els valors estadístics de tendència central més petits, i els semàntics, aconseguixen valors més alts. Aquest fet s'aprecia en el diagrama de barres dels 8 paràmetres analitzats (figura 77); i per això es fa una nova anàlisi estadística mitjançant l'índex de xarxa de la xarxa sistèmica conceptual presentada en l'apartat 10.3.2.3 de la metodologia.

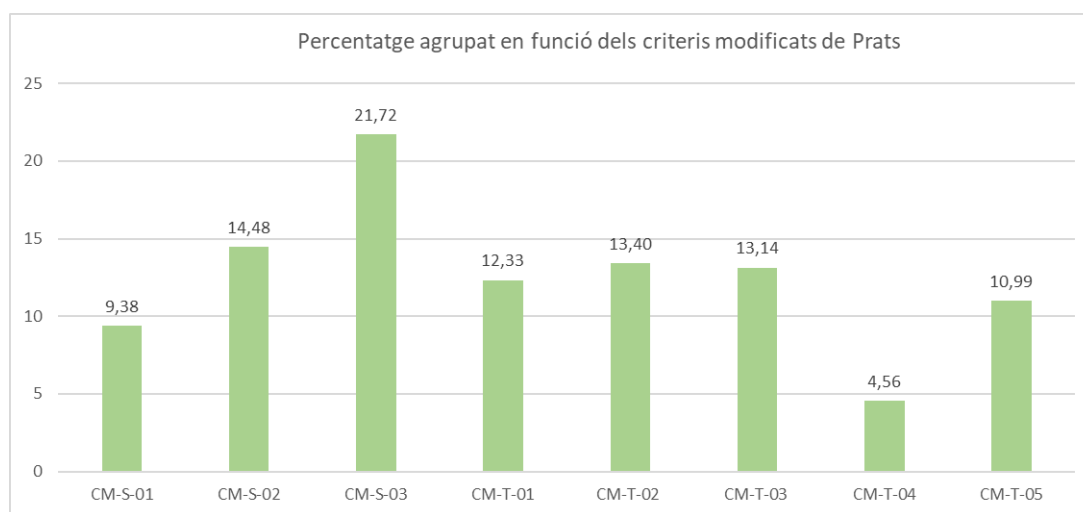


Figura 77. Diagrama de barres dels percentatges agrupats dels criteris modificats utilitzats en l'anàlisi dels mapes conceptuais

## Part IV: Resultats i discussió

En qualsevol cas, la finalitat dels mapes conceptuals és la d'estructurar el coneixement, i això, també es pot aconseguir amb un mapa mental, per aquesta raó, la xarxa sistèmica conceptual pren més força en aquesta recerca. En la taula 66, es pot comprovar com els valors estadístics de tendència central donen una distribució asimètrica positiva esbiaixada a l'esquerra; cosa que indica que conceptualment les produccions de l'alumnat són notables i que per tant, han aconseguit estructurar els coneixements sobre el so.

Taula 66. Valors estadístics descriptius dels índexs de xarxa dels mapes conceptuals

Valors estadístics de tendència central		
n=29	Mitjana	7,8
	Mediana	8,0
	Moda	9,0
	Mínim	1,5
	Màxim	10,0
	Mapes conceptuals inv	3

### 15.3 Presentació dels resultats dels mapes sonors

Els mapes sonors formen part de la complementarietat o complementació dels mètodes mixtes, de manera que tipifiquen situacions sonores a dins de l'aula. Es tracta d'una anàlisi empírica que interpreta la situació sonora des del punt de vista positivista.

Els mapes sonors permeten descriure i explicar la percepció real de l'alumnat de manera quantitativa. A més, faciliten el desenvolupament i l'extensió de la tesi, trets que formen part dels mètodes mixtes, detallats en l'apartat 6.2.

L'alumnat que ha fet la innovació didàctica, també ha participat en la presa de dades sonores utilitzant el qüestionari de percepció (figures 41 i 42), però les dades que s'han utilitzat per elaborar els diferents mapes sonors en diferents situacions ambientals, són únicament les preses pels grups D1 i D2 de l'assignatura d'Aprenentatge i Ensenyament de les Ciències de la Naturalesa del 2n semestre del curs acadèmic 2018-2019. En aquell curs es varen fer diferents provatures, però només es fa servir el qüestionari inicial de la primera etapa, per fer la diagnosi inicial, i les dades sonores per fer els mapes sonors.

## Part IV: Resultats i discussió

Abans, de presentar els mapes, cal inferir en com és el paisatge sonor habitual a dins d'una aula, concretament, dins del Laboratori de Geologia. Per fer-ho es va fer el seguiment de dues classes, prenen mesures amb el sonòmetre mòbil —*app Sound Meter*— cada 2 minuts, i indicant l'acció que desenvolupava el docent en el moment en el qual es prenia la mesura.

Per a cada acció es van establir 5 tipus de categories: la professora parla; treball autònom en grup; aturada de l'activitat; resposta dels alumnes i canvi de classe; les quals es detallen en la taula 67.

Taula 67. Categories assignades per fer el seguiment sonor d'una classe al Laboratori de Geologia

<b>Categoria</b>	<b>Acció</b>
La professora parla	Explicació de la professora sobre la pràctica, i els hi explica que ara el treball és autònom en grups
	Explicació de la professora sobre la pràctica
	La professora fa un comentari general al grup
	Explicació del professor
Treball autònom en grup	Els alumnes treballen sols i la professora va passant pels grups de treball
	Els alumnes treballen entre ells
	Els alumnes xerren entre ells, discutint la pràctica
	Els alumnes observen els materials
	La professora dóna els materials necessaris per fer la pràctica
	Explicació de la professora sobre el què s'ha de fer
	La professora passa per les taules indicant el mineral que s'ha d'analitzar
	Els alumnes treballen entre ells i hi ha força calma
Aturada de l'activitat	La professora demana silenci
	Es dona un moment de silenci
Resposta dels alumnes	Els alumnes responen a l'unison
	Intervenció d'un alumne
	Debat entre els alumnes
Canvi de classe	Acabant la classe de pràctiques
	Entra l'altre grup
	S'acaba la classe i els alumnes van marxant. No hi ha un nou grup
	Els alumnes han marxat



## Part IV: Resultats i discussió

Considerant les categories i les mesures en decibels es van obtenir dues gràfiques de barres que mesuren la intensitat sonora mitjana en el decurs d'una sessió teòrica i una de pràctica, i tot i que els docents són diferents, la classe teòrica impartida per un professor (figura 78) i la classe pràctica la va realitzar una professora (figura 79), en ambdues situacions els decibels màxims i mínims observats són gairebé els mateixos.

Cal dir que els decibels que es donen dins de la categoria demanda de silenci són diferents en ambdós casos, en la classe teòrica és d'uns 30 dB, mentre que en la classe pràctica ronda els 45dB; això té dues explicacions, la primera rau en el tipus d'activitat que s'hi desenvolupa, en la classe teòrica els alumnes escolten, mentre que en l'altra els alumnes fan pràctiques en grup i parlen entre ells. La segona raó és pel tipus de veu del docent, el de la professora té un to més elevat que la del professor, que en cap moment arriba a més de 50 decibels durant la sessió.

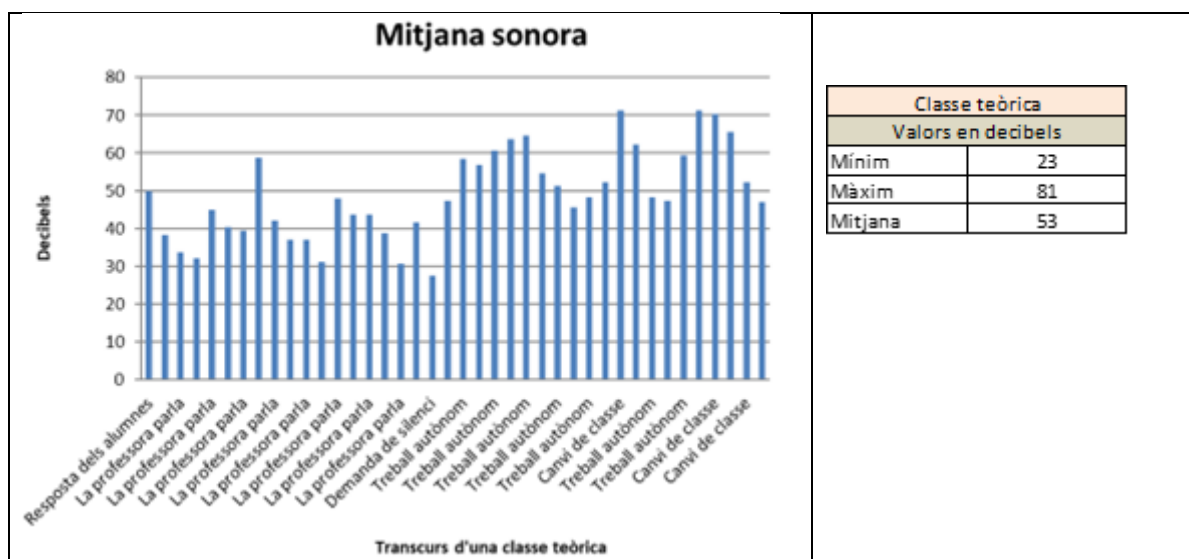


Figura 78. Diagrama de barres de la mitjana sonora que es produeix al llarg d'una classe teòrica, amb els valors estadístics a la dreta

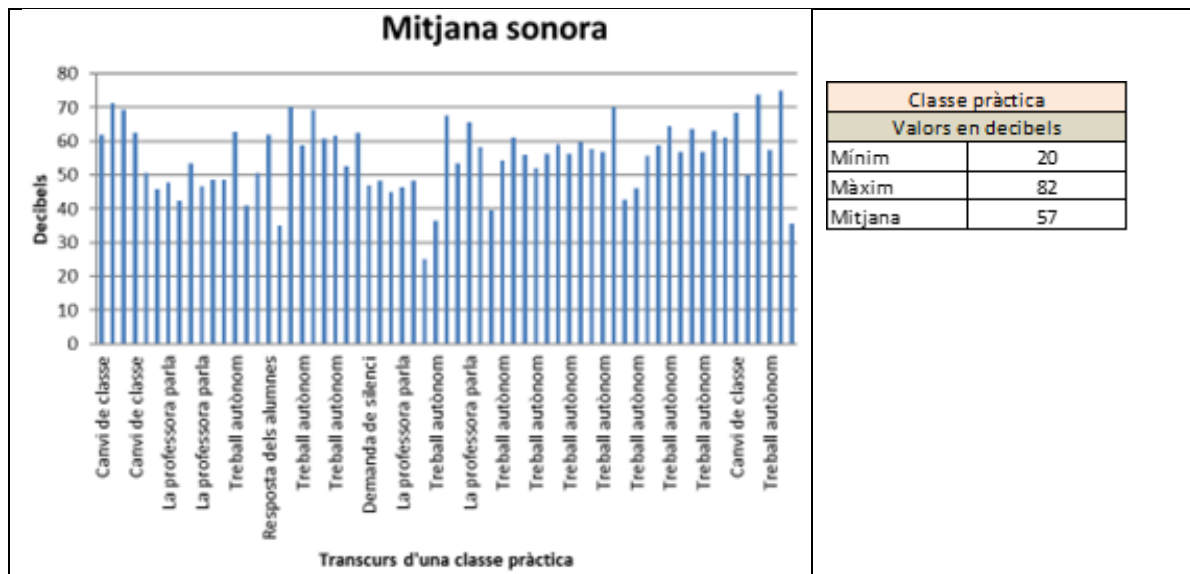


Figura 79. Diagrama de barres de la mitjana sonora que es produeix al llarg d'una classe pràctica, amb els valors estadístics a la dreta

Sota aquestes premisses i sabent que el so en el centre del Laboratori de Geologia pot moure's entre 20 i 82dB, es presenten els resultats en l'elaboració dels mapes sonors, els quals són similar per ambdós grups, tal com es pot veure en l'annex 3.

Per fer els mapes, s'han pres valors d'intensitat sonora en el perímetre de l'aula, perquè els mapes de contorns tinguessin en compte les parets i com es donen reflexions de les ones sonores. Els 18 mapes que s'han elaborat són en els annexos, en aquest apartat de la tesi només es presenten els més representatius: el trànsit (figura 81), la tempesta (figura 82), el pati escolar amb volum mitja (figura 83) i els 3 moments en els quals la professora es mou: asseguda (figura 84), dreta (figura 85) i d'esquena (figura 86). Cal tenir en compte que l'aula té tarima, cosa que afecta als mapes, sobretot quan la professora està asseguda, ja que representaria el cas d'un professor dret en una aula sense tarima. Primerament, hi ha un plànol de l'aula del Laboratori de Geologia on s'observa que l'aula no és del tot rectangular, hi ha un calaix sense dades. S'hi veu la distribució de les taules de l'alumnat, on hi ha la tarima, la biga i els armaris del fons de l'aula. Les finestres són a la part esquerra del plànol i les portes d'entrada a la banda dreta, entre les dues primeres i les dues darreres taules (figura 80). Els altaveus que proporcionen els sons afegits es troben a la part dreta, elevats i aproximadament a 1/3 i 2/3 de la longitud de l'aula. La professora es troba a la part inicial de l'aula (a la tarima), aproximadament al centre.

Part IV: Resultats i discussió

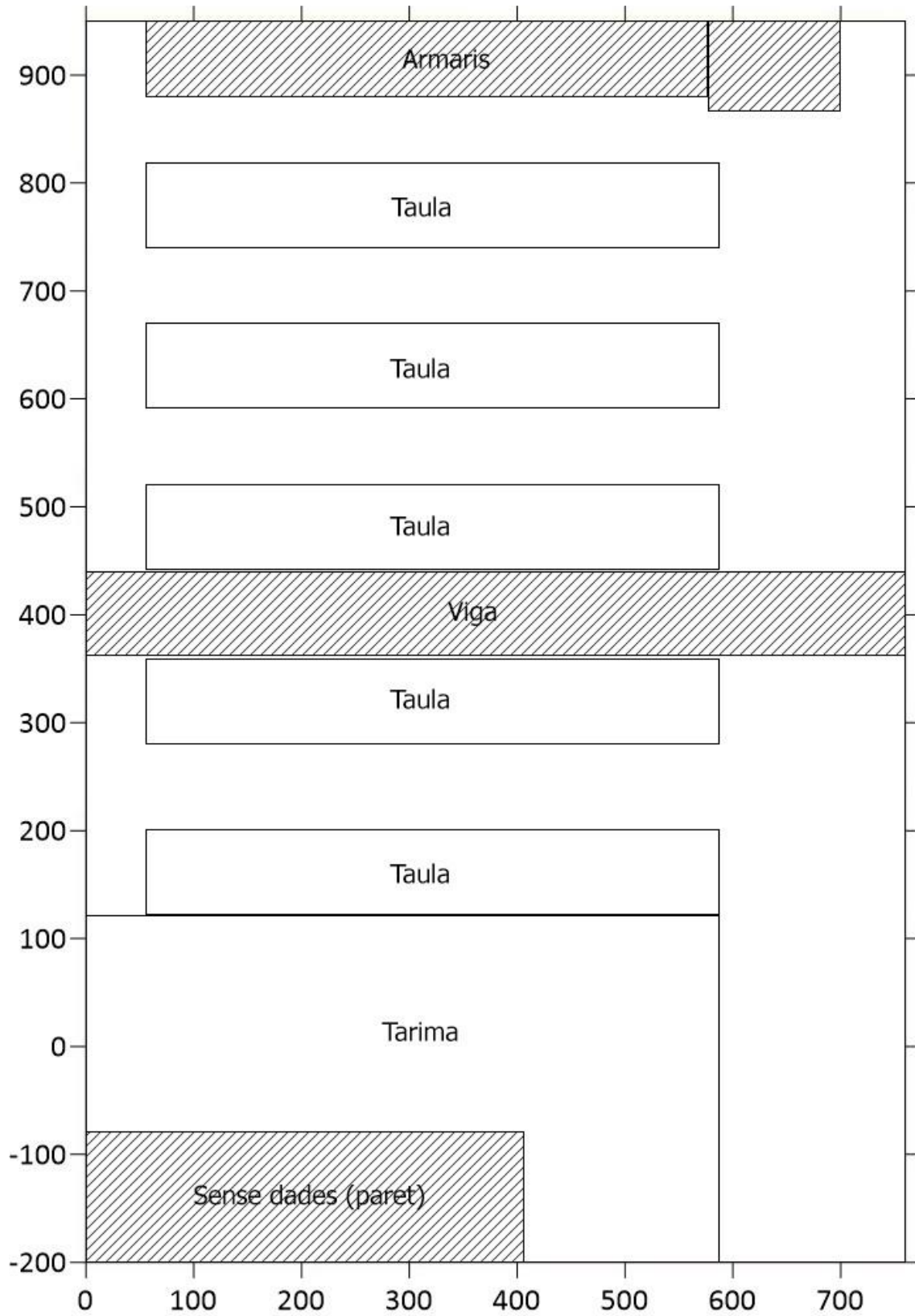


Figura 80. Plànol del Laboratori de Geologia, edifici de Migdia 1, Campus Mundet

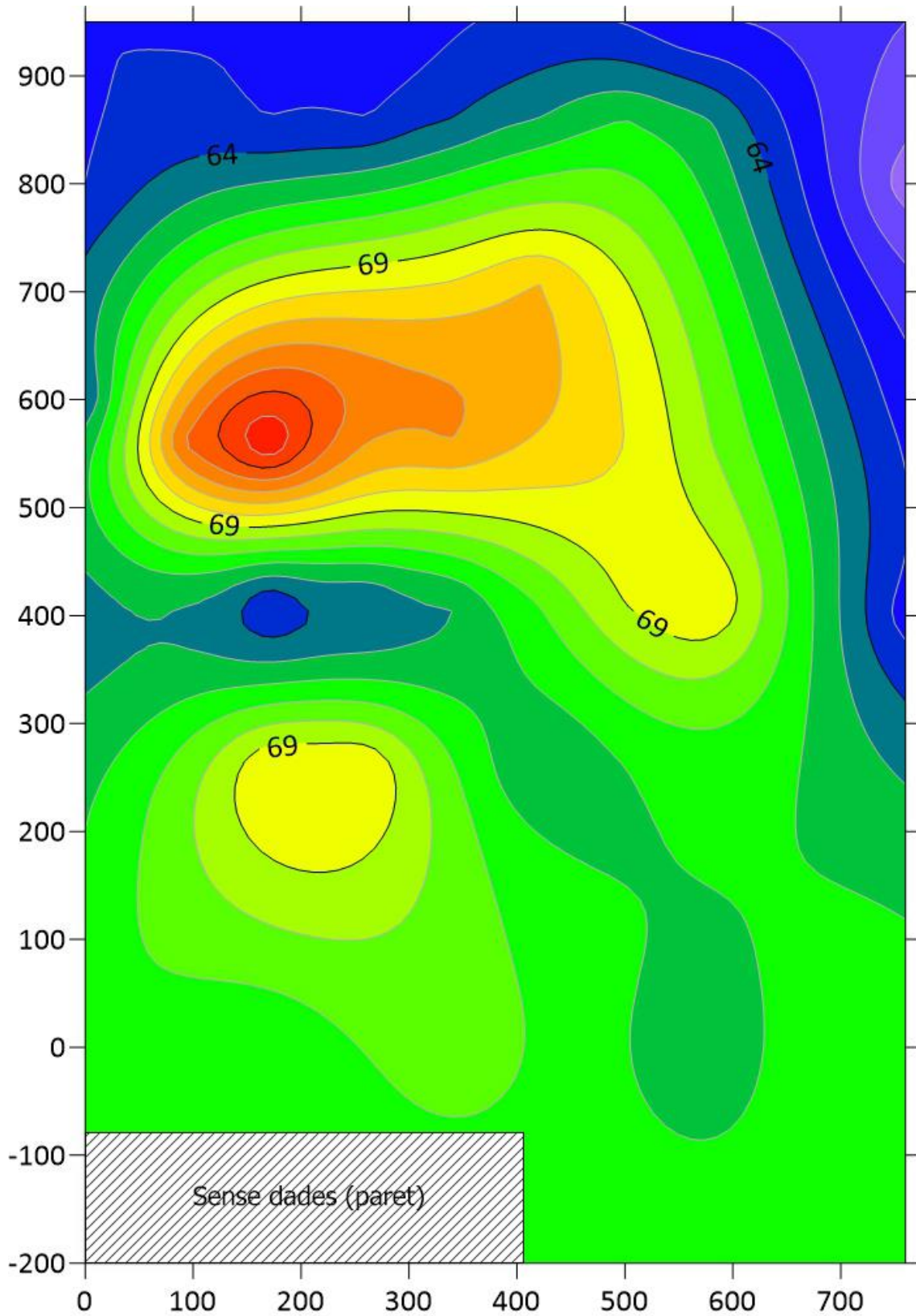


Figura 81. Mapa sonor en decibels d'una situació ambientació de trànsit en el Laboratori de Geologia



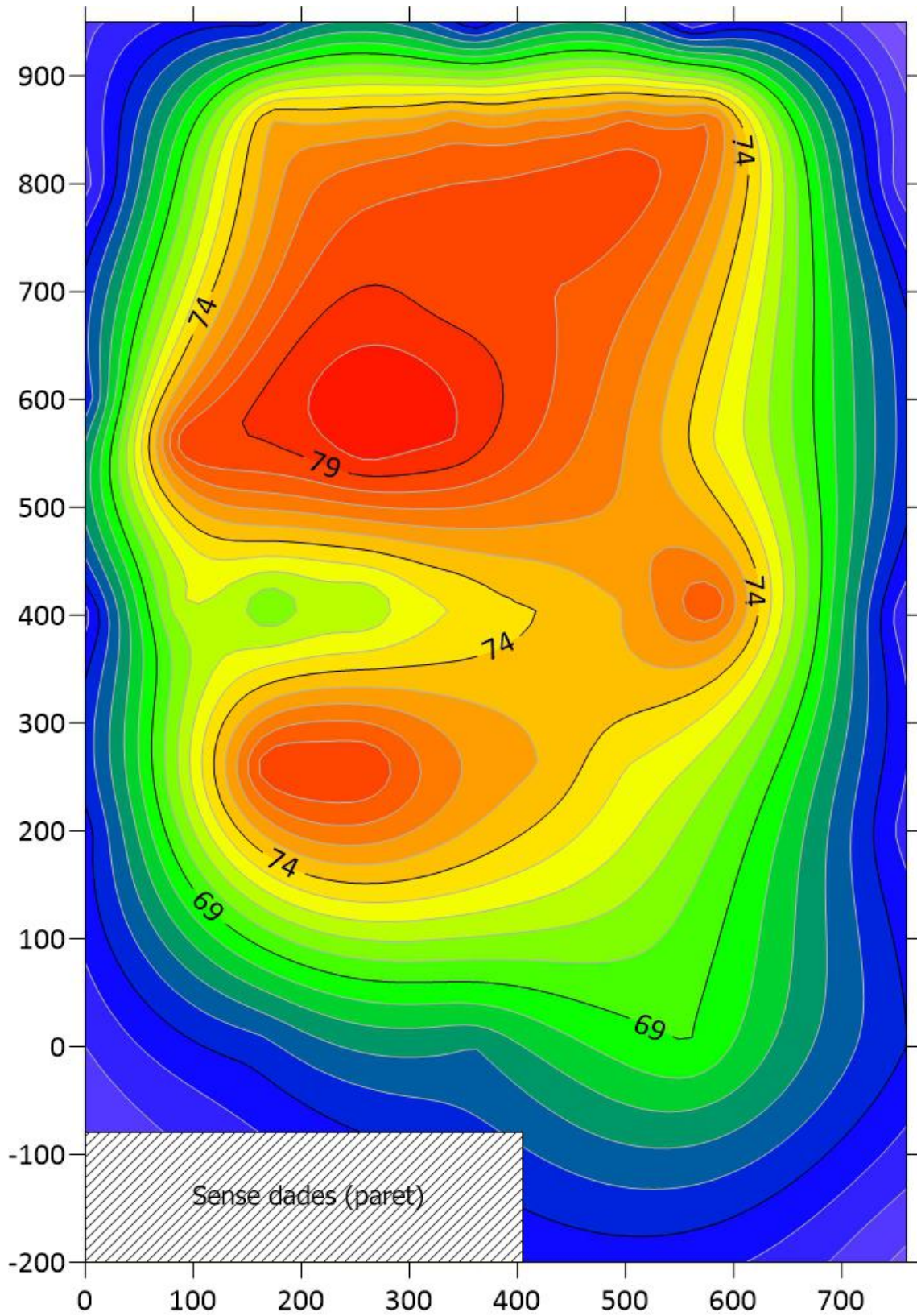


Figura 82. Mapa sonor en decibels d'una situació ambientació de tempesta en el Laboratori de Geologia

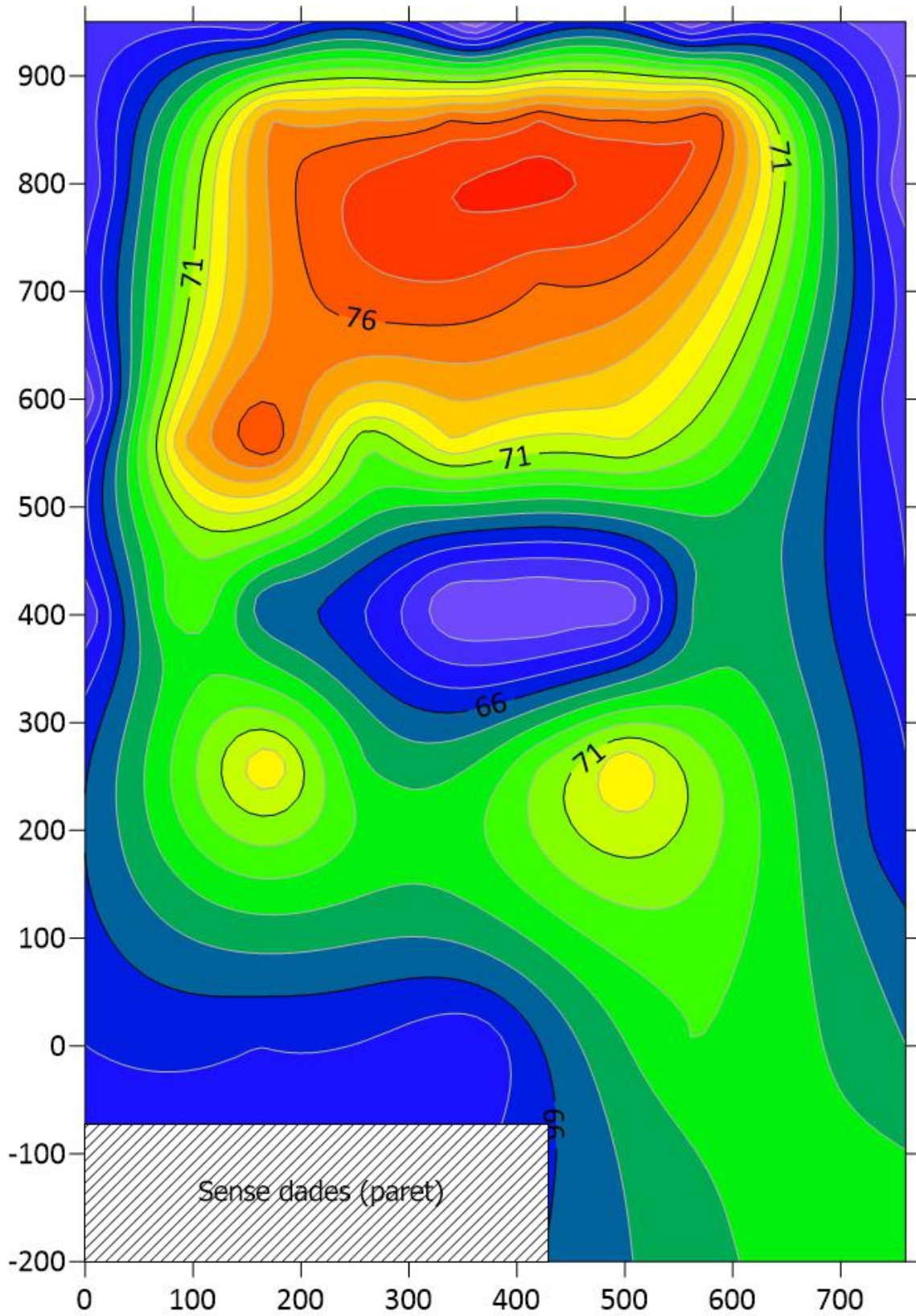


Figura 83. : Mapa sonor en decibels d'una situació ambientació de pati a volum mitja en el Laboratori de Geologia



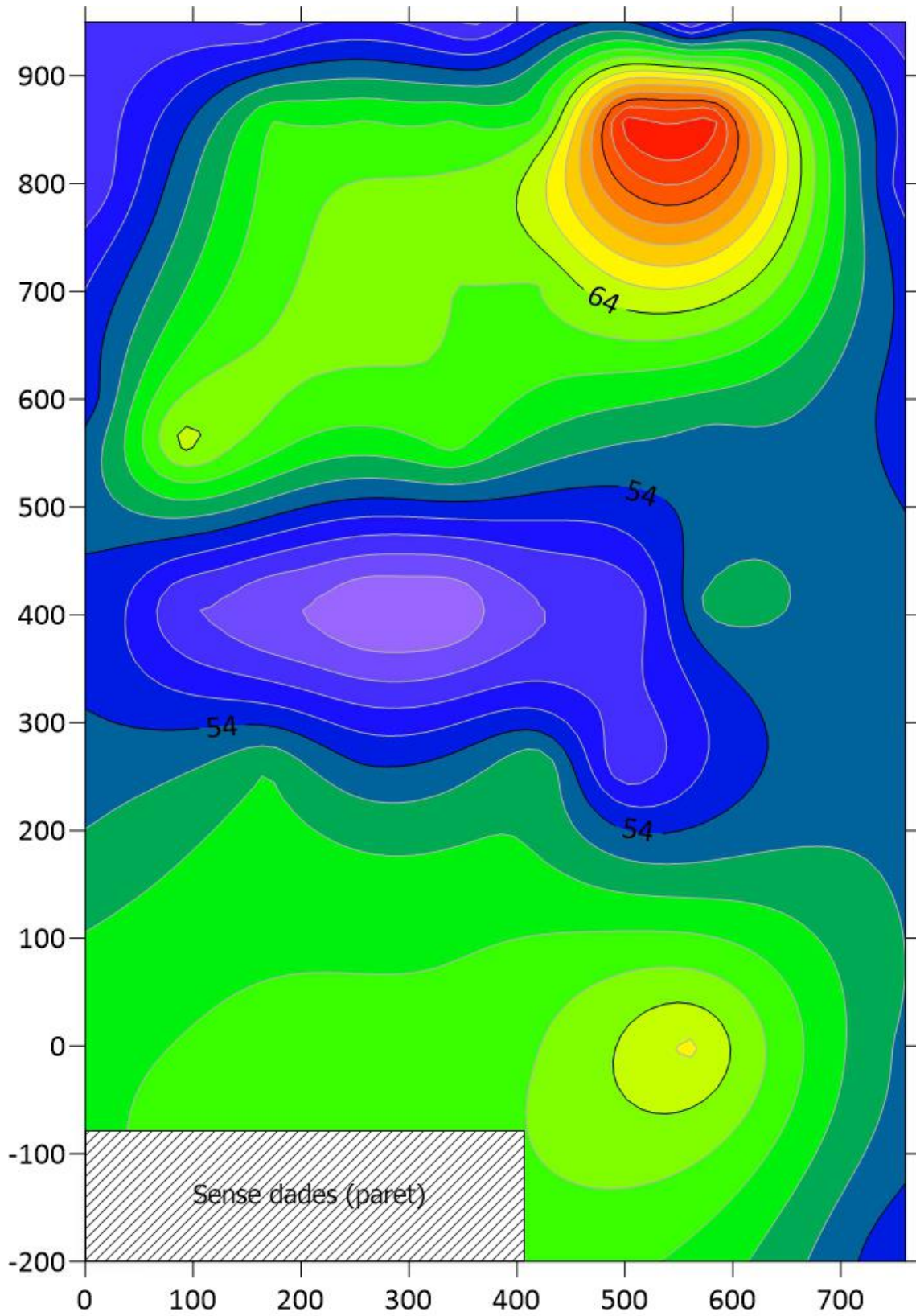


Figura 84. Mapa sonor en decibels posició de la professora asseguda en el Laboratori de Geologia

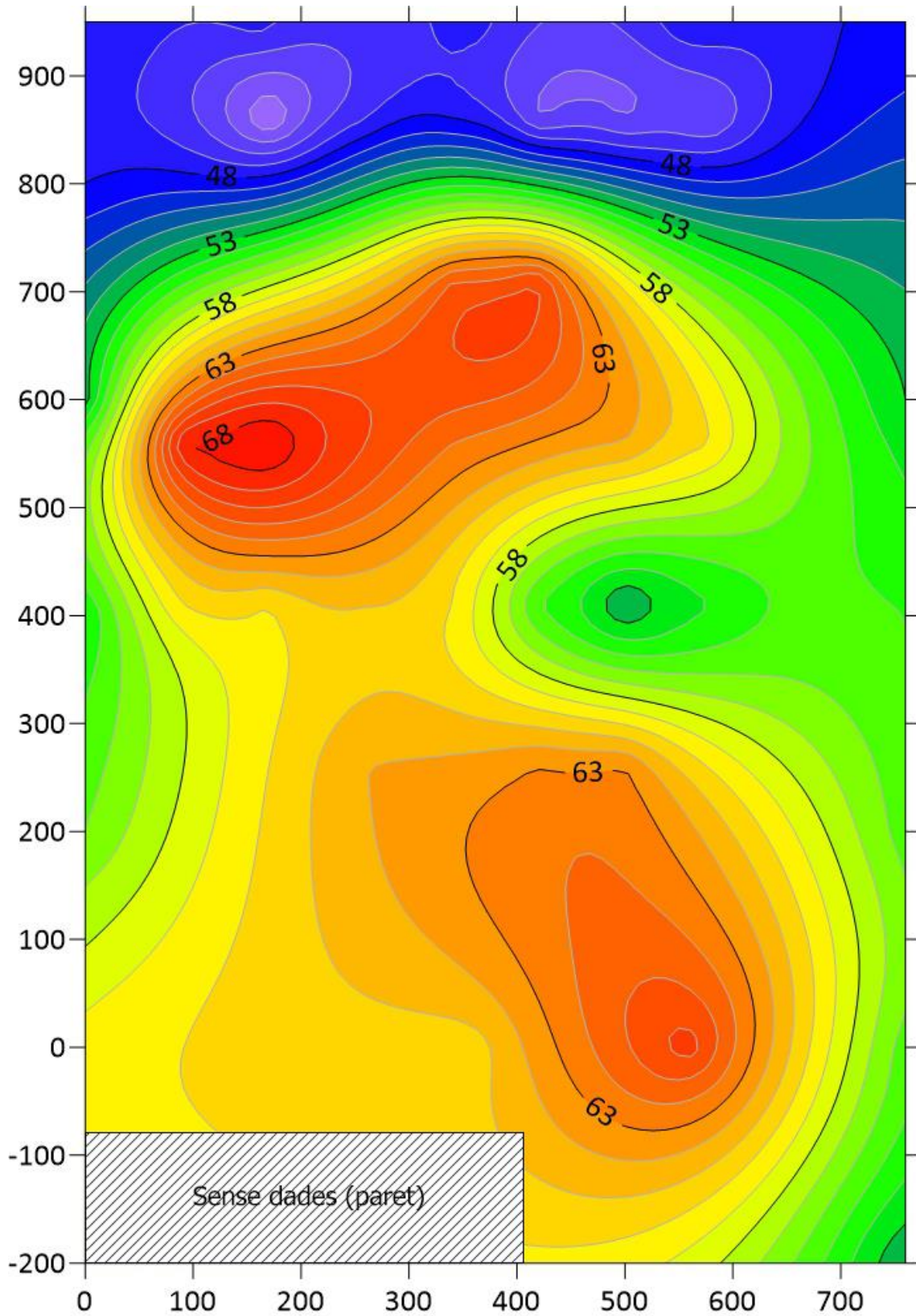


Figura 85. Mapa sonor en decibels posició de la professora dreta en el Laboratori de Geologia



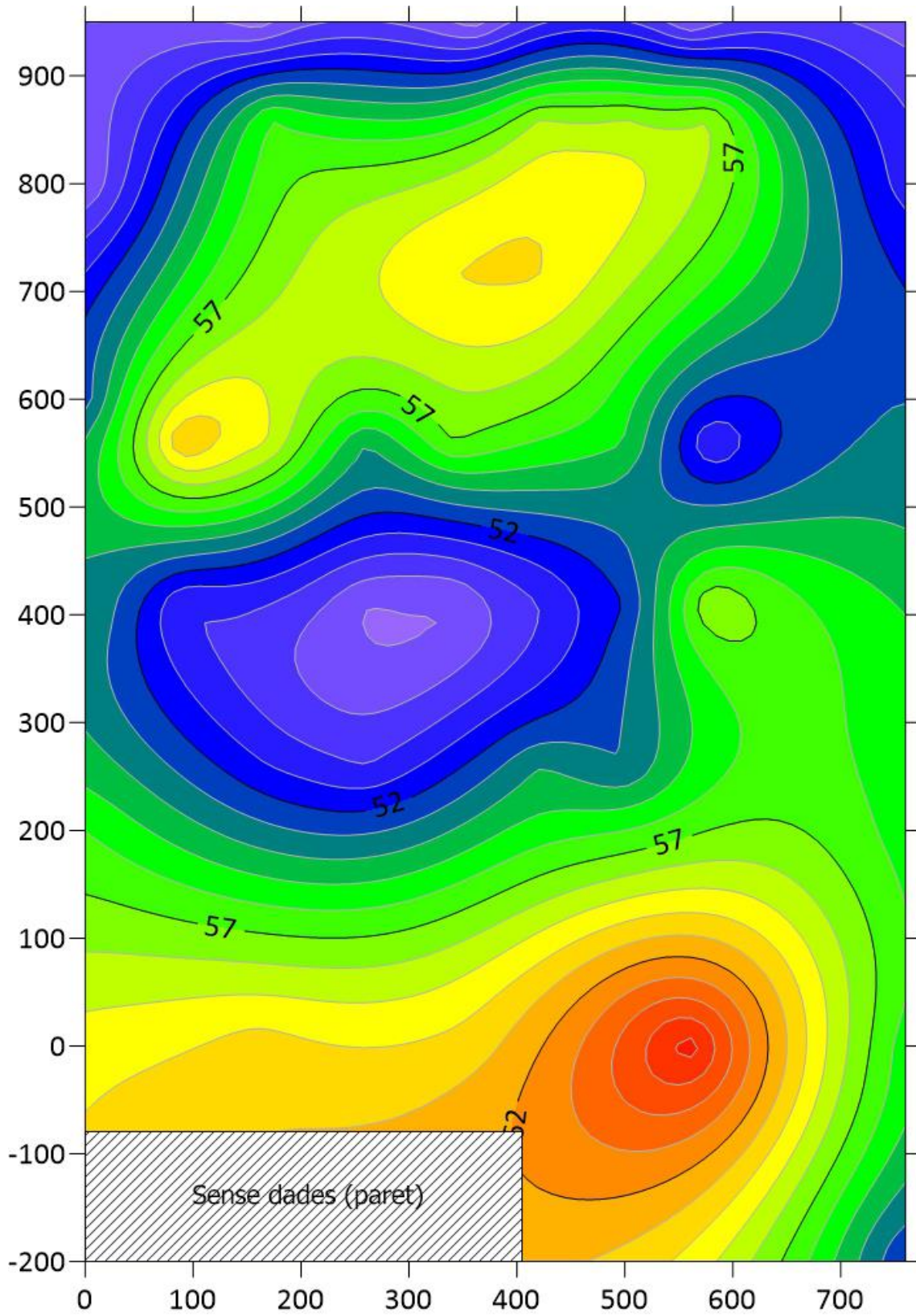


Figura 86. Mapa sonor en decibels posició de la professora d'esquena en el Laboratori de Geologia

## Part IV: Resultats i discussió

En tots ells es dibuixa la biga del Laboratori, la qual se situa en la  $y=400$ , i quan s'utilitza l'equip de música per projectar els diferents escenaris sonors, es poden visualitzar on són els altaveus, ja que es dibuixa una franja amb més decibels on es projecten. És a dir, a sota dels altaveus se sent bé, però després es dona un efecte rebot entre les parets i les finestres de l'esquerra, hi ha petites illetes sonores. També s'observen el rebot en les parets de manera que se sumen i es resten les crestes sonores. Quan no hi intervenen els altaveus i només parla la professora en diferents situacions es donen menys decibels a sota de la biga, i una illeta amb més decibels entre l'ordenada 500 i 600, quan la professora està d'esquena o dreta. Per tant, la geometria de l'aula intervé en la seva sonoritat; i això pot ser útil a l'hora de col·locar l'alumnat a dins de l'aula; o bé seria convenient col·locar un sostre pla a totes les aules i suprimir les suposadament aules modernes amb bigues vistes per afavorir una bona geometria sonora. Es posa de manifest la important distorsió que provoca una biga vista al sostre.

En els mapes es veu des d'on parla la professora, ja que hi ha un augment de decibels des de la font, a l'abscissa 500-600 i l'ordenada -100, i es veu la projecció. Cal afegir que l'aula té una tarima, cosa que facilita la projecció de la veu. Es posa clarament de manifest que la sonoritat és molt millor amb la professora dreta (a sobre de la tarima) que asseguda (alçada equivalent a estar dreta si no hi hagués tarima). La presència de tarima, que s'ha suprimit en la majoria de les aules per qüestions possiblement metodològiques dificulta notablement la comunicació i hauria d'estudiar-se a fons.

Pel que fa a l'experiència de percepció i precisió auditiva, aquesta consisteix a dir una paraula fora de context, en els diferents moments auditius. Per als dos grup-classe es fan servir, pels diferents moments, els següents mots:

- a) Moment aguts (trànsit): Massa
- b) Moment greus (tempesta): Massa
- c) Moment volum baix (pati escolar): Casa
- d) Moment volum mitja (pati escolar): Passa
- e) Moment volum alt (pati escolar): Passa
- f) Moment volum molt alt (pati escolar): Passa
- g) Moment professora dreta: Casa
- h) Moment professora asseguda: Massa
- i) Moment professora d'esquena: Caça

## Part IV: Resultats i discussió

En els moments on el volum sobrepassa els 70-80 dB, gairebé ningú encerta la paraula clau, mentre que en les últimes files, la paraula clau és gairebé inexistente en els qüestionaris de percepció que fan els alumnes, ja que gairebé ningú respon el qüestionari de percepció. Cal dir, que es dona una notable diferència entre els dos grups-classe, el D1, capta més paraules i en el D2 hi ha més persones que no saben la paraula que ha dit la professora, i no responen a la qüestió (annex 4). Una de les possibles causes és que en el D2 hi ha més alumnes que en el D1, i això fa que hi hagi més persones a l'última fila, on sembla que l'acústica és pitjor que a les primeres files, considerant els mapes sonors.

En conjunt, es mostren els percentatges dels dos grups participants en la figura 87, en la qual s'observa com el nombre en l'encert de les paraules va disminuint a mesura que els decibels augmenten, a 80dB gairebé el 70% no contesta, i també que l'encert en el mot clau (sense soroll de fons) és més significatiu quan la professora està dreta, amb un 73,58%, que quan està asseguda, amb un 62,26% o bé d'esquena a l'alumnat, amb un 5,77%.

S'ha de dir que en general a les aules del campus Mundet, situades en mig de natura, el nivell sonor de l'entorn és molt baix i que a més les parets exteriors són de pedra o molt gruixudes, però possiblement molts dels estudiants quan treballin de mestres es trobaran amb ambients molt més sorollosos, per la situació d'escoles en llocs densament habitats i amb tràfic intens i per escoles molt mal condicionades acústicament (parets primes, grans finestrals, etcètera), per això fer-los viure aquesta pràctica segurament els ha obert els ulls sobre situacions que es possible que hagin de viure al llarg de la seva vida laboral.

Un altre aspecte que els ha quedat de manifest és que, fins i tot quan aconsegueixen entendre a la professora, el soroll els distreu i no poden concentrar-se de la mateixa manera.

Alguns dels comentaris més significatius catalogats d'aspectes positius han estat:

«Ens hem pogut adonar de la importància del so en la nostra futura professió. Saber com potenciar la veu per tal que arribi a tothom.»

«El fet de parlar dret i a sobre d'una tarima, permet als que escolten sentir millor el que està dient.»

«M'he adonat que si la professora està dreta s'escolta millor l'explicació. El so que més m'ha agradat ha estat el so de la tempesta.»

## Part IV: Resultats i discussió

«Els sons baixos i aguts i drets no interfereixen en l'explicació de la professora. Tot i així poden distreure.»

I com a aspectes negatius de la pràctica han citat:

«Quan se sentien sorolls no érem capaços d'identificar-los. A més, tampoc he pogut estar atenta al 100% durant la classe i he perdut molta informació.»

«Desconcentració: prendre apunts + soroll + intentar escoltar i endevinar la paraula.»

«No poder seguir la classe a partir del 50dB aproximadament.»

«En algun moment se m'ha fet difícil seguir la teoria pels canvis de volum.»

«Sons greus, alts i molt alts i d'esquena, molt molestos per sentir la professora.»

Part IV: Resultats i discussió

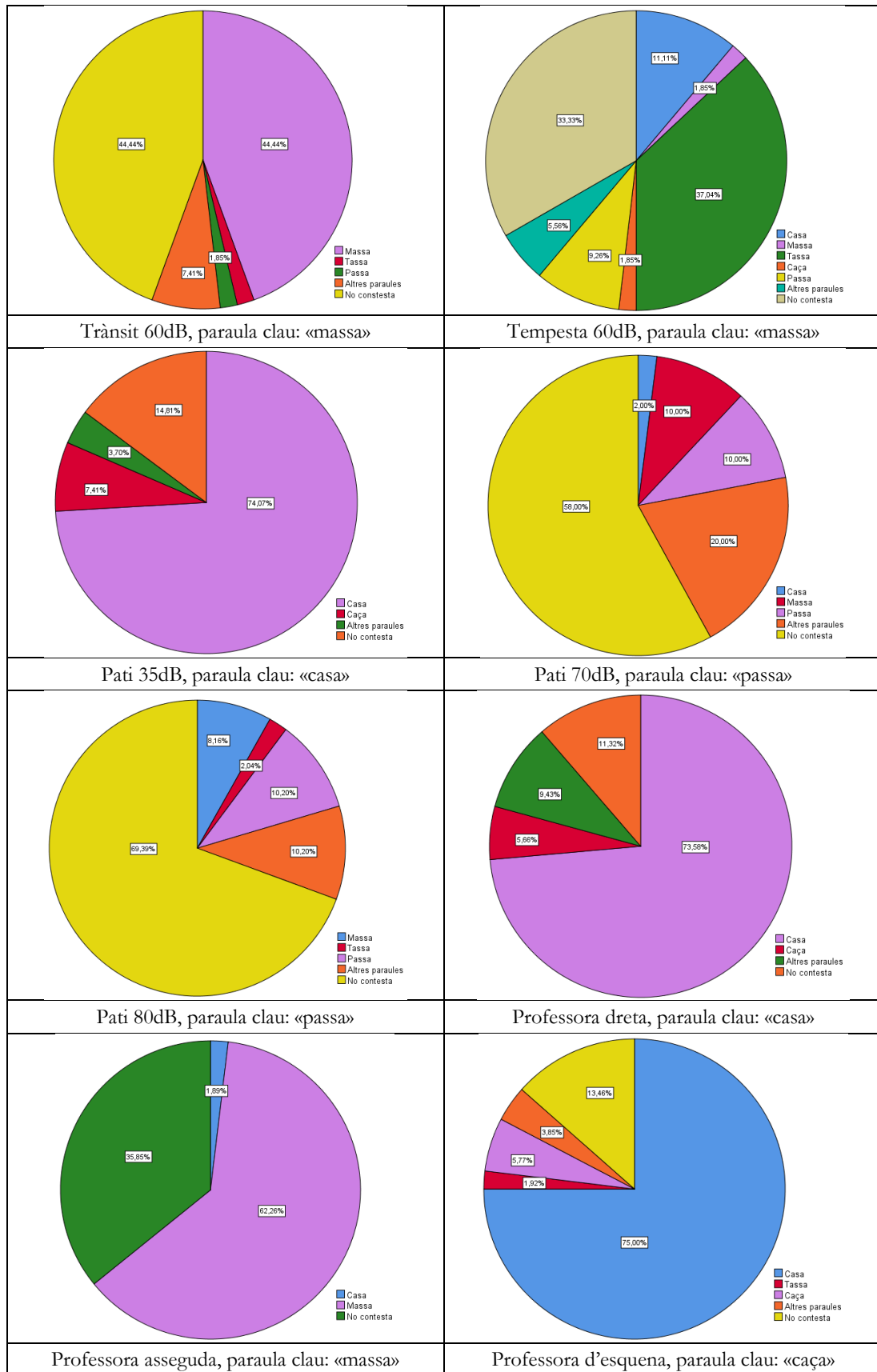


Figura 87. Diagrames de sectors dels diferents moments sonors indicant la paraula clau, en lila

## 15.4 Anàlisi i discussió dels resultats del qüestionari CTTH postintervenció

En aquest apartat s'analitza descriptivament el què han contestat les 89 persones que han rebut la innovació didàctica, i com aquesta ha fet modificar les respostes obtingudes en el qüestionari CTTH preintervenció respecte la postintervenció. Cal recordar que és el mateix qüestionari, cosa que permet la comparació entre els resultats.

### 15.4.1 Anàlisi i discussió de les dades demogràfiques després de la intervenció de l'etapa 2

Les dades demogràfiques són les mateixes que les del qüestionari CTTH preintervenció de la mateixa etapa. Consta de 89 participants, d'entre 18 i 31 anys, 20,4 anys de mitjana –desviació estàndard de 2,387 –, i mediana i moda de 19 anys (taula 68). Pel que fa al gènere hi ha 75 dones i 14 homes.

Taula 68. Taula de freqüències i percentatges de la mostra després de la intervenció educativa

		Freqüència	Percentatge	Percentatge vàlid	Percentatge acumulat
Vàlid	De 18 a 20 anys	62	67,4	69,7	69,7
	De 21 a 23 anys	19	20,7	21,3	91,0
	De 24 a 26 anys	4	4,3	4,5	95,5
	Més gran de 27 anys	4	4,3	4,5	100,0
	Total	89	95,7	100,0	

Cal fer notar que les dades referents al sexe són les mateixes, però que les referents a les edats difereixen una mica, passant de 20,24 anys de mitjana a 20,4. Aquest fet és normal, ja que l'interval de temps que passa entre el qüestionari CTTH preintervenció i postintervenció és d'entre 2 i 3 mesos, període suficient perquè algunes persones de la mostra facin anys. Es passa al principi de l'assignatura i al final d'aquesta, després de la prova individual de l'assignatura.

Les franges d'edat que queden afectades pel canvi de les edats són les primeres, la de 18 a 20 anys perd dos participants que els guanya la franja de 21 a 23 anys. Les altres dues franges es mantenen amb 4 participants cadascuna.

### 15.4.2 Anàlisi i discussió antecedents i hàbits després de la intervenció de l'etapa 2

En les respostes d'aquest apartat, els valors són semblants als obtinguts en el qüestionari CTTH preintervenció, ja que les qüestions fan referència a antecedents familiars, hàbits i malalties. Tot i que hi ha una certa mobilitat entre les respostes, i hi ha entre 7-8 respostes que poden fluctuar d'una opció a l'altra.

En els antecedents familiars es donen els mateixos valors, però, pel que fa a les malalties, es passa de 23 persones a 30 que afirmen haver patit algun problema en els darrers 5 anys. Augmenten els valors d'otitis i vertígens. Això pot ser perquè després de la innovació, els nois i noies que han participat en aquest estudi, són més conscients i recorden malalties o mals que no havien relacionat amb les oïdes.

Pel que fa a l'ús d'auriculars, els valors que afirmen utilitzar-los passen de 82 i 84, i augmenta la freqüència en l'ús de l'auricular de botó, però percentualment els valors ronden el 50% en ambdós casos. En el cas del nombre d'hores d'exposició a sons a través d'auriculars, els percentatges són similars, però en general, la mostra assenyala utilitzar-los més hores de mitjana, fins i tot hi ha 5 persones que afirmen utilitzar-los més de 5 hores, quan en el qüestionari CTTH preintervenció només ho afirmava 1 sola persona. Malgrat que hi ha algunes fluctuacions, aquestes es poden donar pel fet que al llarg de la innovació es parla de l'ús abusiu dels auriculars per part dels joves, fet que els allibera i els fa reconèixer que ells també formen part del col·lectiu i, per tant, no se senten avergonyits a l'hora d'afirmar que utilitzen auriculars, i que ho fan moltes més hores diàries de les que havien dit inicialment.

En canvi, anar a la discoteca té un descens, i passa de 77 a 70, l'explicació, és per la situació històrica que estan vivint, encara hi ha restriccions per la pandèmia de la Covid-19 durant el 2021 i, per tant, aquesta variable incontrolable pot fer variar la resposta, de manera que alguns la contestin pensant



## Part IV: Resultats i discussió

en quan anaven a la discoteca abans de la pandèmia i d'altres que la contestin durant una restricció o pensant en la situació pandèmica.

També hi ha un descens a l'hora d'afirmar l'ús dels bastonets per netejar-se les oïdes, passant de 37 a 17. Aquest és el canvi més significatiu, i això pot ser perquè els participants saben que l'ús de bastonets no és l'adequat, i per tal d'aconterar a la investigadora, contestin que no els utilitzen o bé que veritablement després de la innovació hagin canviat els seus hàbits. Després d'aquesta qüestió hi ha una pregunta oberta on se'ls demana que expliquin com es renten les oïdes i respecte als bastonets hi ha respostes d'aquest tipus:

«Després de la dutxa, les asseco amb la tovallola i, després, les asseco amb els bastonets. Sé que no és el més correcte, però ara per ara com que ho tinc per costum... sóc conscient que ho hauria de canviar.»

Cosa que fa pensar que els hàbits no han canviat, tot i saber que no s'han d'utilitzar, però també hi ha respostes d'aquesta tipologia:

«Normalment utilitzava bastonets, ara començo a utilitzar productes líquids farmacèutics.»

Fet que dona a entendre que es dona un canvi en els hàbits de neteja de les oïdes.

Per a la qüestió oberta: «Cita quins factors creus que poden alterar la capacitat d'oïda?». Les categories que s'han contemplat són les mateixes que en el qüestionari CTTH preintervenció de l'etapa 2:

- Intensitat sonora elevada
- Hàbits i/o malalties
- Intensitat sonora elevada i mals hàbits i/o malalties

I els resultats obtinguts són més inclusius que en el qüestionari CTTH preintervenció, tal com mostra la figura 88, on el 70,79%, és a dir 63 persones utilitzen la tercera categoria: «Intensitat sonora elevada i mals hàbits i/o malalties» per determinar que són els factors que afecten les oïdes; 21 persones pensen que només són els decibels elevats i 5 que són les malalties o els mals hàbits la causa principal en els danys a les oïdes.



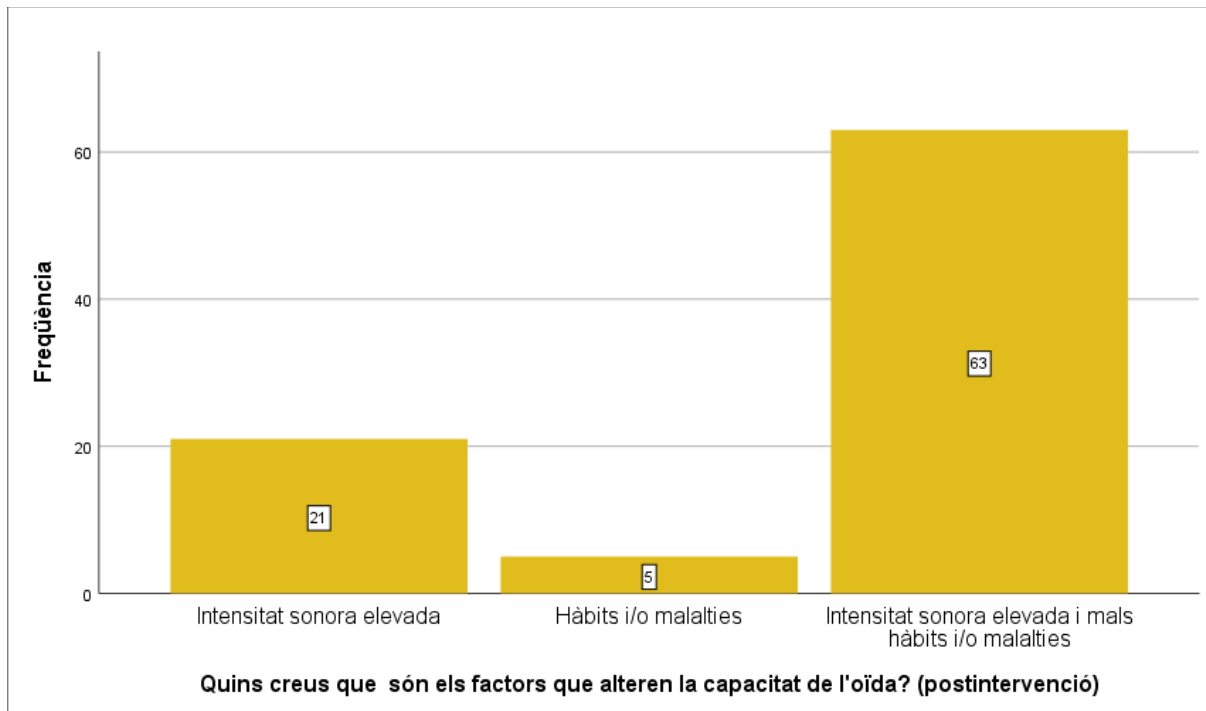


Figura 88. Diagrama de barres dels factors que poden afectar la capacitat d'oïda, després de la intervenció de la segona etapa

Novament, per a la qüestió que fa referència als tipus de conflictes que poden tenir per l'excés de soroll (qüestió 2.4), s'utilitzen les categories del qüestionari CTTH preintervenció de l'etapa 2, les quals són:

- Sí, sense concretar
- No
- Emissor de soroll
- Receptor de soroll
- Emissor i receptor de soroll

Tal com passa en l'anàlisi del qüestionari CTTH preintervenció, les dues primeres categories segueixen textualment el significat de la mateixa categoria: «Sí, sense concretar», la primera i «No», la segona. Les altres suposen alguns canvis respecte al qüestionari CTTH preintervenció: s'excusen, detallen, minimitzen o magnifiquen, però se ceneixen al significat de les categories, a continuació, es mostren alguns dels exemples més representatius en funció de la categoria a la qual estan adherits:

## Part IV: Resultats i discussió

### - Emissor de soroll:

«Alguna vegada de festa a l'estiu s'han pogut queixar els veïns però no gaire vegades, 1 o 2 cops.»

En aquest cas, la mateixa persona suavitza les queixes que ha rebut per part dels veïns, en el qüestionari CTTH preintervenció, no concretava l'època de l'any i deia que només li havia passat algunes vegades. L'afirmació que fa en el qüestionari CTTH preintervenció és: «De festa alguna vegada ens hem passat de soroll.»

«Soroll quan parlo massa alt a casa i els veïns es queixen, també del soroll de coses que cauen al terra o trepitjar massa fort.»

### - Receptor de soroll:

«Sí, he estat treballant en ambients amb moltíssima contaminació acústica i sumat amb la genètica tinc força sordesa.»

«A vegades, escolto la música del veí. L'any passat amb les classes virtuals em resultava incòmode, em feia desconcentrar si coneixia la cançó, ja que la taral·lejava.»

«He patit problemes i conflictes pel soroll, tant pels veïns com a l'aula amb els companys a l'institut on, gairebé, no se'n podia fer classe.»

«Efectivament. Amb soroll no puc dormir i em costa molt concentrar-me per poder estudiar. En el meu cas, necessito silenci absolut per poder estudiar i per això m'agrada estudiar de nit.»

«Sí, dormir amb soroll m'és molt complicat, de fet, si hi ha molt de soroll fora al carrer m'he de posar taps de cera. A més a més, tampoc puc estudiar ni llegir amb molt de soroll, ja que no em puc concentrar. A part, d'aquests problemes, no n'he tingut cap més.»

### - Emissor i receptor de soroll:

«Sí, moltes vegades he patit soroll abans d'anar a dormir, i arrel d'això, m'ha costat adormir-me. Per altra banda, també he sigut la que ha produït soroll alguna vegada que han vingut els amics a casa i hem fet una mica de gresca.»

## Part IV: Resultats i discussió

En aquest cas, la persona que respon afegeix que és emissora de soroll quan en el qüestionari CTTH preintervenció sols es considera receptora de soroll queixant-se d'acúfens:

«Sí, anant a dormir després d'haver sortit de festa, em pitaven les orelles».

Per tant, una vegada s'ha realitzat la innovació didàctica, en la majoria dels casos, solen explicar-se més i detallar aspectes que en un primer moment no identifiquen com a rellevants. Això es comprova en el diagrama de barres de freqüències de les categories bàsiques que s'empren (figura 89), en el qual s'observa com disminueix en 5 persones que neguen haver patit algun conflicte sonor, respecte al qüestionari CTTH preintervenció. És a dir, hi ha més participants que s'identifiquen amb alguna de les categories bàsiques que els relacionen com a font del problema sonor i/o víctima del soroll. Cal dir que augmenta el nombre de participants que se senten receptors de soroll, passant de 44 en el qüestionari CTTH preintervenció a 48 en la postintervenció.

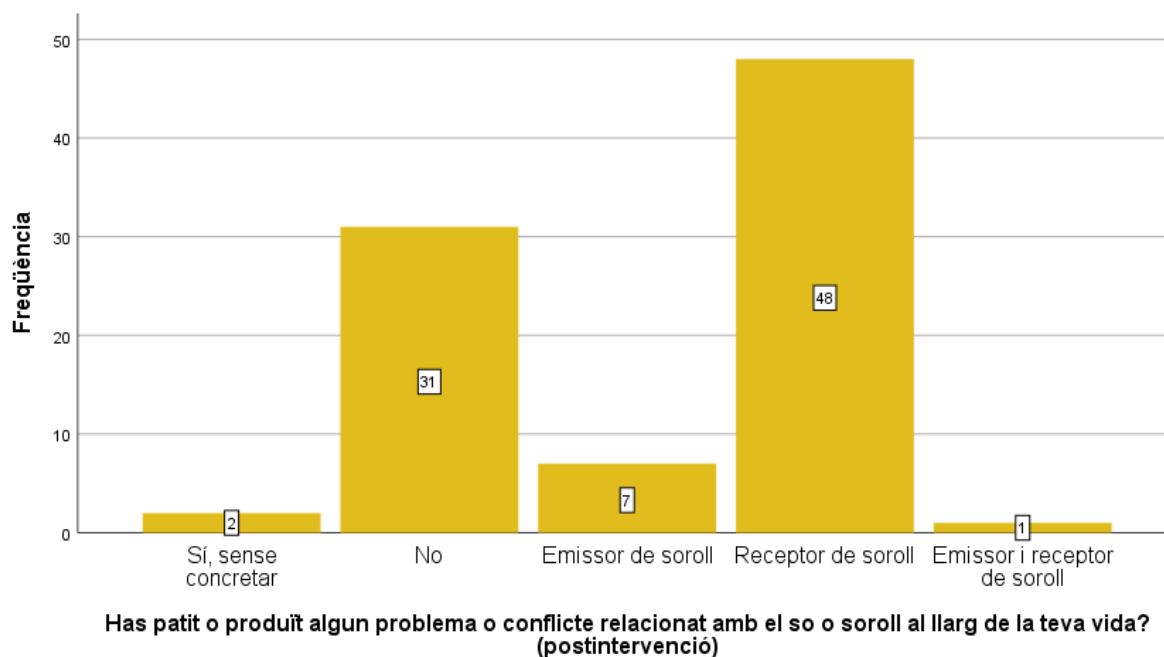


Figura 89. Diagrama de barres de freqüències després de la intervenció de la segona etapa referent a conflictes sonors

També es dona més detall en les subcategories que es contemplen en aquesta darrera classe: «Receptors de soroll», les quals són les mateixes que les considerades durant el qüestionari CTTH preintervenció de l'etapa 2 (figura 90). El nombre de persones que no especifiquen el detall de la resposta disminueix respecte al qüestionari CTTH preintervenció. Per exemple, en el tipus de font

## Part IV: Resultats i discussió

sonora, en la postintervenció hi ha 32 persones que el detallen enfront de les 24 que ho feien en el qüestionari CTTH preintervenció. És cert que hi ha més persones que s'identifiquen com a receptors de soroll, però percentualment, els números són clars, en el qüestionari CTTH preintervenció el 45,4% no especifica la font sonora i, en canvi en la postintervenció la resposta sense especificar disminueix fins al 33,3%.

En el cas de l'activitat interrompuda deguda al soroll, els percentatges també demostren com en el qüestionari CTTH preintervenció hi ha més persones que no ho especifiquen amb un 45,45%, respecte al 22,9% en la postintervenció, que no detallen l'activitat que es trunca pel soroll. Per a la resta de subcategories, els percentatges en el qüestionari postintervenció augmenten respecte al qüestionari CTTH preintervenció. I les subcategories: «Veïnat», com a font de soroll, i «Estudiar», com a principal activitat que es veu destorbada pel soroll, continuen encapçalant les descripcions dels participants tant en el qüestionari CTTH preintervenció, com en el qüestionari postintervenció.

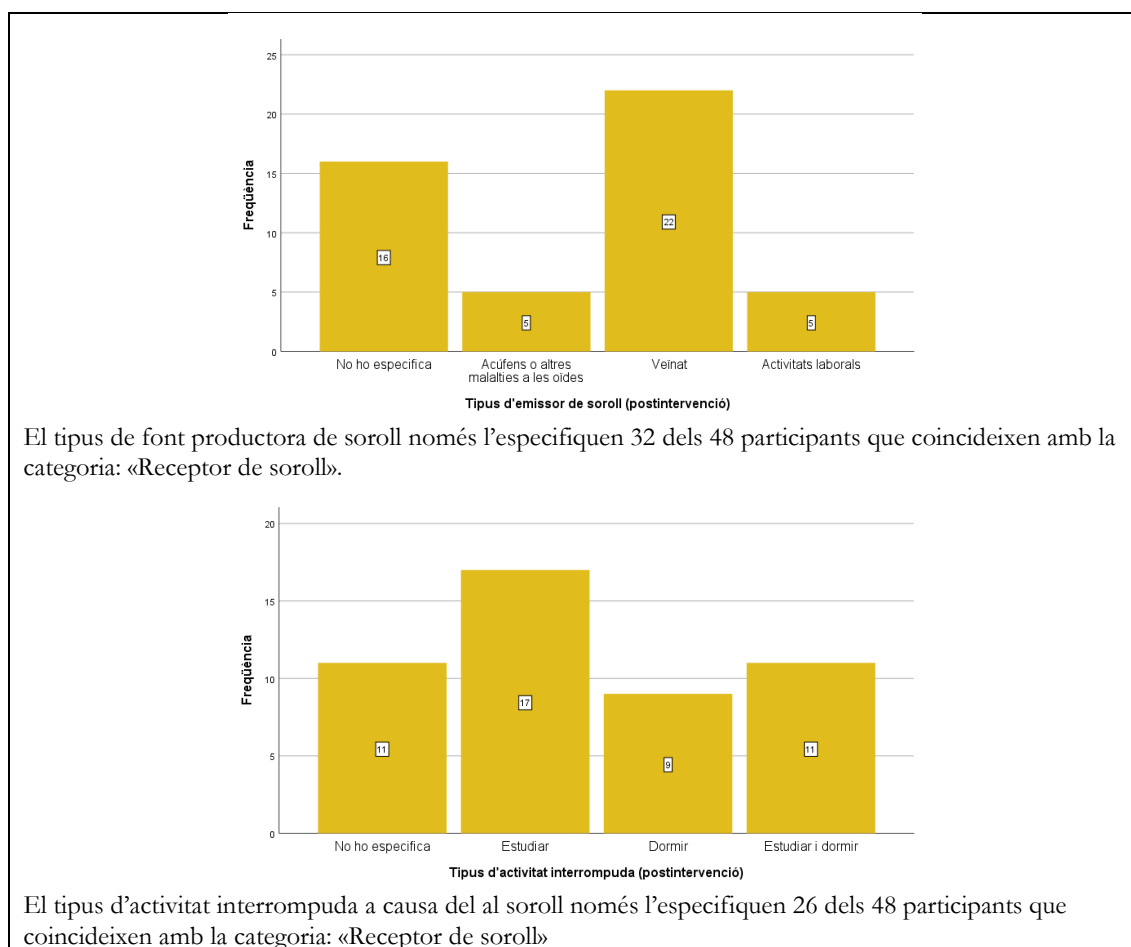


Figura 90. Grup de diagrames de barres de freqüències després de la intervenció de la segona etapa sobre els tipus de conflictes sonors segons la font i l'activitat

## Part IV: Resultats i discussió

En la xarxa sistèmica de la taula 69 s'analitza el discurs de les respostes obertes i s'observa la mateixa correspondència que en el qüestionari CT\*TH preintervenció de l'etapa 2. Les relacions d'origen i causa dels conflictes ocasionats pel soroll es donen en la en major grau dins de la categoria: «Emissor de soroll»; així mateix, la retòrica és més rica i explicativa que en el qüestionari CT\*TH preintervenció, per tant, és possible que els participants hagin après nous conceptes després de fer les activitats d'aplicació de la innovació.

Taula 69. Xarxa sistèmica de l'anàlisi del discurs de la pregunta oberta sobre els conflictes sonors, de la postintervenció de l'etapa 2

	Categories bàsiques	<i>Nombre de participants</i>	Subcategoria 1	<i>Nombre de participants</i>	Subcategoria 2	<i>Nombre de participants</i>
	<b>Conflicte sonor (postintervenció)</b>	<b>Sí, sense concretar</b>	2		2	
<b>No</b>		31		31		31
<b>Emissor de soroll</b>		7	<b>Veïnat (queixes veïns)</b>	7		7
<b>Receptor de soroll</b>		48	<b>Tipus d'emissor de soroll</b>		<b>Tasca realitzada</b>	
			<b>Acúfens o malalties</b>	5	<b>No específica</b>	5
			<b>Activitats laborals</b>	5	<b>Estudiar</b>	0
					<b>Dormir</b>	3
					<b>Estudiar i dormir</b>	0
			<b>Veïnat (queixes veïns)</b>	22	<b>No específica</b>	2
					<b>Estudiar</b>	9
					<b>Dormir</b>	4
					<b>Estudiar i dormir</b>	6
			<b>No específica l'emissor</b>	16	<b>No específica</b>	3
<b>Estudiar</b>	8					
<b>Dormir</b>	2					
<b>Estudiar i dormir</b>	5					
<b>No específica</b>	1					
<b>Emissor i receptor de soroll</b>	1		1		1	
<i>Nombre total de participants</i>		89		89		89

Es produeixen canvis entre les categories bàsiques del qüestionari CTTH pre i postintervenció. Per exemple, les persones que afirmen patir conflictes de soroll sense concretar-ne l'origen són dues en ambdós qüestionaris, però només hi ha una sola persona que manté el «Sí, sense concretar» als dos, mentre que l'altre participant passa a emissor. En el cas de la resposta «No», hi ha 23 persones que el mantenen en el qüestionari CTTH preintervenció -amb un total de 36-, i en el qüestionari postintervenció -amb un total de 31-. També es mantenen 34 persones com a «Receptors de soroll» en els dos qüestionaris. En canvi, com a emissors de soroll, només una sola persona manté aquesta categoria en els dos tests, encara que en el qüestionari CTTH preintervenció hi ha 5 respostes que passen a 7 en el qüestionari CTTH postintervenció. La categoria que no repeteix l'opinió dels participants és la «d'Emissor i receptor de soroll», en la qual no hi ha cap persona que s'hi mantingui.

En definitiva es fa evident que hi ha una fluctuació en les respostes, la qual rau en el canvi conceptual que fa l'alumnat una vegada ha rebut una instrucció sobre el tema. Això fa que raoni més en les seves pròpies experiències i que a més, necessiti explicar les seves opinions vers la temàtica que ha tractat a classe, ja que n'és coneixedor i ha pensat sobre aquesta, ja no li és tan desconeguda.

### 15.4.3 Anàlisi i discussió del bloc coneixements després de la intervenció de l'etapa 2

En aquest bloc es consideren les mateixes categories que en l'anàlisi del qüestionari CTTH preintervenció de l'etapa 2, tant pel so com pel soroll, i altrament es consideren el mateix tipus de definicions, també es té en compte la «Definició contrària» pel cas del soroll. Així que les categories són les següents:

- Definició física o biològica
- Definició musical
- Definició lingüística
- Definició errònia
- No ho sé

## Part IV: Resultats i discussió

En la figura 91, es pot comprovar com les definicions evolucionen cap a la física i biològica, en ambdues definicions, amb percentatges elevats, del 80% pel so i del 70% pel soroll, i també, s'ha de dir que desapareix l'opció «No ho sé». Per altra banda, la definició musical és la segona que s'utilitza per fer referència al soroll amb gairebé el 20%, mentre que la resta de definicions tenen percentatges similars en ambdues preguntes. Aquest fet, és significatiu, ja que durant la innovació s'explica com funciona el so des del punt de vista físic i biològic, i també, s'expliquen les propietats del so des d'un punt de vista musical, quan es parla dels tipus de veus i dels instruments, fet que provoca que la segona definició que s'utilitzi sigui la musical.

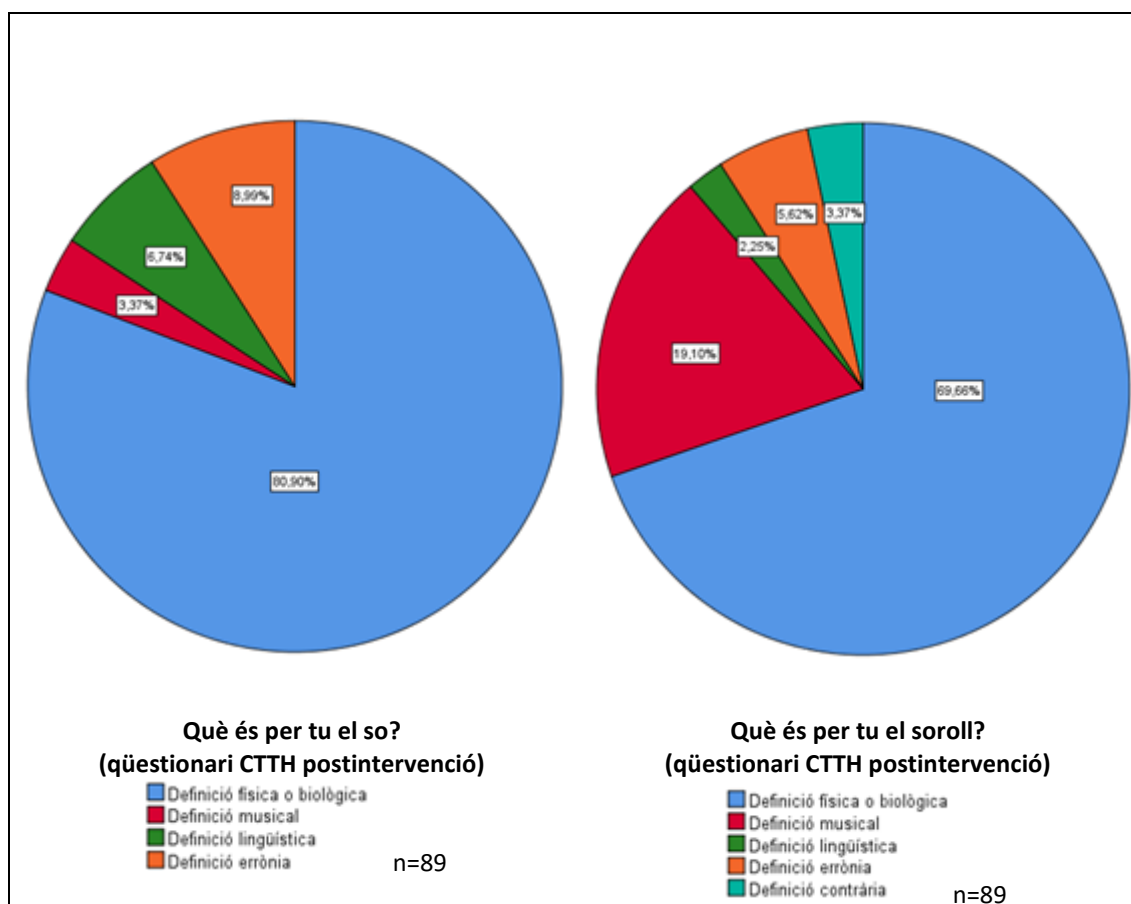


Figura 91. Diagrama de sectors de les respostes obertes sobre la definició de so i de soroll, de la postintervenció de l'etapa 2

En una aula els decibels màxims són d'uns 50. És a dir, per sobre d'aquest valor, el discurs del professorat es fa inaudible. Aquest valor, el de 50 decibels és la dada apresada per gairebé el 70% dels participants, enfront del 37% que ja ho coneixia en el qüestionari CTTH preintervenció. La

#### Part IV: Resultats i discussió

figura 92 indica les freqüències per a cada valor. Només 7 persones indiquen que no ho coneixen enfront de les 43 que marquen aquesta opció en el qüestionari CTTH preintervenció. L'opció: «Màxim 10 decibels» s'incrementa en 3 persones, i també s'incrementa l'opció: Màxim 100 decibels, en 4 persones, respecte als valors observats en el qüestionari CTTH preintervenció. Per altra banda, l'opció: «Màxim 150 decibels», es manté amb un participant.

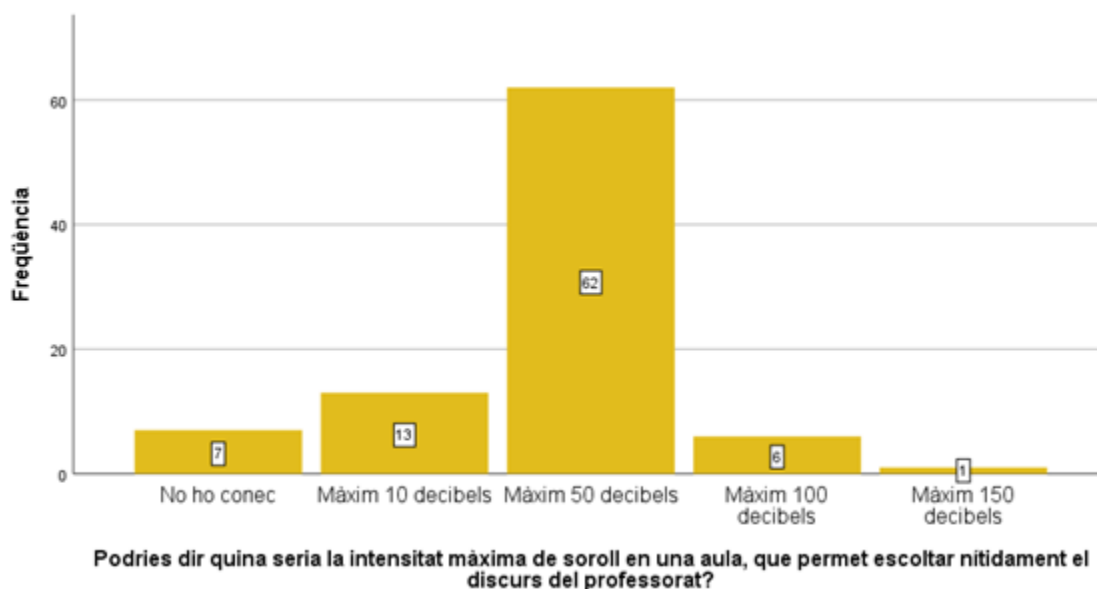


Figura 92. Diagrama de barres de freqüències amb els possibles valors de intensitats sonors màxims que es poden escoltar en una aula i se sent nítidament al professorat, després de la intervenció de l'etapa 2

En el cas dels decibels mínims i els que es poden escoltar en una discoteca (figura 93), les opcions s'han capgirat respecte al qüestionari CTTH preintervenció i majoritàriament saben els valors per ambdós casos, amb un 76,04% en el cas del mínim audible, i amb un 73,03% en el volum que se sent en una discoteca.

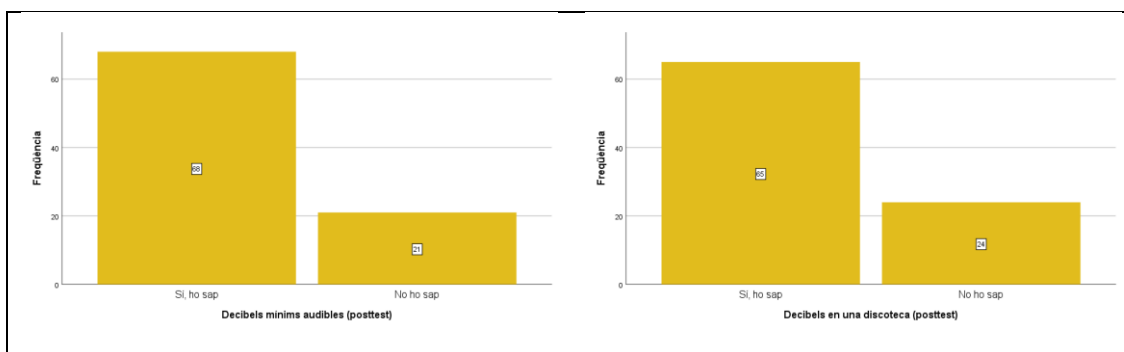


Figura 93. Diagrama de barres del coneixement dels decibels mínims audibles, a l'esquerra, i dels decibels en una discoteca, a la dreta, després de la intervenció de l'etapa 2



#### Part IV: Resultats i discussió

Quant al nom de l'aparell que serveix per mesura els decibels (figura 94), es capgiren els resultats de l'opció més triada, i gairebé el 62% tria l'opció correcta: «Sonòmetre»; tot i això, l'opció «Decibelòmetre» té un percentatge elevat, gairebé un terç considera que és l'opció correcta; tanmateix, un 30% dels participants l'han deixat d'escollir, cal recordar que aquesta és l'opció majoritària del qüestionari CTTH preintervenció. La resta d'opcions són escollides de manera menor, només les trien 8 persones, l'opció del «Vibròmetre» la trien quatre, i les altres dues, la de l'audiòfon i d'altres, la trien 2 persones cadascuna.

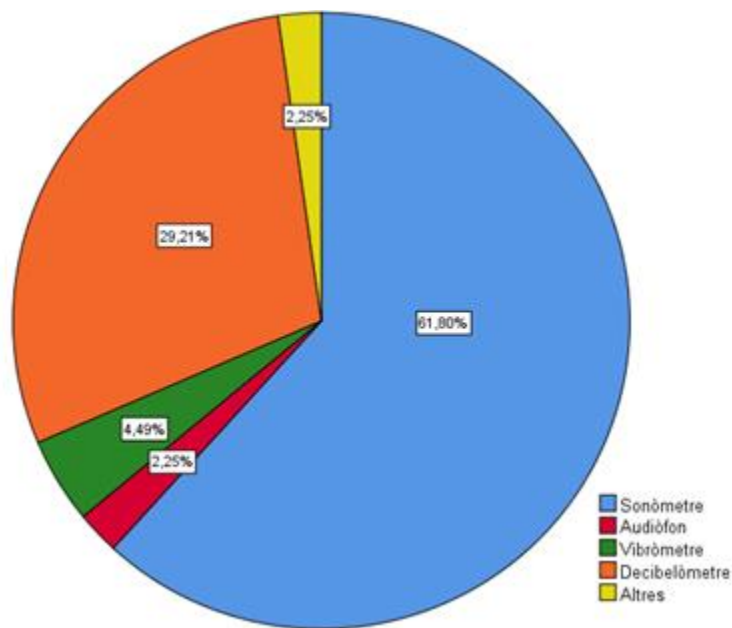


Figura 94. Diagrama de sectors del nom de l'aparell per mesurar la intensitat després de la intervenció de l'etapa 2

Finalment, en el cas de l'ús del sonòmetre, el percentatge que explica com fer-lo anar és el mateix que coneix com s'anomena, un 61,8%, hi ha 28 persones que no ho saben explicar, concretament un 31,46%, i un 6,74%, és a dir 6 persones que expressen clarament que no ho saben amb un «No ho sé».

### 15.4.4 Anàlisi i discussió bloc de condicionament acústic després de la intervenció de l'etapa 2

Primerament, només observant la moda de les respostes (taula 70); en verd s'indiquen els ítems encertats pels participants i es pot comprovar que saben gairebé tots els factors que determinen una audibilitat eficient en una aula, per tant, sembla que la mostra ha après a distingir-los.

Taula 70. Moda dels resultats observats sobre condicionament sonor de la mostra després de la intervenció de la segona etapa, en verd els ítems encertats pels participants

MODA		
Ho desconec	Facilita l'escolta	Dificulta l'escolta
	Que hi hagi cortines	Que hi hagi finestral
	Que en les parets hi hagi suro o fusta	Que en les parets hi hagi rajoles
	Que la paret sigui rugosa	Que la paret sigui llisa
	Que el sostre sigui baix	Que el sostre sigui alt
	Que el sostre sigui pla	Que el sostre tingui forma de cúpula
	Que l'aula estigui plena d'estudiants	Que l'aula estigui parcialment buida
	Que els materials de construcció siguin bons absorbents acústics	Que els materials de construcció siguin bons reflectors acústics
	Que els materials de construcció siguin bons transmissors acústics	

En detall, disminueix la tria de l'opció: «Ho desconec», i fins i tot, en alguns factors, com l'aforament i el sostre alt, desapareix, és a dir, ningú la tria, i en altres paràmetres és gairebé residual, com en el cas del tipus de materials o bé, el sostre baix.

Pel que fa a la forma i el revestiment de l'aula (figura 95), els resultats són gratificants, per bé que sembla que la mostra ha reafirmat la resposta correcta i, canviat, en alguns casos, la tendència de la resposta de la pregunta tancada i tricotòmica, cap a la correcta.

Els casos més significatius són el de les cortines, que passa del 47% a gairebé el 80%, en la tria que faciliten l'audibilitat en una aula, com també que hi hagi suro, que passa del 57% al 79%, o la paret rugosa que passa del 20% al 67%. El sostre baix també incrementa el nombre de respostes, que passa del 59,1% al 84,4%, així com la resta d'ítems referents a la forma i el revestiment que facilitat l'audibilitat.

Part IV: Resultats i discussió

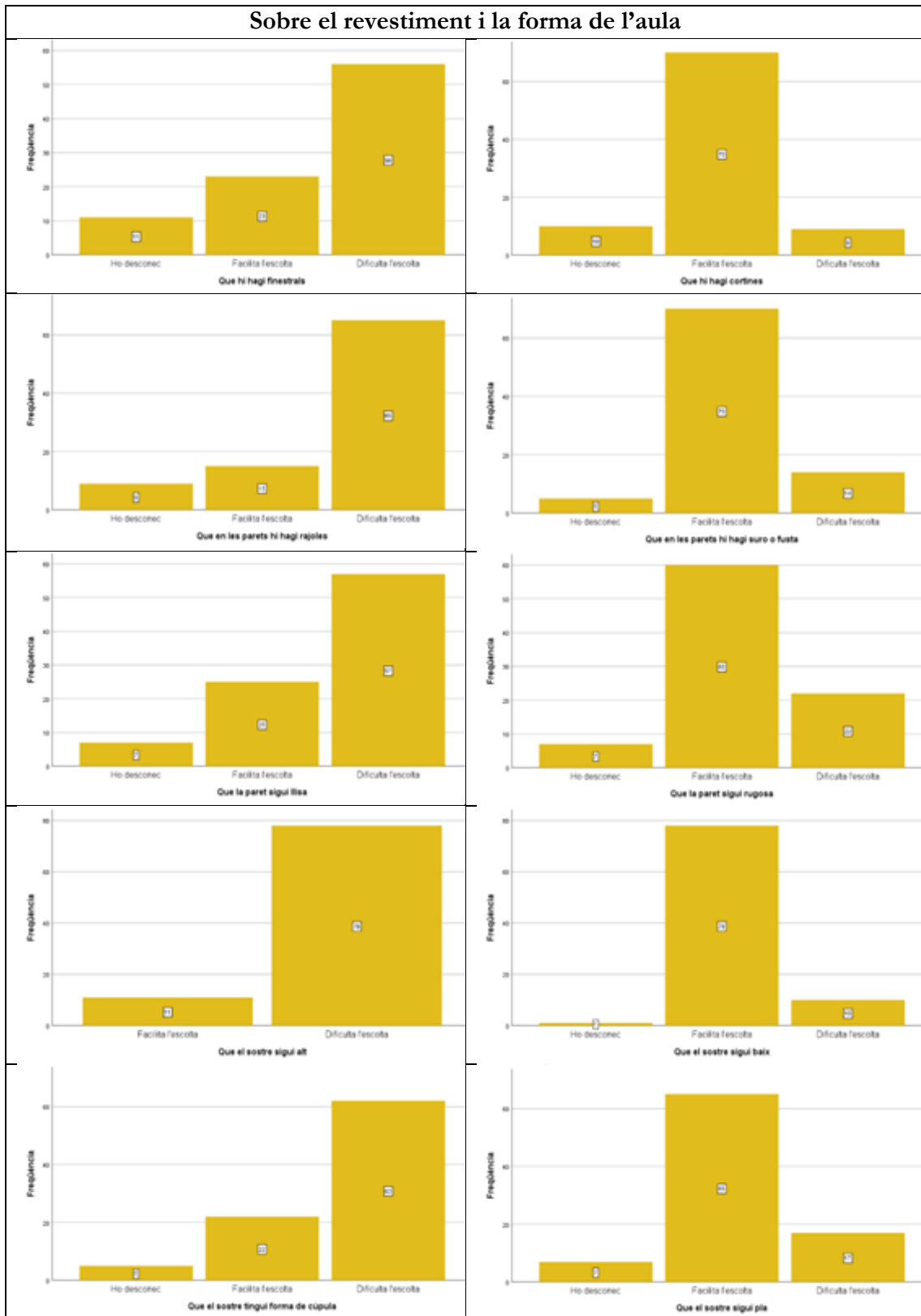


Figura 95. Diagrames de barres de freqüències de les respostes obtingudes pels participants després de la intervenció de l'etapa 2, referents al revestiment i la forma de l'aula

## Part IV: Resultats i discussió

Pel que fa a l'aforament (figura 96), es fa necessari que l'aula estigui plena d'estudiants perquè els mateixos estudiants formen part de la sonoritat, actuant com a trampes sonores i facilitant que el so es propagui per afavorir l'escolta a l'aula, sempre que no xerrin més del compte. En el qüestionari CTTH preintervenció les persones que pensaven que l'aula havia d'estar plena sols era d'un 10,8%, mentre que en el qüestionari CTTH postintervenció passa al 39,1%, fet que significa que és possible que els mateixos alumnes pensin amb un alumnat sorollós, és a dir, que pensin que si la classe està més plena, es dona més xivarri perquè es parla. No obstant això, la meitat de la mostra ha entès que els alumnes formen part de la sonoritat de l'aula perquè hi ha un 57,6% dels participants que pensen que si l'aula està parcialment buida, es fa difícil l'escolta, respecte al 14% que ho pensava en el qüestionari CTTH preintervenció.

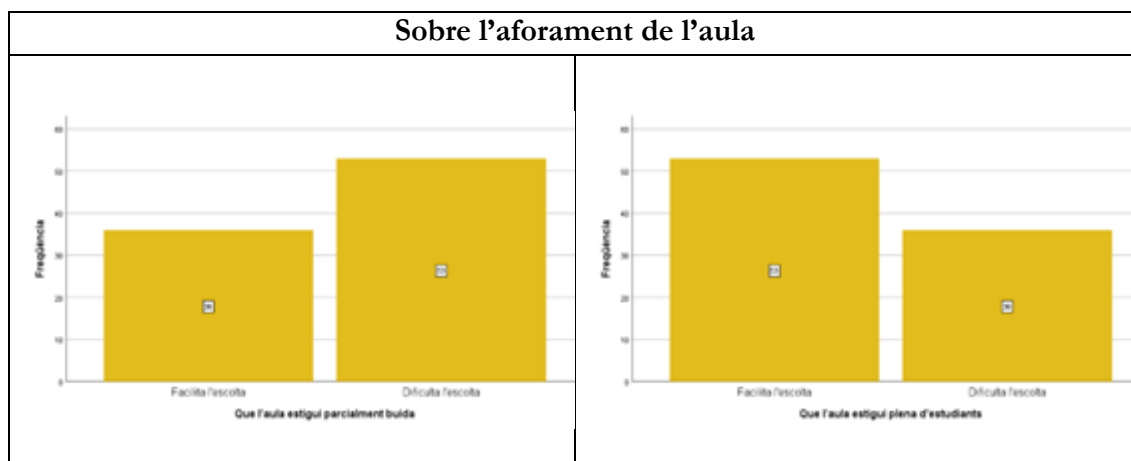


Figura 96. Diagrama de barres de freqüències de les respostes obtingudes pels participants després de la intervenció de l'etapa 2, referents a l'aforament de l'aula

Quant al tipus de materials (figura 97), en tots els casos hi ha mobilitat entre les respostes. Pels bons absorbents varia del 50,5%, en el qüestionari CTTH preintervenció, al 76,1%, en el qüestionari CTTH postintervenció, en l'opció que faciliten l'escolta. Mentre que es considera que dificulten l'escolta els bons reflectors i els transmissors, que tot i ser imprescindibles, cal evitar-los en excés per tal de minimitzar reverberacions en una aula. Els percentatges varien del 31,2%, en el qüestionari CTTH preintervenció, al 64,1%, en el qüestionari CTTH postintervenció, en l'opció que dificulten l'escolta. Així mateix, i per la mateixa opció, els percentatges dels transmissors varien del 10,8% al 45,7%. Val a dir que en aquesta opció, són més les persones que consideren que faciliten l'escolta, amb un 47,8%. És aquesta opció la més controvertida, cosa que es pot explicar

en els resultats obtinguts en els DECV, en els quals es fa més difícil fer experiències que necessitin diferents tipus de materials per exemplificar amb un disseny experimental el fenomen d'absorció, que té un índex de xarxa més baix.

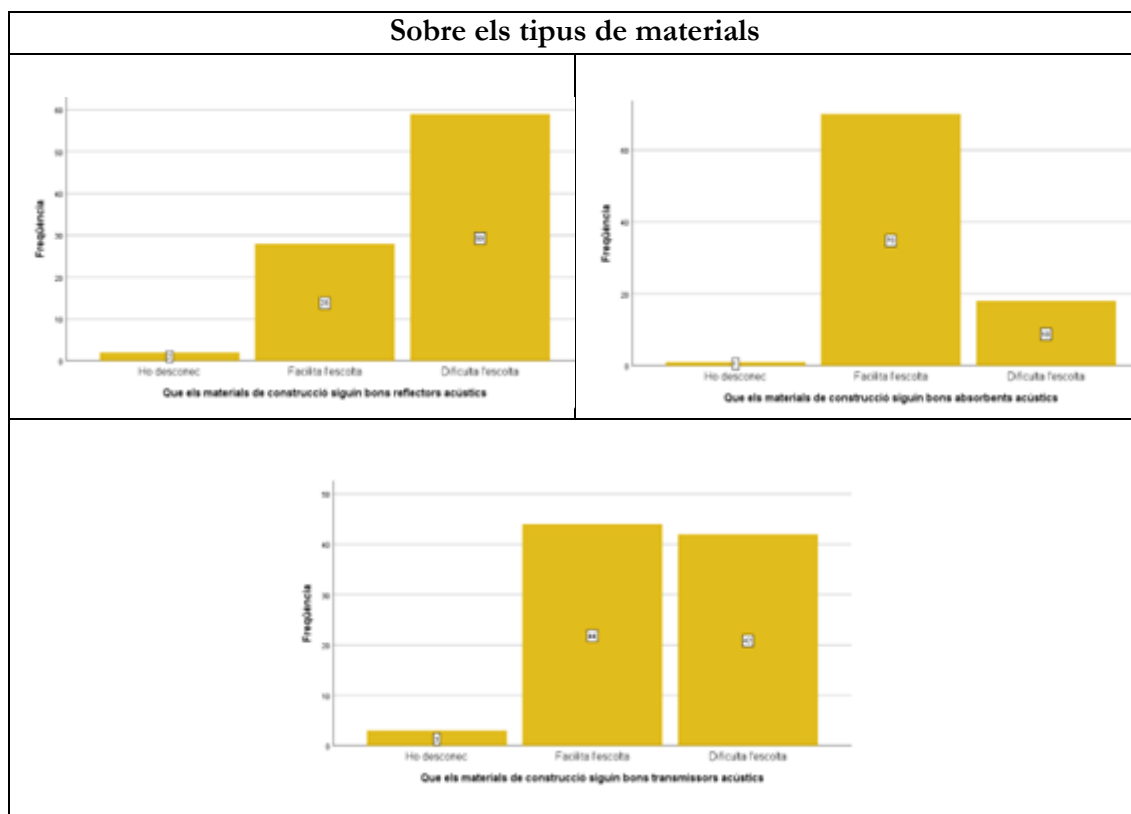


Figura 97. Diagrames de barres de freqüències de les respostes obtingudes pels participants abans de la intervenció de l'etapa 2, referents als tipus de materials

### 15.4.5 Anàlisi i discussió de la pregunta oberta del bloc condicionament acústic després de la intervenció de l'etapa 2

Novament, les categories utilitzades en aquesta etapa es mantenen, i són les mateixes que en el qüestionari CTHH preintervenció de la segona etapa, a excepció de la categoria: «No ho sé», que desapareix, ja que ningú utilitza aquest pretext i respon a la qüestió. Aquestes categories són:

- Resposta imprecisa o tautològica
- Resposta correcta
- Resposta incorrecta
- Barreja de respostes correctes i incorrectes

## Part IV: Resultats i discussió

De la primera, cal destacar que les respostes, en general, són més llargues i elaborades que en el qüestionari CTTH preintervenció, però continuen sense dir res. Algunes de les respostes imprecises del qüestionari CTTH preintervenció passen a ser respostes correctes en el qüestionari CTTH postintervenció, i d'altres de tautològiques en el qüestionari CTTH preintervenció es mouen en les altres categories en el qüestionari CTTH postintervenció. Però cal destacar les respostes que es mantenen en aquesta categoria, on s'observa com s'allarga la retòrica en el qüestionari CTTH postintervenció respecte al qüestionari CTTH preintervenció, però continuen sense donar cap informació precisa sobre com condicionar acústicament una aula. Per exemple en aquest cas:

«Un espai sense gaires obstacles» [Resposta en el qüestionari CTTH preintervenció]

«Seguint la taula anterior, que les parets i la decoració sigui l'adequada» [Resposta en el qüestionari CTTH postintervenció]

En aquest cas, quan parla de gaires obstacles no explica el perquè en el qüestionari CTTH preintervenció, i quan parla de la taula anterior es refereix a la pregunta tancada anterior, però no especifica quins són els ítems que faciliten l'escolta a dins d'una aula.

Pel que fa a les «Respostes correctes», aquestes són precises i ben elaborades, una de les més elaborades, i que ho toca tot és la següent:

«Demanaria que les parets estiguin fetes de materials insonoritzats; també considero que és rellevant que en les parets hi hagi suro o fusta i que aquesta sigui rugosa.

Seguidament, optaria per un terra de vinil heterogeni, ja que gràcies al material amb el qual està format, aconseguix un aïllament al soroll causat pels impactes a més de brindar-nos la possibilitat d'experimentar i crear sense oblidar-nos de la resistència i el confort. No obstant això, disposaríem d'una part de la classe amb una catifa, la qual no fa gens de soroll quan estem en ella.

Pel que fa a les finestres, ens decantaríem per un sistema de finestres de PVC gràcies al seu al nivell d'aïllament acústic i a la seva gran capacitat de transmissió de llum.

Finalment, penso que seria essencial que hi hagi cortines que deixin passar la llum del dia i altaveus amb qualitat suficient perquè es pugui sentir el so de manera nítida en tot l'espai.

Tanmateix, considero essencial que el sostre sigui baix i pla.»

#### Part IV: Resultats i discussió

Pel que fa a la categoria «Resposta incorrecta» només n'hi ha dues i una ve d'un «No ho sé» i l'altre d'una «Resposta tautològica» del qüestionari CTTH preintervenció, seguint aquest ordre són:

«Que tingui un sostre alt, si pot ser amb forma de cúpula, que sigui ample (hi hagi espai) i estigui feta de materials que siguin bons reflectors acústics.»

«Una habitació amb sostre de cúpula i prou espaiosa per a compensar la quantitat d'alumnes que hi hagi.»

Finalment, per la categoria «Barreja de respostes correctes i incorrectes», es dona una certa confusió, sobretot, amb els tipus de materials, i com a respostes representatives s'hi llegeixen aquestes:

«Materials amb bons transmissors acústics, sostre baix, aula petita.»

«Una aula on hi hagi finestrals però tampoc molts, que les parets i els materials de construcció siguin bons reflectors acústics perquè no se'n vagi el so i es quedi a l'aula i el sostre no sigui molt alt tampoc.»

«Demana una aula de mida no gaire gran (que des de l'altra punta es pogués sentir perfectament el que digués, tot i havent-hi soroll), amb el sostre no gaire alt i pla (ja que sinó les ones de so tenen més espai per on dispersar-se), per altra banda, demana que les parets fossin d'un material dur com ara rajola.»

En el qüestionari CTTH postintervenció, augmenta més del doble el percentatge de les respostes correctes si es comparen amb les del qüestionari CTTH preintervenció, i gairebé el 80% dels participants, és a dir, 70 persones responen correctament a la pregunta oberta sobre el disseny d'una aula acústicament confortable (figura 98), cosa que casa amb els resultats trobats en la pregunta tancada anterior, la qual fa referència a 15 afirmacions que poden facilitar l'escolta o no dins d'una aula (qüestió 5.21), i que els participants han valorat amb un ampli encert en la tria dels ítems que faciliten l'escolta.

Aquests resultats més acurats poden ser conseqüència de la pressa de consciència que tenen els participants després de fer l'experiència dels diferents paisatges sonors al Laboratori de Geologia i també per haver rebut la innovació. En aquell moment i presentant els mapes sonors, s'adonen de

la importància de la geometria de l'aula, ja que es visualitza la biga, i també de la importància de la tarima per projectar la veu del professorat quan parla dret.

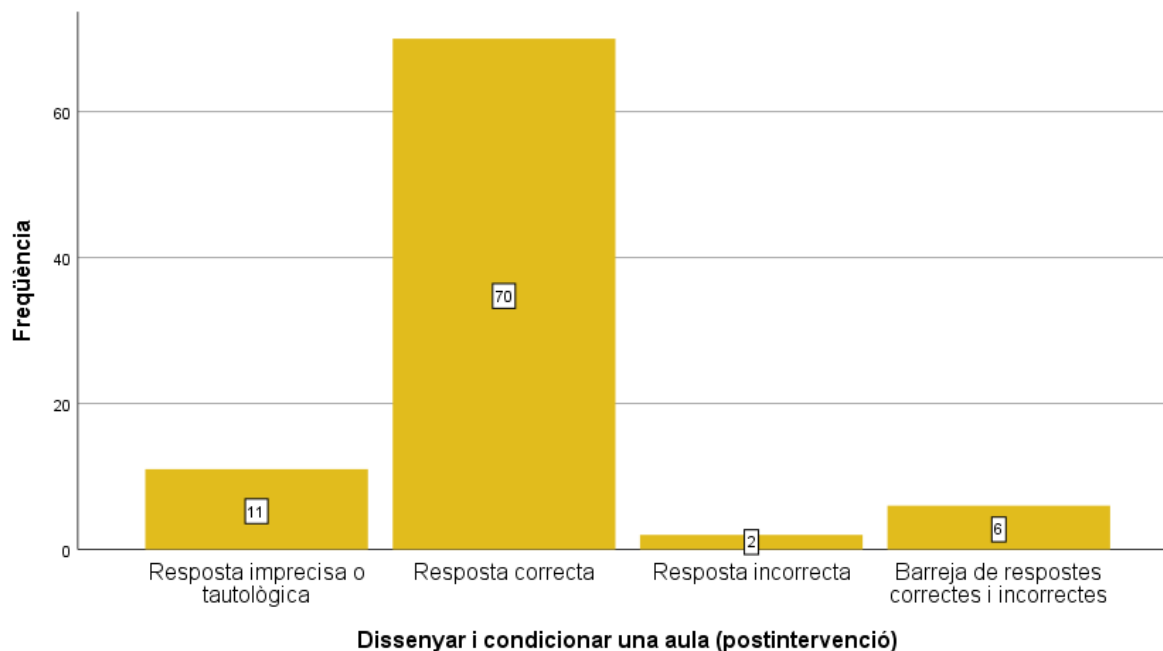


Figura 98 Diagrames de barres de freqüència sobre el tipus de respostes per: «Dissenyar i condicionar una aula», després de la intervenció de l'etapa 2

### 15.4.6 Anàlisi i discussió del bloc de la unitat didàctica després de la intervenció de l'etapa 2

Novament, i de la mateixa manera que en l'etapa 1 i en el qüestionari CTTH preintervenció d'aquesta etapa, l'anàlisi d'aquest bloc és merament descriptiu, i es demana valorar el grau d'importància que tenen per als participants diferents temàtiques relacionades amb el so en el disseny d'una unitat didàctica en les tres categories, esmentades en els altres dos qüestionaris. Amb valor 1: «Poc», amb valor 2: «Força» i amb valor 3: «Molt». Els ítems plantejats són els que es mostren en la taula 71 d'estadístics descriptius de tendència central: mitjana, mediana i moda.

En gairebé tots els casos la mitjana disminueix respecte al moment del qüestionari CTTH preintervenció, a excepció de la «Contaminació acústica», la «Revisió mèdica de les oïdes», però, tot i augmentar o disminuir, els valors són força similars i no fan canviar les unitats en cap dels casos,



## Part IV: Resultats i discussió

ni per dalt, ni per baix. La mediana i la moda també resten inalterades en totes les temàtiques, menys en el cas de la Formació artística, on passa de «Força» a «Poc».

Taula 71. Taula d'estadístics descriptius dels ítems per fer una UD sobre el so, després de la intervenció de l'etapa 2

		Definició: so, soroll i silenci	El so i la comunicació	Formació artística	Física ones sonores	Contaminació acústica	Revisió mèdica oïdes	Hàbits saludables
N	Vàlids	89	89	89	89	89	89	89
	Perduts	3	3	3	3	3	3	3
Mitjana		2,74	2,51	1,62	2,17	2,70	2,51	2,71
Mediana'		3,00	3,00	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00
Moda'		3	3	1	2	3	3	3
Desv. Desviació		,489	,567	,699	,678	,486	,624	,482

'Per a la mediana i la moda els valors equivalen al grau d'acord, sent, 1: «Poc», 2: «Força», 3: «Molt»

Més del 70% valora com a molt importants els ítems: *Hàbits saludables*, *Conscienciació de la contaminació acústica* i *Definició dels conceptes so, soroll i silenci*. Els valorats com a molt importants, per més de la meitat de la mostra i menys del 60%, són els relacionats amb les temàtiques: *Revisió mèdica de les oïdes* i *El so i la comunicació*. Mentre que, una altra vegada, els ítems que no són escollits com a molt importants per la mostra són els: *Coneixement físic de les ones sonores* i la *Formació artística*; els quals assoleixen el 32,58% i el 37,08%, respectivament.

Tot i que només hi ha una sola persona que considera que són «Poc» importants els ítems: *Hàbits saludables* i *Conscienciació de la contaminació acústica*; la gran majoria els considera fonamentals, i són els ítems més ben valorats per a tots els participants.

## 16 Anàlisi i discussió de resultats de la tercera etapa: Triangulació

Tal com s'ha citat en metodologia, la triangulació de les dades té un caràcter interpretatiu, per aquest motiu, les dades obtingudes de les produccions de l'alumnat durant la fase d'aplicació de la proposta didàctica s'interpreten mentre es fa l'anàlisi relacional entre el qüestionari CTTH preintervenció i el qüestionari CTTH postintervenció, tal com s'ha fet en la valoració de les respostes del qüestionari CTTH postintervenció. En la figura 99, explica com es fa la triangulació de les dades d'aquesta etapa: l'anàlisi interpretatiu de les produccions de l'alumnat i els mapes sonors, es contraposa amb l'anàlisi estadística d'inferència o relació, entre el qüestionari CTTH preintervenció i el qüestionari CTTH postintervenció. Dit en altres paraules, els resultats de l'estadística d'inferència són interpretats segons els resultats obtinguts de les produccions que ha fet l'alumnat. Altres resultats d'aquesta etapa els podeu consultar en l'annex 5 o en el llaç de memòria.

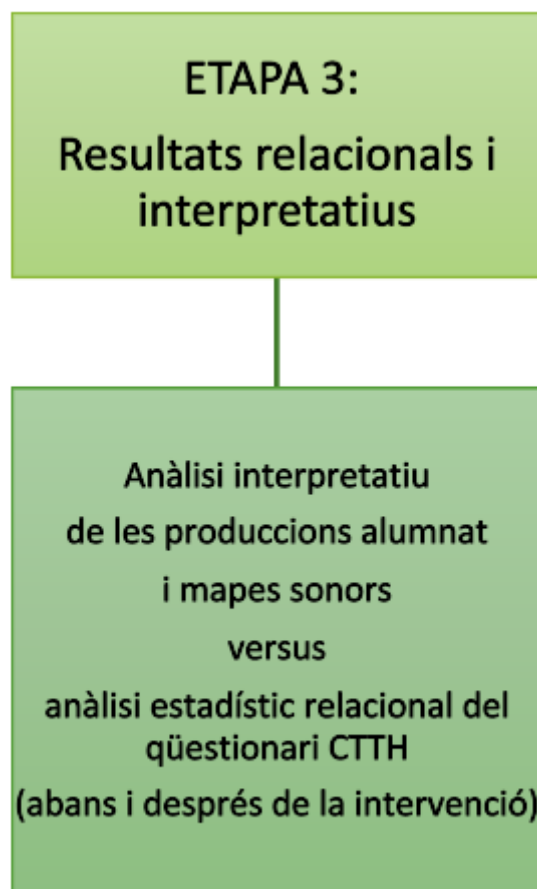


Figura 99. Detall de l'anàlisi de la tercera etapa

## 16.1 Anàlisi relacional: comparació del qüestionari CTTH pre i postintervenció

Les proves estadístiques comparatives que s'empren són la *McNemar*, en el cas que la variable sigui dicotòmica; mentre que si la variable és politòmica o n'hi ha més de dues mesures s'utilitza el test de *McNemar Bowker*. Ambdós tests serveixen per fer anàlisis observacionals, en els quals hi ha una resposta abans i després d'algun succés, en aquest cas: fer una innovació didàctica. Es detalla si hi ha canvis o no entre les respostes qüestionari CTTH pre i postintervenció. És a dir, el test verifica o no l'existència de canvis entre les respostes preintervenció i postintervenció.

### 16.1.1 Anàlisi relacional del bloc antecedents i hàbits

En aquest bloc es comparen 3 qüestions referents a antecedents i 7 d'hàbits. La majoria d'aquestes qüestions són dicotòmiques tancades i per a comparar-les es fa el test de *McNemar*. La hipòtesi nul·la ( $H_0$ ) i la hipòtesi alternativa ( $H_1$ ) són les següents:

$H_0$ : Els dos grups qüestionari de respostes del CTTH pre i postintervenció són iguals, els valors de les respostes no varien.

$H_1$ : Els dos grups qüestionari de respostes del CTTH pre i postintervenció són diferents, els valors de les respostes canvien.

El nivell de significança ha estat establert al 5%  $\rightarrow$  0.05. Per tant, si el nivell de significança ( $\text{sig}$ ) és menor que 0.05 ( $\text{sig} \leq 0.05$ ) es rebutja la hipòtesi nul·la,  $H_0$ , en cas contrari ( $\text{sig} > 0.05$ ) no es pot rebutjar la hipòtesi nul·la.

En el cas dels antecedents familiar amb problemes d'oïdes (qüestió 2.1), el valor de significança és 1 i, per tant, s'accepta la hipòtesi nul·la, això vol dir que els participants contesten de la mateixa manera a aquesta qüestió, cosa que és normal per la naturalesa de la pregunta, ja que es tracta d'un fet permanent que es pot veure modificat amb el pas del temps, però que amb 2 mesos és estrany que es doni aquest canvi, a tall d'exemple, si alguna persona té un parent sord, aquest continua sent sord al cap de 2 mesos.

## Part IV: Resultats i discussió

Pel que fa a la qüestió 2.2, el valor de significança és de 0,143; i per la qüestió 2.3, el valor de significança és de 0,029. Això vol dir que els participants que han tingut algun problema a les oïdes en els darrers 5 anys en el qüestionari CTTH preintervenció, el continuen tenint o l'han tingut en el qüestionari CTTH postintervenció. En canvi, pel que fa a les malalties que han patit, les respostes varien, i participants que aparentment gaudien de bona salut auditiva, una vegada han fet la innovació s'han adonat que les seves oïdes no eren tan sanes, i han reconegut haver patit vertígens, acúfens o otitis, principalment.

En el cas de les qüestions d'hàbits, se'ls hi demana si s'han fet alguna revisió en els darrers 5 anys (qüestió 3.6), i el valor de significança obtingut és de 0,629 i, per tant, s'accepta la hipòtesi nul·la, dit d'una altra manera les persones que s'han fet una revisió en els últims 5 anys continuen afirmant que se l'han fet després de la innovació i les que no s'han fet cap revisió segueixen sense fer-la.

La resta de qüestions d'hàbits fan referència que i amb quina freqüència estan sotmesos a intensitats sonores elevades i com tenen cura de les seves oïdes. Pel primer cas, hi ha diverses qüestions, la primera tracta l'ús d'auriculars per escoltar música (qüestió 3.1), el valor de significança és 0,727, per tant, la mostra continua sent igual després de la innovació didàctica i la proporció de mostra que utilitza auriculars es manté en el qüestionari CTTH postintervenció. Passa el mateix amb el nombre de persones que acostumen a anar a la discoteca o esdeveniments musicals (qüestió 3.4), on el valor de significança és de 0,092.

En la resta de qüestions que tenen més de dues opcions es fa el test de *McNemar-Bowker* que serveix per comprovar la simetria de la taula de contingència, és a dir, permet comprovar si les caselles situades simètricament respecte a la diagonal principal ocorren amb la mateixa probabilitat. De manera que la hipòtesi nul·la ( $H_0$ ) i la hipòtesi alternativa ( $H_1$ ) són les següents:

$H_0$ : Els canvis d'una categoria a una altra es produeixen en ambdues direccions amb igual probabilitat.

$H_1$ : Els canvis d'una categoria a una altra no es produeixen en ambdues direccions amb igual probabilitat.

En aquest test s'observa si hi ha canvis entre les respostes abans de la intervenció respecte a les respostes del qüestionari CTTH postintervenció, com en el cas del test de *McNemar*, però per respostes de més de dues opcions. Com en el test anterior, el nivell de significança ha estat establert

al 5% → 0.05. Per tant, si el nivell de significança és menor que 0.05 ( $\text{sig} \leq 0.05$ ) es rebutja la hipòtesi nul·la,  $H_0$ , en cas contrari ( $\text{sig} > 0.05$ ) no es pot rebutjar la hipòtesi nul·la.

Considerant el nou test d'inferència entre el qüestionari CTTH preintervenció i el qüestionari CTTH postintervenció, les qüestions que fan referència al tipus d'auricular (qüestió 3.2) i a les hores diàries que s'utilitzen (qüestió 3.3), s'obtenen els valors de significança de 0,578 i 0,183, respectivament, per tant, els valors són superiors al 0,05 i, per tant, no es pot rebutjar la hipòtesi nul·la, de manera que es donen fluctuacions entre les respostes, això pot ser degut a què filtren la seva resposta després de la innovació sent més sinceres o bé perquè intenten aconseguir la investigadora, tal com s'ha reflexionat anteriorment.

Mentre que es rebutja la hipòtesi nul·la per a les qüestions que fan referència a la freqüència amb la qual es va a la discoteca (qüestió 3.4), amb un valor de significança del 0,032; com també, per la qüestió sobre la cura de les oïdes (qüestió 3.7), amb un valor de significança de 0,004, i la qüestió oberta que explica com se les netegen (qüestió 3.8), amb un valor de significança de 0,006. És a dir, per aquestes qüestions s'accepta que els canvis d'una categoria a una altra no es produeixen en ambdues direccions amb igual probabilitat, certament en el cas de la neteja de les oïdes hi ha un retrocés en l'ús dels bastonets després de la innovació respecte el qüestionari CTTH preintervenció, i en el cas de la freqüència amb la qual se sol anar a la discoteca, resulta que quan es fa la prova és durant la pandèmia i, per tant els valors poden variar, tal com s'argumenta en els resultats del qüestionari CTTH postintervenció d'aquest bloc.

### 16.1.1.1 Anàlisi relacional de la pregunta oberta d'antecedents

En aquest punt es compara la qüestió oberta d'antecedents (qüestió 2.4) que diu així: «Has patit o produït algun problema o conflicte relacionat amb el so o el soroll al llarg de la teva vida? Com ara, soroll a l'hora d'anar a dormir i/o estudiar, treballar en un ambient sorollós, queixes dels veïns per la teva activitat, entre d'altres».

Per tal de comparar els resultats obtinguts entre les categories bàsiques descrites en el punt 14.2.1 es fa la taula de contingència (taula 72), i es fa el test de *McNemar-Bowker*, considerant les mateixes hipòtesis que en l'apartat anterior, i el resultat de significança és de 0,264, per tant, s'accepta la

## Part IV: Resultats i discussió

hipòtesi alternativa ( $H_1$ ), així doncs es dona simetria i, per tant, homogeneïtat marginal. Això significa que hi ha canvi entre el qüestionari CTTH preintervenció i la postintervenció.

Tal com s'apunta en l'anàlisi del qüestionari postintervenció de l'etapa 2, les opinions dels participants són canviants, tot i que hi ha una tendència central cap a l'afirmació de sentir-se receptors de soroll per culpa dels veïns que els destorben fent xivarri i no els deixen estudiar, confirmant, així, la manca d'empatia dels joves quan posen la música massa alta, tal com s'ha citat en la descripció estadística d'aquestes preguntes en els diferents qüestionaris de la investigació.

Taula 72. Taula de contingència de la tercera etapa que relaciona la pregunta oberta referent als conflictes sonors entre la preintervenció i la postintervenció

			Has patit o produït algun problema o conflicte relacionat amb el so o soroll al llarg de la teva vida? (Postintervenció)					Total
			Sí, sense concretar	No	Emissor de soroll	Receptor de soroll	Emissor i receptor de soroll	
Has patit o produït algun problema o conflicte relacionat amb el so o soroll al llarg de la teva vida? (Qüestionari i CTTH preintervenció)	Sí, sense concretar	Recompte	1	0	0	1	0	2
		% del total	1,1%	0,0%	0,0%	1,1%	0,0%	2,2%
	No	Recompte	0	23	1	12	0	36
		% del total	0,0%	25,8%	1,1%	13,5%	0,0%	40,4%
	Emissor de soroll	Recompte	1	2	1	1	0	5
		% del total	1,1%	2,2%	1,1%	1,1%	0,0%	5,6%
	Receptor de soroll	Recompte	0	5	4	34	1	44
		% del total	0,0%	5,6%	4,5%	38,2%	1,1%	49,4%
	Emissor i receptor de soroll	Recompte	0	1	1	0	0	2
		% del total	0,0%	1,1%	1,1%	0,0%	0,0%	2,2%
Total		Recompte	2	31	7	48	1	89
		% del total	2,2%	34,8%	7,9%	53,9%	1,1%	100%

Només hi ha 23 persones que mantenen la resposta que mai han patit cap conflicte relacionat amb el soroll, és a dir, un 25,8% de la mostra. Mentre que, gairebé el 40%, és a dir 34 persones se senten

receptores de soroll. La resta de categories tenen percentatges inferiors al 10%. Per tant, es pot afirmar que els estudiants que formen la mostra que tenen una mitjana d'edat d'uns 20 anys (20,24 anys en la preintervenció i 20,4 en la postintervenció), compleix la premisa que no són conscients de ser font de soroll, tal com afirmen diferents sociòlegs, i 4 de cada 10 se senten receptores de soroll, sobretot en els moments en els que volen estudiar o dormir, abans i després de fer la intervenció educativa. Per tot això, és demostra que els hàbits i els costums són persistents al canvi, i cal ensenyar-los quan són infants.

### 16.1.2 Anàlisi relacional del bloc coneixements

Per a comparar les respostes de la mostra entre el qüestionari CTTH preintervenció i la postintervenció es fan les proves relacionals pertinents, bàsicament la de *McNemar* per a les dicotòmiques i la de *McNemar-Bowker* per a les que tenen més de dues opcions.

En les qüestions definitòries del so i del soroll, hi ha absència significativa de simetria fent el test de *McNemar-Bowker*, això es pot comprovar amb la gràfica creuada de les respostes entre el qüestionari CTTH preintervenció i la postintervenció del so (figura 100) i del soroll (figura 101). En ambdues gràfiques la resposta majoritària és la definició biològica o física, cosa que és comprensible perquè en l'execució de la innovació s'han utilitzat aquestes definicions que permeten desmuntar la idea substancialitzadora que es té del so. Fent referència a aquest punt, es comprova que la idea errònia i la idea de no saber-ho explicar que es donen en el qüestionari CTTH preintervenció, desapareixen en la postintervenció, convertint-se, a més, en definicions físiques i biològiques després de la intervenció (figura 100).

Hi ha 40 persones que mantenen la resposta definitòria biològica o física, abans i després de la intervenció, però tal com s'ha explicat en la descripció dels resultats en la postintervenció, les respostes són més riques i més descriptives després de la intervenció educativa. I són moltes les persones que canvien la resposta abans de la intervenció cap a una definició més científica, de caire més físic o biològic, que són els aspectes que s'han tractat amb més detall durant la intervenció docent. Tal com mostra el diagrama de barres de la figura 100, abans de la intervenció hi ha 9 persones que fan una definició lingüística, 12 persones que ho defineixen des del punt de vista musical i 8 persones que fan una definició errònia, però totes elles ho canvien cap a una definició

## Part IV: Resultats i discussió

biològica o física. Per tant, el canvi és molt significatiu, més del 80% defineixen el so sota aquesta perspectiva més científica.

Cal dir que les 8 persones que fan una definició errònia del principi canvien cap a la definició científica, i les persones que fan una definició errònia després de la intervenció també en són 8 però venien de fer definicions científiques; això passa perquè algunes de les persones participants quan fan la definició s'emboliquen perquè ho han volgut escriure «tan científic» que s'han perdut amb el lèxic quan han fet les definicions; de tota manera, aquestes persones signifiquen el 8% del total de la mostra, que segurament, si refessin la definició i ho fessin amb les seves paraules definirien el so des d'un punt de vista físic o biològic.

En la definició del so, la segona definició més valorada és la musical, això és perquè, tal com s'ha explicat en l'anàlisi i discussió del moment de la postintervenció en la definició del so, quan es fa la innovació es fa referència a les qualitats del so. Per determinar el timbre s'incideix específicament en els instruments musicals i la veu humana.

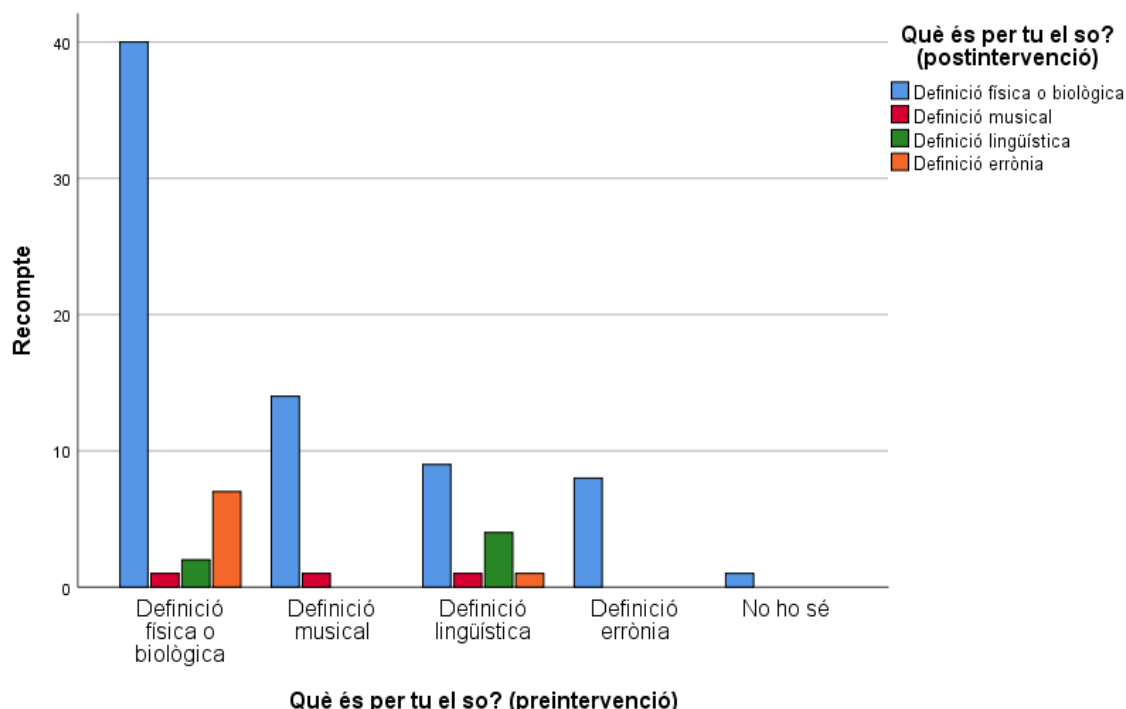


Figura 100. Diagrama de barres creuat entre les respostes obtingudes del qüestionari CTHH preintervenció vers les respostes en la postintervenció de l'etapa 2, per a la qüestió: «Què és per tu el so?»



## Part IV: Resultats i discussió

Tot i que la tendència va cap a la definició més científica en ambdós casos, en el cas del soroll, encara queden reductes de definicions errònies i contràries en la postintervenció, cosa que fa pensar que el soroll sigui més difícil de definir, ja que té un caràcter personal. Dit d'una altra manera, el soroll és subjectiu, i encara que generalment moltes persones puguin estar d'acord que el soroll d'una turbina o d'obres és molest, sempre hi ha alguna persona que no ho troba, i fins i tot el pot trobar agradable (figura 101). Per tant, és natural que la percepció dificulti l'expressió del tipus de definició, i al mateix temps, per voler fer «científica» la definició s'expressin de manera incorrecta.

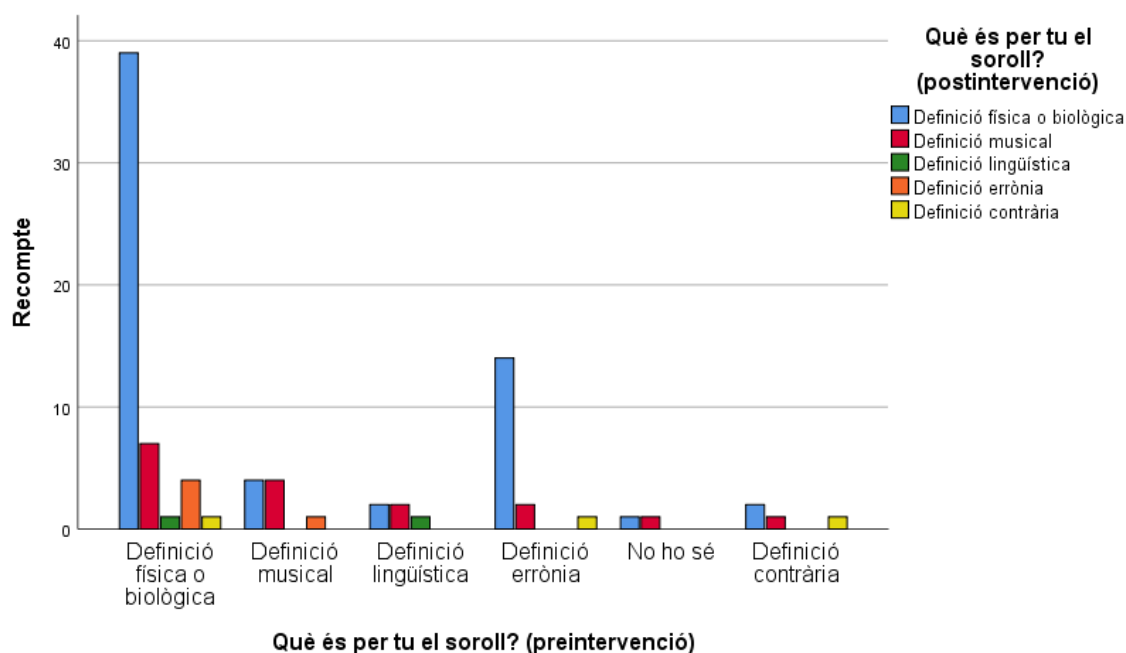


Figura 101: Diagrama de barres creuat entre les respostes obtingudes del qüestionari CTHH preintervenció vers les respostes en la postintervenció de l'etapa 2, per a la qüestió: «Què és per tu el soroll?»

Pels valors de decibels: d'aula, mínims i de discoteca, el valor de significació és de 0 i, per tant, es rebutja la hipòtesi nul·la i s'accepta l'alternativa, cosa que significa que els canvis que es donen en les respostes es donen en diferents direccions, i la tendència principal és cap al coneixement del nombre de decibels per a les 3 qüestions. Aquest fet corrobora que la instrucció de la temàtica sonora afavoreix saber-ne més i donar valors correctes, de la mateixa manera que a l'hora de fer definicions.

En el cas de la coneixença del sonòmetre i del seu ús, les proves ratifiquen el que s'ha expressat fins ara, ho han estudiat, ho han après i ho saben respondre.

Aquesta millora dels coneixements els pot donar eines per saber mesurar, conèixer els límits i mantenir un correcte paisatge sonor en el seu futur com a docents i per saber quan la seva capacitat auditiva pot patir danys.

### 16.1.3 Anàlisi relacional del bloc condicionament acústic

En la qüestió 5.2, hi ha 15 ítems diferents i es fa el test de *McNemar-Bowker* per a tots ells. Es dona un primer cas, en el qual els valors de significança obtinguts són de 0 pels ítems següents: «Que hi hagi cortines», «Que en les parets hi hagi suro o fusta», «Que en les parets hi hagi rajoles», «Que la paret sigui llisa», «Que la paret sigui rugosa», «Que els materials de construcció siguin bons absorbents acústics» i «Que els materials de construcció siguin bons transmissors acústics». Això significa que per aquests ítems s'accepta que les respostes canvien del qüestionari CTTH preintervenció al postintervenció, i que l'error per acceptar la hipòtesi alternativa de l'investigador, el valor de significança és menor al 5%.

El segon cas que es repeteix en els ítems «Que el sostre sigui baix» i «Que el sostre sigui pla», és que els valors de significança també són menors al 0,05; concretament del 0,002 i 0,004, respectivament; cosa que també significa que hi ha un canvi entre les respostes del qüestionari CTTH preintervenció amb les de la postintervenció. Això també passa per l'ítem: «Que els materials de construcció siguin bons reflectors acústics», amb un valor de significança de 0,004.

En el tercer cas, el valor de significança és superior al 5%, concretament del 0,514 per l'ítem «Que hi hagi finestres» i, per tant, s'accepta la hipòtesi nul·la, és a dir que els canvis d'una categoria a una altra es donen en totes direccions. Aquest fet s'explica amb més detall en la resposta oberta en el disseny d'una aula (qüestió 5.2), on les finestres són considerades essencials en una classe perquè proporcionen llum natural i no són considerades com una zona on es pot donar contaminació acústica, ja que ho solucionen insonoritzant-les, posant-hi un doble vidre.

I finalment, es dona un quart cas, en el qual la resta d'ítems: «Que el sostre sigui alt», «Que el sostre tingui forma de cúpula», «Que l'aula estigui plena d'estudiants» i «Que l'aula estigui parcialment buida», no obtenen cap valor de significança i s'assenyala sota la taula de contingència que: «Només s'ha calculat per a una taula P x P, on P ha de ser major que 1.», això vol dir que una de les opcions desapareix o gairebé desapareix, i és la categoria «Ho desconec» en tots els casos, i el test no es pot

fer, tot i que hi ha mobilitat en les respostes, aquestes poden mantenir-se en la mateixa categoria i poden ser certes o falses. Cal constatar que aquests ítems són els més persistents al canvi., tal com s'analitza i s'explica en el qüestionari de la postintervenció.

### 16.1.3.1 Anàlisi relacional de la pregunta oberta del bloc condicionament acústic

Per a la qüestió del disseny de l'aula (qüestió 5.2), el gràfic resultat de creuar les dades del qüestionari CTTH preintervenció amb les de la postintervenció, mostra com totes les categories de resposta del qüestionari CTTH preintervenció canvien majoritàriament cap a la resposta correcta (figura 102). Malgrat que el canvi és evident, i l'opció «No ho sé» desapareix en el postintervenció, l'anàlisi d'inferència entre aquests dos moments de la investigació no es fa viable, ja que fent la prova de *McNemar-Bowker* no s'obté cap valor de significança perquè hi ha valors nuls en la diagonal. És a dir, els canvis de simetria respecte a la diagonal no es poden mesurar perquè hi ha zeros i perquè, a més, una de les categories: «Resposta correcta», assoleix el 80%, cosa que significa que és impossible establir homogeneïtat marginal.

En la figura 102, hi ha 28 persones que mantenen la resposta correcta a l'hora de fer la descriptiva de l'aula ideal, tot i que, tal com passa amb el cas de les definicions sonores i en la resta de qüestions obertes, la descriptiva del condicionament acústic de les aules és més ric i concís durant la postintervenció, tal com s'ha explicat en l'anàlisi i discussió de la postintervenció (apartat 15.8.1). Però, a més, 27 persones que havien respost tautològicament, 5 persones de manera incorrecta, 6 persones de manera confusa (amb barreja de respostes) i 4 persones que no ho sabien respondre, passen a fer una descripció correcta de com ha de ser una aula perquè acústicament faciliti l'escolta a l'hora de fer classe. Això vol dir que 70 persones de 89 fan un veritable canvi conceptual sobre el disseny d'una aula acústicament favorable.

En aquest cas, la presa de dades de percepció que es dona com activitat d'aula durant la innovació és significativa, ja que molts d'ells citen la biga del Laboratori de Geologia i fan referència a la grandària i la geometria.

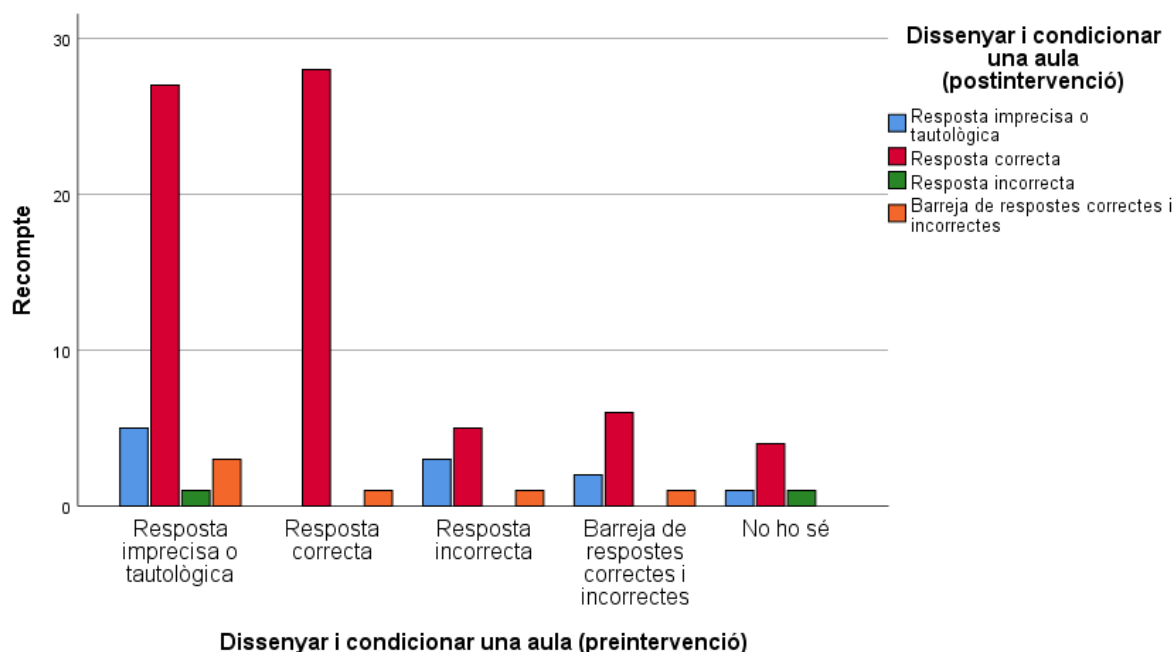


Figura 102. Diagrama de barres creuat entre les respostes obtingudes del qüestionari CITH preintervenció vers les respostes en la postintervenció de l'etapa 2, en el disseny i condicionament d'una aula

### 16.1.4 Anàlisi relacional del bloc de la unitat didàctica

En aquest darrer bloc, hi ha la qüestió 6.1, referent a les temàtiques des d'on es pot estudiar la temàtica sonora tenint en compte alguns dels ítems que surten en el currículum del 2015 i, s'observa que fent la prova de *McNemar-Bowker* (taula 73), en 6 dels 7 ítems el valor de significança és superior al 0,005 i, per tant, es pot dir que els canvis en la tria dels ítems es fa en totes direccions i s'accepta la hipòtesi nul·la, hi ha simetria en els canvis i, per tant, homogeneïtat marginal. Això significa que en els 6 ítems, en totes les cel·les hi ha valors i per tant es pot fer una anàlisi de freqüències i percentatges, dit en altres paraules, apareixen els ítems extrems «poc», «força», i «molt». Sent la categoria «molt» la més valorada pels participants, en 5 de les 7 categories, menys en l'ítem referent a la «Formació artística» en el qual hi ha més del 50% dels participants que opinen en la postintervenció que és «poc» rellevant; i l'ítem referent al «Coneixement físic de les ones», que té un percentatge del 51,7% en la categoria «força».

## Part IV: Resultats i discussió

Taula 73. Valors de la prova de *McNemar-Bowker* pels diferents ítems valorats en el disseny d'una unitat didàctica

Proves de chi-quadrat			
Prova de <i>McNemar-Bowker</i>	Valor	df	Significació asimptòtica (bilateral)
Definició dels conceptes so, soroll i silenci	1,420	2	,492
Formació artística	6,073	3	,108
Coneixement físic de les ones sonores	3,029	3	,387
Conscienciació de la contaminació acústica	2,914	3	,405
Revisió mèdica de les oïdes	2,524	3	,471
Hàbits saludables	3,391	3	,335
N de casos vàlids	89		

En l'única categoria que no es dona aquest factor d'homogeneïtat marginal és en la de «El so i la comunicació», en la que apareix que només s'ha calculat per a una taula P x P, on P ha de ser major que 1. Això vol dir, que només hi ha les respostes «força» o «molt», i novament la que aconseguix un major percentatge és la categoria «molt».

Els ítems més ben valorats per part dels participants després de la intervenció educativa són els que fan referència a la definició de so i silenci amb un 76,4%, als d'hàbits amb un 71,9% i el de contaminació acústica un 70,8% respectivament. Aquests percentatges no són casuals, són el resultat de la instrucció de la innovació didàctica. El primer de caire definitori es dona quan s'explica com és el fenomen sonor, i els futurs mestres capten l'essència definitiva i no l'explicació física, tot i que utilitzin aquest coneixement per definir el so. Per altra banda, l'ítem dels hàbits com a molt important en la confecció d'una seqüència didàctica, respon al test auditiu que fan durant la seqüència didàctica, on molts d'ells s'adonen que han patit una pèrdua auditiva impròpia per la seva edat. I finalment, l'ítem que fa referència a la contaminació acústica és probable que sorgeixi de l'experiència auditiva que han experimentat en la pressa de dades per fer els mapes sonors en diferents situacions en el Laboratori de Geologia.

## Idees clau de la PART IV

Les dades obtingudes en la primera etapa, (175 participants) a partir de l'anàlisi del qüestionari CTTH posen de manifest que tots els participants poden estar sotmesos a sons elevats, que tenen consciència en la seva salut auditiva; però, no obstant això, més del 60% utilitza bastonets per netejar-se les oïdes. A més, tampoc tenen coneixements físics ni tècnics que facin referència a les definicions sonores i resta d'implicacions.

Cal modificar el qüestionari inicial per assolir una visió més fidedigna de la resposta dels participants que fan la innovació didàctica, durant l'etapa 2. Per això algunes respostes tancades passen a ser obertes i, totes són obligatòries per suprimir les respostes en blanc. Les dades aconseguides abans de la intervenció (89 participants) són similars a les de la primera etapa, sent superiors els percentatges referits als mals hàbits auditius i l'exposició a alts decibels, tant perquè utilitzen més hores auriculars o bé van a esdeveniments musicals. Hi ha més encert a l'hora de definir el so i el soroll, tot i que el llenguatge és planer i escarit; cosa que passa en la majoria de respostes obertes. Tenen major coneixement a l'hora de condicionar acústicament una aula que els participants de l'etapa 1, fet que podria explicar-se perquè han fet cerques a internet: Malgrat això, no tenen els coneixements suficients, erren sobretot en els aspectes de condicionament sonor referents a l'aforament i els tipus de materials de construcció que s'ha d'emprar.

En la innovació s'han de fer diferents activitats d'aplicació que afavoreixen l'alfabetització científica i donen produccions que s'analitzen mitjançant xarxes sistèmiques. Els dissenys experimentals amb control de variables (DECV) afavoreixen l'entesa del so com una ona mecànica, i faciliten el canvi conceptual de la visió de substància del so que poden tenir; es veuen diferències en funció del tipus de DECV, sent més fàcils de representar els que tracten experiències viscudes. Els mapes conceptuals fomenten estructurar els coneixements, classificant-los i ordenant-los; fet que afavoreix que la redacció de les preguntes obertes després de la intervenció s'ampliï i millori. Els mapes sonors afavoreixen la consciència sonora dels participants, i els ajuden a definir el condicionament d'una aula. Dels ODS s'obtenen més produccions de les esperades, i són les activitats amb major índex de xarxa.

En la postintervenció hi ha fluctuacions en les respostes que determinen un canvi conceptual en la temàtica del so, cosa que es veu tant descriptivament en la seva anàlisi estadística com en l'anàlisi relacional mitjançant els tests de *McNemar* i *McNemar-Bowker*.

## Part V: Conclusions, limitacions i futures línies d'investigació

Amb les conclusions sembla que s'acaba tot, però ans al contrari, es dona el moment de reflexió per adonar-se de les principals limitacions d'aquesta recerca i de tota la tasca que es podria fer i que es continuarà sens dubte en futures d'investigacions.

## 17 Conclusions

Per conèixer el grau d'assoliment de l'objectiu principal, primerament cal desgranar com s'han desenvolupat la resta d'objectius específics al llarg de les etapes d'investigació, amb les seves preguntes d'investigació. Per això, es tracten un a un tots els objectius seguint cronològicament les etapes de l'estudi.

### 17.1 Conclusions de la primera etapa

Durant la primera etapa, el primer objectiu 1 era: **Anализar el tipus de coneixements teòrics, tècnics i actitudinals respecte la temàtica sonora dels estudiants del Graus de Mestre.** D'aquí la pregunta d'investigació que era: «Què en saben els futurs mestres sobre la temàtica sonora i les seves implicacions?»; i tenint en compte els resultats obtinguts en el qüestionari CTTH durant la primera etapa, se n'extreuen tres conclusions fonamentals.

Per l'objectiu específic 1.1, es pot afirmar que els futurs mestres tenen molt pocs coneixements sobre aquesta temàtica, tot i que la gran majoria l'han tractat durant algun moment de la seva vida acadèmica. Per l'objectiu específic 1.2, pel que fa als coneixements tècnics necessaris per condicionar una aula, els futurs docents no els basen en coneixements reals sinó en la seva experiència personal, de manera que barregen el condicionament acústic amb l'organització d'aula i la seva confortabilitat. Sovint saben que el revestiment de l'aula actua sobre l'acústica, però no saben en quin sentit i freqüentment utilitzen termes equivocats, així mateix, l'aforament, la geometria de l'aula i els tipus de materials són els ítems que més els hi costa relacionar per propiciar un condicionament sonor favorable a l'escolta. I finalment, per l'objectiu específic 1.3, pel que fa als seus hàbits saludables, cal constatar que tota la mostra està exposada a fonts sonores elevades i potencialment perilloses per a la seva salut. En general, no saben tenir cura de les seves oïdes ni en aspectes ambientals ni des del punt de vista de la higiene personal (ús dels bastonets), no obstant això tenen força consciència sobre la seva salut auditiva. Cal afegir que, gairebé la majoria se sent receptor de soroll, i no emissor, malgrat que en la franja d'edat dels estudiants els comportaments sorollosos siguin més freqüents.

En resum, es pot concloure que els coneixements teòrics i tècnics són mínims, i que no tenen cura de les seves oïdes, tant pel que fa a la higiene com en l'exposició d'intensitats sonores elevades.



## 17.2 Conclusions de la segona etapa

En la segona etapa, l'objectiu 2 era: **Elaborar, implementar i avaluar eines per afavorir l'alfabetització científica i la sostenibilitat relativa a la temàtica sonora.** D'aquí la pregunta d'investigació: «Com pot contribuir una proposta didàctica en el canvi dels models mentals de l'alumnat sobre els aspectes sonors?» Per respondre-la s'han fet varies accions, per complir els diferents objectius específics, els quals es presenten, també, de manera longitudinal.

Per l'objectiu específic 2.1 - Elaborar i implementar una proposta didàctica-; es conclou que:

S'ha elaborat i implementat una proposta didàctica innovadora amb la finalitat de millorar els coneixements teòrics sobre el tema, ja que els coneixement teòrics i tècnics dels estudiants de la mostra eren escassos i superficials i també per promoure la conscienciació de l'alumnat sobre les afectacions que pot produir la contaminació acústica. Per això, durant la innovació se'ls ensenya a mesurar la seva capacitat auditiva i a comparar-la amb el que els correspondria per edat i s'introdueix la pràctica de mesura dels decibels per fer mapes sonors per tal de conscienciar-los empíricament en com els hi pot afectar l'excés de decibels i, a més, se'ls hi demanen diferents produccions una vegada han rebut la instrucció: dissenys experimentals amb control de variables, relacionats amb els ODS, i mapes conceptuals. Els resultats indiquen que amb la innovació s'afavoreix l'alfabetització científica dels estudiants i la sostenibilització del currículum sobre la temàtica sonora.

Per l'objectiu específic 2.2 -Cartografiar i identificar el paisatge sonor en determinades circumstàncies del Laboratori de Geologia-; es conclou que:

S'aconsegueix que l'alumnat descobreixi com fer mesures del so mitjançant aplicacions del seu propi telèfon mòbil i, a partir de la seva experiència i dels mapes sonors que s'han elaborat, conscienciar-los sobre la importància que té la geometria de l'aula (finestres, bigues, etcètera) , que la posició i postura del professorat a l'hora de parlar a classe és fonamental per l'escolta i la comprensió del discurs (dret, assegut, d'esquena, escrivint a la pissarra), i que també ho són les condicions internes de l'aula (tarima, portes obertes) i les externes (soroll d'exposicions sonores) que experimenten durant les mesures d'intensitats que realitzen. A més experimenten directament a partir de quina intensitat els paisatges sonors són molestos (70-80 decibels) i que els canvis sonors sobtats poden provocar alteracions com la falta de concentració.

Per l'objectiu específic 2.3 - Valorar les produccions de l'alumnat proposades en la innovació didàctica aplicada per contrastar el grau d'alfabetització científica i de formació per la sostenibilitat; es conclou que:

Aquestes produccions analitzades qualitativament mitjançant xarxes sistèmiques han determinat que la forma i el concepte no sempre estan lligats.

Pel que fa a les relacions entre procediment i conceptes, en els DECV els índex de xarxa procedimentals obtenen un valor més alt que els conceptuals, és a dir, saber fer un procediment no vol dir comprendre'l, tot i seguir el quadre del DECV sovint no resolen la problemàtica sobre el so que se'ls hi planteja. La que obté menor índex de xarxa és la que fa referència a fenòmens relacionats amb el condicionament acústic, com la absorció, o d'altres que es poden relacionar amb la idea de substància com és l'atenuació: sembla que el so s'entén inicialment com una cosa que és fa cada vegada més petita, més com una partícula i que no pas com una ona mecànica.

Per altra banda, els DECV els han relacionat bé amb diferents ODS on s'han obtingut els índexs de xarxa amb els valors més alts i a més, hi ha hagut més respostes de les esperades, aquest fet posa de manifest la importància que pels alumnes tenen els ODS i la facilitat en la seva comprensió i aplicació.

Per tot això, és pot concloure que els futurs mestres són capaços de relacionar i interpretar bé els conceptes teòrics, però que necessiten més pràctiques en els DECV per relacionar el procediment amb el contingut. Com també, que l'aplicació de la sostenibilitat mitjançant els ODS és excel·lent segons els índexs de xarxa obtinguts.

### 17.3 Conclusions de la tercera etapa

En la tercera etapa, l'objectiu 3 era: **Avaluar la validesa de la proposta didàctica per provocar el canvi conceptual dels futurs mestres.** D'aquí la pregunta d'investigació: «Amb la implementació d'una innovació didàctica es propicien els coneixement i les bones pràctiques per afavorir un paisatge sonor adequat a dins de l'aula?»; i considerant l'objectiu específic 3.1: Descriure i interpretar els resultats obtinguts del qüestionari CITH abans i després de la intervenció, tenint en compte la resta d'instruments d'anàlisi, triangulant els resultats; s'extreuen les següents conclusions:

## Part V: Conclusions, limitacions i futures línies d'investigació

Globalment es pot concloure que hi ha una notable variació entre les respostes del qüestionari CTTH preintervenció i postintervenció en tots els blocs dels qüestionari menys en el d'antecedents i hàbits.

En quant a hàbits, es conclou que la mostra està exposada a nivells sonors elevats produïts pels dos factors que es presenten: auriculars i discoteques, ja que les respostes es mantenen abans i després de la innovació, sent en el qüestionari CTTH postintervenció més rellevants en l'ús d'auriculars, on majoritàriament afirmen fer-ne un ús més abusiu, és a dir, de més hores d'exposició. Quant a la discoteca, les respostes són esbiaixades perquè encara es donen restriccions sanitàries per causa de la Covid-19. La pandèmia també afecta de manera indirecta en els resultats postintervenció relatius a l'estat de salut de les oïdes.

En referència al fet de ser receptor o productor de soroll, la meitat de la mostra sembla no haver patit cap problema sonor abans de la intervenció i, l'altra meitat se sent receptora de soroll, aquesta dada augmenta lleugerament després de la intervenció, però manté percentatges similars. Per tant, el sentiment de ser receptor de soroll és més intens i arrelat que el de ser-ne productor, hi ha poca mobilitat en els canvis de resposta malgrat millorar la instrucció i es ratifica que, tal com indiquen diversos estudis, els joves són poc empàtics vers els altres en les qüestions sonores.

Si es considera la correcció dels conceptes treballats, entre el qüestionari preintervenció i postintervenció hi ha un canvi substancial que la instrucció ha afavorit; ja que les respostes que donen en el qüestionari CTTH postintervenció són molt més elaborades i properes al model de ciència relacionat amb la temàtica sonora, per tant, hi ha una alfabetització científica notable en tots els temes excepte en el punt relacionat amb el condicionament acústic i els tipus de materials, que continuen resultant els més complicats d'identificar i en el que la millora és menor.

A l'hora de fer una seqüència didàctica per part dels futurs mestres en el futur, els ítems més ben valorats en el qüestionari postintervenció són el d'hàbits i el de conscienciació de la contaminació acústica; això fa pensar que malgrat no es doni un canvi substancial en les respostes del bloc d'hàbits abans i després de la intervenció educativa, la mostra prendria consciència en el fet que ha de deixar de fer ús dels bastonets, que llargues exposicions a sons intensos no són bones per la seva salut auditiva i que és emissora de soroll malgrat que se sent només receptora. Dit en altres paraules, malgrat que els canvis en els hàbits són difícils de produir en 2-3 mesos (entre els qüestionaris preintervenció i el postintervenció) els estudiants analitzats els hi donen més importància en una

possible seqüenciació didàctica futura el que indicaria que hi ha disposició a canviar els costums en el futur o, com a mínim, a fer-ho amb els seu futur alumnat.

## 17.4 Conclusions finals

Resumint tot el que s'ha exposat i tenint en compte l'objectiu principal de la tesi: «Caracteritzar els coneixements sonors dels futurs mestres per a propiciar-ne l'alfabetització científica d'aquesta temàtica i fer-ho de manera sostenible utilitzant els ODS, per tal de propiciar un adequat paisatge sonor a les aules», es pot concloure que:

1. Hi ha un canvi conceptual significatiu després de rebre la innovació didàctica, tot i que en el temps analitzat no es produeix un canvi similar en els hàbits i els mals costums.
2. Cal una instrucció formal per tal afavorir l'alfabetització científica dels futurs docent capacitar-los en el raonament crític i fer-los conscients de la dificultat de l'ensenyament de conceptes poc o gens intuïtius com és el funcionament del so.
3. Les activitats d'aplicació d'una seqüència didàctica ajuden a canviar i refermar els coneixements científics, però hi ha activitats que necessiten més pràctica que d'altres, com els dissenys experimentals amb control de variables que podrien ajudar a fer i pensar en clau de ciències als futurs docents.
4. El fet que l'alumnat confeccioni mapes sonors, prenent dades quantitatives i qualitatives, afavoreix la conscienciació sobre els problemes que ocasiona la contaminació acústica i afavoreix la comprensió sobre els factors que pot millorar en la seva futura tasca docent.
5. Els futurs mestres integren amb correcció i facilitat la sostenibilitat amb l'ajuda dels ODS el que resulta fonamental per la sostenibilització dels currículums i és una bona manera d'apropar les ciències als futurs docents i relacionar la seva tasca amb la societat mitjançant la sostenibilitat.

## 18 Limitacions

La principal limitació d'aquesta recerca és el número de mostra que hi ha hagut durant la segona etapa, que va ser menor de l'esperada, ja que la intervenció s'havia d'iniciar durant el curs 2020-2021, però aquell curs les classes es van haver de fer telemàticament en comptes de presencialment, i aquest aspecte resultava imprescindible per fer la intervenció, per la naturalesa de la tesi que consisteix en el tractament del so a l'aula.

Això implica que l'anàlisi comparatiu del qüestionari CTTH entre la pre i postintervenció educativa s'ha realitzat durant un període curt, d'entre 2 a 3 mesos, i caldria conèixer si el canvi conceptual es manté en el temps, per tant, caldria passar el qüestionari CTTH al cap d'un període més llarg; per tal de conèixer si els coneixements teòrics i tècnics que s'han assolit és mantenen i persisteixen. Valorar si allargant el temps es donen més canvis en els seus hàbits: disminuint les hores d'escolta a alts decibels i/o netejant-se adequadament les oïdes, per exemple, aconseguint, d'aquesta manera, una millora en les condicions de la seva salut auditiva.

Per altra banda, caldria fer més dissenys experimentals amb control de variables, així com també, demanar les tasques de manera individual, per comprovar que la pràctica i la instrucció de les ciències facilita l'alfabetització científica augmentant el grau d'expertesa dels participants. En la mateixa línia, caldria fer mapes conceptuals sense acordar les paraules que cal utilitzar i aplicar els ODS en altres tasques d'aplicació. Tot això per analitzar i valorar les produccions de l'alumnat, i veure com influeixen en les respostes del qüestionari CTTH, després de la intervenció. Per fer tot això, caldria dedicar més temps en l'execució de la innovació docent.

## 19 Futures línies de futur

Tal com s'intueix en les limitacions, cal temps, temps per fer i refermar els coneixements científics per anar cap a una alfabetització científica efectiva. Pel que fa a la docència, cal ampliar la mostra, ja que tal com s'ha dit, és més petita de què s'esperava. Malgrat aquest fet, s'ha constatat que els instruments utilitzats en la innovació han tingut una vital importància en l'obtenció de resultats d'aquesta tesi, per això, cal continuar apostant en la incorporació d'activitats científiques en les diferents seqüències didàctiques, i fer que la sostenibilitat, amb l'ajuda dels ODS, es donin en els currículums dels ensenyaments superiors i obligatoris.

## Part V: Conclusions, limitacions i futures línies d'investigació

D'entre els instruments usats per la presa de dades de la mostra, i des de la vessant pedagògica, caldria ampliar el nombre d'aules a l'hora de fer els mapes de percepció, ja que, posar-ho a la pràctica, fent la presa de dades mitjançant el qüestionari de percepció afavoreix la conscienciació de la mostra vers la seva salut, ja que els estudiants que han participat afirmen que perden la concentració i fins i tot els provoca mal de cap. Per tant, quan es viu l'experiència és més senzill incorporar-la en la seva manera de fer i canviar els mals hàbits acústics que, com s'ha vist, són persistents en el temps.

També seria convenient elaborar mapes sonors de moltes altres aules per tal de conèixer com afecta l'escolta la geometria de cadascuna d'elles i poder utilitzar els resultats per millorar el condicionament sonor de les aules estudiades i extrapolar-los a altres aules i centres educatius.

Igualment s'haurien d'analitzar més ítems i en mostres més grans respecte als hàbits de salut dels nostres estudiants, i fer una tasca pedagògica important, ja que com s'ha dit en aquesta tesi, l'escolta a elevats decibels durant llargues durades (un hàbit arrelat entre els joves) pot provocar un envelliment precoç de la capacitat auditiva i fins i tot una pèrdua auditiva irreversible .

En la mateixa línia integrant els ODS; sobretot el 3, que fa referència a la salut; en les diferents seqüències d'ensenyament-aprenentatge, pot fer disminuir els mals hàbits dels joves i que, a més, quan siguin mestres potenciïn una bona salut auditiva en els infants. Tal com s'ha vist, la incorporació dels ODS contextualitza les activitats en l'àmbit social i fa que les ciències siguin més properes per a l'alumnat.

Comptat i debatut, la docència i consciència del soroll a les aules i les tasques de conscienciació de la salut auditiva són les futures línies d'investigació; per una banda, l'alfabetització científica dels futurs mestres en la temàtica sonora, fent mapes sonors i aplicant altres instruments com els DECV, i per l'altra incorporant els ODS per facilitar la incorporació d'hàbits de salut sonorament saludables per les seves oïdes.

### **Idees clau de la PART V**

De l'objectiu general d'aquesta tesi: «Caracteritzar els coneixements sonors dels futurs mestres per a propiciar-ne l'alfabetització científica d'aquesta temàtica i fer-ho de manera sostenible utilitzant els ODS, per tal d'afavorir un adequat paisatge sonor a les aules», s'extreuen una sèrie de conclusions que principalment responen a la manca de coneixements teòrics, tècnics i actitudinals per part dels futurs docents, les quals es resolen parcialment després de fer una intervenció educativa.

D'aquí es planteja que aquesta intervenció cal ampliar-la, ja que és, al mateix temps, una limitació de la tesi i una porta que s'obre en noves expectatives de futur.

## Part VI: Bibliografia

Potser en falta, però mai en sobra. La bibliografia és la font d'on s'han obtingut els fonaments d'aquesta tesi. Segurament, caldrà ampliar-la en nous estudis, però aquesta ha estat imprescindible per comprendre el desenvolupament d'aquesta recerca.



## Part VI: Bibliografía

- Acevedo, J. A. (2009). Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (II): Una perspectiva. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(2), 164-189.
- Adúriz-Bravo, A. (2005). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia : la epistemología en la enseñanza de las Ciencias Naturales*. Buenos Aires : Fondo de Cultura Económica, 2005.
- Albaladejo, T. (1993). The Pragmatic Nature of Discourse-building Rhetorical Operations. *Koiné*, 3, 5-13.
- ANECA (2005a). Libro Blanco. Título de Grado en Magisterio (1). Madrid: Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación. [Consulta agost de 2022] Disponible a: <[https://educacion.uah.es/facultad/documentos/libroblanco\\_jun05\\_magisterio1.pdf](https://educacion.uah.es/facultad/documentos/libroblanco_jun05_magisterio1.pdf)>
- ANECA (2005b). Libro Blanco. Título de Grado en Magisterio (2). Madrid: Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación. [Consulta agost de 2022] Disponible a: <[https://www.aneca.es/documents/20123/63950/libroblanco\\_jun05\\_magisterio2.pdf/](https://www.aneca.es/documents/20123/63950/libroblanco_jun05_magisterio2.pdf/)>
- Anguera, M. T.(1986). La investigación cualitativa. *Educación*, 10, 23-50.
- Angulo Rasco, J. F. (1990). Investigación-acción y currículum: una nueva perspectiva en la investigación educativa. *Revista Investigación en la Escuela*, 11, 39-49.
- Arnal, J. (1997). *Metodologies de la investigació educativa*. Barcelona : Edicions de la Universitat Oberta de Catalunya.
- Ausubel, D.P. (2002). Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva. Paidós Ibérica
- Ausubel, D. P., Novak, J. D. i Hanesian, H. (1976). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. Trillas. México
- Barrón, Á., Ferrer-Balas, D. i Navarrete Salvador, A.,(2010). Sostenibilización curricular en las universidades españolas.? Ha llegado la hora de actuar? *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 7, 388-399
- Bautista, N. P. (2021). *Proceso de la investigación cualitativa: epistemología, metodología y aplicaciones*. Editorial

## Part VI: Bibliografia

- El Manual Moderno. Bogotá
- Berdejo Gago, I., i Caballero Borrego, M. (2018). *Què és la sordera?* Portal Clínic. [Consulta agost de 2020] Disponible a: <<https://www.clinicbarcelona.org/asistencia/enfermedades/sordera>>
- Bergman, M. M. (2010). On concepts and paradigms in mixed methods research. *Journal of Mixed Methods Research*, 4(3), 171-175.
- Bliss, J., Monk, M., i Ogborn, J. (1983). *Qualitative data analysis for educational research: A guide to uses of systemic networks*. Routledge Kegan i Paul.
- Bogdan, R., i Biklen, S. K. (1997). *Qualitative research for education*. Allyn & Bacon.
- Boletín Oficial del Estado. (2021). Llei 7/2021, de 20 de maig, de canvi climàtic i transició energètica. *Boletín Oficial del Estado*, 13249, 101239-101266.
- Brumby, M. N. (1979). *Students' perceptions and learning styles associated with the concept of evolution by natural selection*. Tesis Doctoral. University of Surrey (United Kingdom).
- Bryman, A. (2008). Of methods and methodology. *Qualitative Research in Organizations and Management: An International Journal*. 3, 159-168
- Bueche, F. J. (2007). *Física general*. McGraw-Hill Interamericana de España S.L.
- Buzan, T. (2002). *The power of verbal intelligence: 10 ways to tap into your verbal genius*. Thorsons.
- Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. ERIC.
- Cage, J. (1961). Experimental music. *Silence: Lectures and writings*, 7, 12.
- Camerino, O. (1995). *Integració metodològica en la investigació de l'educació física*. Lleida: Saladrígues. Generalitat de Catalunya-INEFC
- Camerino, O., Castañer, M., i Anguera, T. M. (2012). *Mixed methods research in the movement sciences*. Routledge.
- Camerino, O., Castañer, M. i Fraile, A. (2013). La investigación para innovar en educación física: métodos mixtos (mixed methods) para promoverla. *Tándem: Didáctica de la educación física*, (42), 49-57

## Part VI: Bibliografía

- Cantó Doménech, J., de Pro Bueno, A., i Solbes, J. (2016). ¿Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de educación infantil? La visión de los maestros en formación inicial. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(3), 25-50.
- Cantó Doménech, J. R. (2018). La educación científica en infantil. Contribución a su aprendizaje desde la formación del grado de maestro/a en educación infantil *Tesis Doctoral, Universidad de Murcia*
- Cañas, A. J., Hill, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Eskridge, T., Lott, J., Carvajal, R. (2004). CmapTools: A Knowledge Modeling and Sharing Environment. Dins de . J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping* (Vol. I, 125-133). Pamplona, Universidad Pública de Navarra.
- Cañas, A. J., & Novak, J. D. (2012). Freedom vs. Restriction of Content and Structure during Concept Mapping - Possibilities and Limitations for Construction and Assessment. Dins de J. Vanhear (Ed.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proc. of the Fifth Int. Conference on Concept Mapping* (Vol. 2, pp. 247–257). Valetta, Malta: University of Malta. Cañas,
- Cañas, A. J., Novak, J. D., i Reiska, P. (2015). How good is my concept map? Am I a good Cmapper? *Knowledge Management & E-Learning: An International Journal*, 7(1), 6-19.
- Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. MIT Press.
- Carey, S. (1991). Knowledge acquisition: Enrichment or conceptual change. *The epigenesis of mind: Essays on biology and cognition*, 257-291.
- Carrascosa Alís, J., i Gil Pérez, D. (1985). El aprendizaje en las ciencias como cambio conceptual y metodológico: primeros resultados. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 64
- Carrión, A. (1998). *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*. Edicions UPC
- Castelló, J., Garcia, P., Sanz, M., i Tilló, T. (2005). Coneixement del medi natural : guia docent : educació infantil. En *Coneixement del medi natural: guia docent : educació infantil*. Publicacions i Edicions, Universitat de Barcelona.

## Part VI: Bibliografía

- Chavez Miranda, J. R. (2006). Ruido : Efectos Sobre la Salud y Criterio de su Evaluación al Interior de Recintos. *Ciencia y Trabajo*, 20(8), 42-46.
- Chi, M. (1992). Conceptual change within and across ontological categories: Examples from learning and discovery in science. *University of Minnesota Press*, 129-186
- Chi, M. T. H., Slotta, J. D., i De Leeuw, N. (1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and instruction*, 4(1), 27-43.
- Chuliá, E. (2022, agost 25) Plaer per a uns, malson per a altres. *El Periódico*.
- Córcoles, À. (2017). Efectes del soroll en la salut. *Intercanvis*, 6, 11.
- Couso, D., Hernández, M. I., i Pintó, R. (2009). Las propiedades acústicas de los materiales . Una propuesta didáctica de modelización e indagación sobre ciencia de materiales. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 59, 66-78.
- Creswell, J., i Plano Clark, V. (2007). *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. Thousand Oaks, CA: SAGE
- Creswell, J. W. (2014). *A concise introduction to mixed methods research*. Los Ángeles. CA : SAGE publ.
- Creswell, J. W., Hanson, W. E., Clark Plano, V. L. i Morales, A. (2007). Qualitative research designs: Selection and implementation. *The counseling psychologist*, 35(2), 236-264.
- Cugat, R. (2022, agost 24). La plaga dels altaveus 'bluetooth': un problema educatiu de difícil solució. *El Periódico*.
- Defensor del Pueblo. (2016). *La invasión del domicilio por ruidos: La inviolabilidad del domicilio y el derecho a la integridad física y psíquica*.
- Del Rincón, D., Arnal, J., Latorre, A., i Sans, A. (1995). *Técnicas de investigación en ciencias sociales*. Dykinson.
- Delgado, O., i Martínez, J. (2015). Elaboración del mapa de ruido del área urbana de la Ciudad de Cuenca–Ecuador, empleando la técnica de interpolación geoestadística Kriging ordinario. *Ciencias Espaciales*, 8(1), 411-440.

## Part VI: Bibliografia

- Departament d'Ensenyament. (2015). Competències bàsiques de l'àmbit de coneixement del medi. *Ensenyament.Gencat.Cat*, 87.
- Departament d'Ensenyament. Generalitat de Catalunya. (2022). DECRET 175/2022, de 27 de setembre, d'ordenació dels ensenyaments de l'educació bàsica
- Deval, J. (1995). El conocimiento del desarrollo psicológico en la formación de docentes. *Sinéctica*, 7. [Consulta octubre de 2021] Disponible a:  
<<https://sinectica.iteso.mx/index.php/SINECTICA/article/view/506/499>.>
- Dias de Deus, J. (2001). *Introducción a la física*. McGraw Hill.
- Diaz Marcos, J. (2020). Els Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS) i la nanotecnologia. *Divulcat*. [Consulta 20 de desembre de 2022] Disponible a:  
<<https://www.encyclopedia.cat/divulcat/Jordi-Diaz-Marcos>>
- DiSessa, A. (1993). Toward an epistemology of physics. *Cognition and instruction*, 10(2-3), 105-225.
- Domènech Casal, J. (2019). *Aprendizaje basado en proyectos, trabajos prácticos y controversias. 28 propuestas y reflexiones para enseñar Ciencias*. Octaedro.
- Elliot, J.(1990). Investigación-acción en educación. Ed. Morata. Madrid
- Elliot, J. (1993). El cambio educativo des de la Investigación-Acción. Ed. Morata. Madrid
- Embrechts, J.J. (2003). Notions d'acoustique. *Journée AILg sur les Nuisances sonores*. [Consulta 15 d'agost de 2022] Disponible a:  
<[https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/1885/1/AILg\\_Embrechts\\_Bruit.pdf](https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/1885/1/AILg_Embrechts_Bruit.pdf)>
- Enciclopèdia, G. (s.d.). *Diccionari.cat*. Recuperat 10 setembre 2020, de diccionari.cat
- Enciso Pizarro, J., i Estévez Andreu, A. (2012). *Física*. VOX.
- Erdsone Toth, E., Klahr, D., i Chen, Z. (2000). Bridging research and practice: A cognitively based classroom intervention for teaching experimentation skills to elementary school children. *Cognition and instruction*, 18(4), 423-459.
- Eshach, H., i Fried, M. N. (2005). Should Science be Taught in Early Childhood? *Journal of Science*

## Part VI: Bibliografia

*Education and Technology*, 14(3), 315-336.

Espinosa, S. (2006). *Ecología acústica y educación: bases para el diseño de un nuevo paisaje sonoro*. Graó.

Fernández-Mellizo, M., i Romero, M. (2014). Alfabetización científica en España: ¿Qué ha cambiado en la última década? *Percepción de la ciencia y la tecnología 2014*, 71-98.

Fernández, I., Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, J., Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza De Las Ciencias*, 20(3), 477-488.

Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología. (2021). 10.<sup>a</sup> Encuesta De Percepción Social De La Ciencia Y La Tecnología - 2020. *Fecyt, Informe co*, 401. [Consulta 15 d'agost de 2022] Disponible a: <<https://www.fecyt.es/es/noticia/encuestas-de-percepcion-social-de-la-ciencia-y-la-tecnologia-en-espana>>

García-González, E., Jiménez-Fontana, R., i Azcárate, P. (2020). Education for sustainability and the sustainable development goals: Pre-service teachers' perceptions and knowledge. *Sustainability*, 12(18), 7741. [Consulta 20 de desembre de 2022] Disponible a: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/12/18/7741>>

Garcia Lladó, À. (2019). Les representacions externes com a eina de construcció del model de força al Grau de Mestre d'Educació Primària. *TDX (Tesis Doctorals en Xarxa)* [Consulta 15 d'agost de 2021] Disponible a: <<http://hdl.handle.net/2445/123728>>

Garcia Sanz, B., i Garrido, F. J. (2003). Sons i soroll. *Barcelona Sostenible, Ajuntament de Barcelona*, 4. [Consulta 8 de setembre de 2022] Disponible a: <<https://www.barcelona.cat/barcelonasostenible/ca/escoles-sostenibles/bulleti/624/mes-enlla-dels-sons-i-sorolls>>

García Sanz, B. i Garrido, F. J. (2003). *La Contaminació acústica a les nostres ciutats*. Col·lecció Estudis Socials, 12. Fundació La Caixa. [Consulta 8 de setembre de 2022] Disponible a: <[https://fundacionlacaixa.org/documents/10280/240906/vol12\\_sencer\\_ca.pdf/15636110-0cd5-4eaf-bb65-6414ca3acb06](https://fundacionlacaixa.org/documents/10280/240906/vol12_sencer_ca.pdf/15636110-0cd5-4eaf-bb65-6414ca3acb06)>

Gassier, J. (1993). *Manual del desarrollo psicomotor del niño. Las etapas de la socialización, los grandes aprendizajes, la creatividad*. Toray-Masson.

## Part VI: Bibliografia

- Generalitat de Catalunya. Departament d'Ensenyament. (2022). Decret 175/2022, de 27 de setembre, d'ordenació dels ensenyaments de l'educació bàsica. *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya*, 8762, 1-491.
- Geronimi, M., Belgrano, G. i Munari, B. (2015) *Ambiente, lezione numero zero*. ITEM. Cariplo, comune de Milano. [Consulta 2 de setembre de 2022] Disponible a: [https://issuu.com/marcogeronimistoll/docs/geronimi\\_belgrano\\_munari\\_ambiente\\_l](https://issuu.com/marcogeronimistoll/docs/geronimi_belgrano_munari_ambiente_l)
- Giere, R. N. (1988). Explaining science: A cognitive approach. En *Explaining science: A cognitive approach*. University of Chicago Press.
- Goetz, J. P., i Lecompte, M. D. (1988). *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa* (Vol. 1). Morata Madrid.
- Gómez Palacio, M., Villareal, M. B., González, L. V, López Araiza, M. de L., i Jarillo, R. (1995). *El niño y sus primeros años en la escuela*.
- Greene, J. C. (2007). *Mixed methods in social inquiry* (Vol. 9). John Wiley i Sons.
- Greene, J. C, i Caracelli, V.J. (2003). Making paradigmatic sense of mixed methods practice. In *Handbook of Mixed Methods in Social and Behavioral Research*. Sage, 91–110.
- Greene, J. C., Caracelli, V. J., i Graham, W. F. (1989). Toward a conceptual framework for mixed-method evaluation designs. *Educational evaluation and policy analysis*, 11(3), 255-274.
- Guba, E. G. (Ed). (1990). *The paradigm dialog*. . Newbury Park, CA: Sage.
- Guba, E., i Lincoln, Y. (2002). Paradigmas en competencia en la investigación cualitativa. En C. Denman y J. Haro: *Por los rincones. Antología de métodos cualitativos en la investigación social*, 113-145.
- Guillen, C. (Ed.) (2009). Educación científica «Ahor»: El informe Rocard. En *Catálogo de publicaciones del Ministerio de Educación* (Vol. 148). Madrid: Instituto de Formación del Profesorado, Investigación e Innovación Educativa.
- Hänisch García, D. (2014). Elaboramos un mapa acústico de nuestro centro. *Sitúate: revista digital de situaciones de aprendizaje*. [Consulta 2 de setembre de 2020] Disponible a: <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/152283/>

## Part VI: Bibliografía

[creacion de un mapa acustico s1.pdf?sequence=1](#)>

Hernández, R., Fernández, C. I Baptista, M.P. (2014) *Metodología de la Investigación*. Quinta edición. Mc Grawhill.

Hernández Sampieri, R., Fernández, C. i Baptista, L. (2014). Definiciones de los enfoques cuantitativo y cualitativo, sus similitudes y diferencias. En. *H.Sampieri, Metodología de la Investigación*, 6 ed., 2-21, México Mc Graw Hill Education

Hernández Sampieri, i Mendoz, P. (2008). Aplicación y fundamentación de los métodos mixtos. *Fundamentos de metodología de la investigación*, 376

Herreras, M.L. (2007). Com prendre consciència de la contaminació sonora. Realització de treballs de recerca sobre el tema. *Ciències: revista del professorat de ciències de Primària i Secundària*, (6), 8-12. [Consulta: gener 2021] Disponible a: <https://raco.cat/index.php/Ciencies/article/view/57858>>

Hewitt, P. (2004). The three stages of learning. *Physics World*, 17(9), 16.

Iñiguez Porras, F. J. (2006). *La Enseñanza de la genética: Una propuesta didáctica para la educación secundaria obligatoria desde una perspectiva constructivista*. Tesis doctoral. Universitat de Barcelona. [Consulta: gener 2020] Disponible a: <http://hdl.handle.net/2445/41444>>

Izquierdo, M. (2014). Los Modelos Teóricos En La «Enseñanza De Ciencias Para Todos» (Eso, Nivel Secundario). *Revista Bio-grafía Escritos sobre la biología y su enseñanza*, 7(13), 69-85.

Izquierdo, M., i Adúriz, A. (2003). Epistemological foundations of school science. *Science & Education*, 12(1), 27-43.

Jáudenes Casaubón, C. (2004). *Manual básico de formación especializada sobre discapacidad auditiva*. FIAPAS. [Consulta: gener 2020] Disponible a: [https://bibliotecafiapas.es/pdf/Manual\\_Basico\\_de\\_Formacion\\_Especializada\\_sobre\\_Discapacidad\\_Auditiva.pdf](https://bibliotecafiapas.es/pdf/Manual_Basico_de_Formacion_Especializada_sobre_Discapacidad_Auditiva.pdf)>

Jimenez Aleixandre, M. P. (1990). Los esquemas conceptuales sobre la selección natural. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.



## Part VI: Bibliografía

- Johnson, R. B., Onwuegbuzie, A. J. i Turner, L. A. (2007). Toward a definition of mixed methods research. *Journal of mixed methods research*, 1(2), 112-133.
- Jorba, J. i Casellas, E. (1997). *La regulación y la autorregulación de los aprendizajes*. Barcelona: Ed. Síntesis.
- Jorba, J., i Sanmartí, N. (1993). La función pedagógica de la evaluación. *Aula de innovación educativa*, 20, 20-30.
- Jorba, J., i Sanmartí, N. (1994). *Enseñar, aprender y evaluar: Un proceso de regulación continua*. Pub.Ministerio de educación y Cultura. [Consulta: gener 2020] Disponible a: <https://sede.educacion.gob.es/publiventa/vistaPrevia.action?cod=41&area=Ez>
- Joyce, B., i Weill, N. (1985). *Modelos de Enseñanza*. Prentice Hall.
- Keil, F. C. (1992). *Concepts, kinds, and cognitive development* MIT Press.
- Kemmis, S. (1988) Action research, in: J. P. Keeves (Ed.) *Educational research, methodology, and measurement: An international handbook* . Oxford: Pergamon
- Klahr, D., i Li, J. (2005). Cognitive research and elementary science instruction: From the laboratory, to the classroom, and back. *Journal of Science Education and Technology*, 14(2), 217-238.
- Kuhn, T. S.(1962). *La estructura de las revoluciones científicas (1ª Ed)*. Fondo de cultura económica. (Reedició electrònica 2016). [Consulta: gener 2020] Disponible a: <https://materiainvestigacion.files.wordpress.com/2016/05/kuhn1971.pdf>
- Kuhn, T. S. (1962). Historical Structure of Scientific Discovery: To the historian discovery is seldom a unit event attributable to some particular man, time, and place. *Science*, 136(3518), 760-764.
- Kwon, S. Y., i Cifuentes, L. (2007). Using computers to individually-generate vs. collaboratively-generate concept maps. *Journal of Educational Technology i Society*, 10(4), 269-280.
- Kwon, S. Y., i Cifuentes, L. (2009). The comparative effect of individually-constructed vs.

## Part VI: Bibliografia

- collaboratively-constructed computer-based concept maps. *Computers i Education*, 52(2), 365-375.
- Laboria Vallés, R. (2008). *Introducció al soroll Riscos físics ambientals*. Institut Obert de Catalunya.  
[Consulta: agost 2020] Disponible a:  
<[https://ioc.xtec.cat/materials/FP/Recursos/fp\\_prp\\_c03\\_/web/fp\\_prp\\_c03\\_htmlindex/media/fp\\_prp\\_c03\\_material\\_paper.pdf](https://ioc.xtec.cat/materials/FP/Recursos/fp_prp_c03_/web/fp_prp_c03_htmlindex/media/fp_prp_c03_material_paper.pdf)>
- Lacaste, G. (2005). Desafío ambiental: Estudiar sin contaminación acústica. *El Mercurio Ediciones Especiales*.
- Latorre, A., del Rincón, D., i Arnal, J. (1996) 1ª Ed. *Bases metodológicas de la investigación educativa*. Experiencia Ediciones.
- Lautrey, J., i Mazens, K. (2004). Is children's naive knowledge consistent? A comparison of the concepts of sound and heat. *Learning and Instruction*, 14(4), 399-423.
- Linder, C. J., i Erickson, G. L. (1989). A study of tertiary physics students' conceptualizations of sound. *International Journal of Science Education*, 11(5), 491-501.
- Linder, T. W. (1993). *Transdisciplinary play-based assessment: A functional approach to working with young children*, Rev. Paul H Brookes Publishing.
- Llombart Elias, C. (2007). *Tinc un/a alumne/a sord/a a l'aula*. Consorci d'Educació de Barcelona.  
[Consulta: desembre 2022] Disponible a:  
<[https://ioc.xtec.cat/materials/FP/Recursos/fp\\_prp\\_c03\\_/web/fp\\_prp\\_c03\\_htmlindex/media/fp\\_prp\\_c03\\_material\\_paper.pdf](https://ioc.xtec.cat/materials/FP/Recursos/fp_prp_c03_/web/fp_prp_c03_htmlindex/media/fp_prp_c03_material_paper.pdf)>
- Maina, M. F. (2020). *E-actividades para un aprendizaje activo*. Universitat Oberta de Catalunya.  
[Consulta: agost 2022] Disponible a:<<https://youtu.be/cjZFvKviwEo>>
- Marín, N., i Benarroch, A. (2000). Precisiones sobre el constructivismo e implicaciones para la educación. *Paideia. Revista de educación*, 28, 19-34.
- Martí Feixas, J. (2012). *Aprender ciencias a l'educació primària*. Graó.
- Martínez, J. i Peters, J. (2015). *Contaminación acústica y ruido*. Ecologistas en Acción 21. [Consulta:

## Part VI: Bibliografía

- agost 2022] Disponible a: <[https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/adjuntos-spip/pdf/cuaderno\\_ruido\\_2013.pdf](https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/adjuntos-spip/pdf/cuaderno_ruido_2013.pdf)>
- Martins, I. P. (2002). Aprende a llevar a cabo una investigación en los primeros años de escolaridad. *Aula de innovación educativa*, 113, 14-17.
- Maurines, L. (1992). Los estudiantes y la propagación de las señales mecánicas: dificultades de una situación de varias variables y procedimientos de simplificación. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 10(1), 49-57.
- Mazens, K., i Lautrey, J. (2003). Conceptual change in physics: children's naive representations of sound. *Cognitive Development*, 18(2), 159-176.
- McNemar, Q. (1955). *Psychological statistics*. New York: John Wiley & Sons
- Miller, N. L. (2008). An exploration of computer-mediated skill acquisition in concept mapping by in-service Panamanian public elementary schoolteachers. UOC, Barcelona.
- Ministerio de Educación Cultura y Deporte. (2020). LOMLOE 3/2020, de 29 de diciembre. *BOE núm.340*, 340, 1-86.
- Moreno, Jiménez; (2010). Sistemas de análisis de la información geográfica. Editorial RAMA
- Muñoz, W. (2010). Estrategias de estimulación del pensamiento creativo de los estudiantes en el área de educación para el trabajo en la III etapa de educación básica. *Congreso iberoamericano de educación. Metas 2021. Buenos Aires 13, 14, 15 septiembre 2010*
- Murga Menoyo, M.<sup>a</sup> Á. (2014) Learning for a Sustainable Economy: Teaching of Green Competencies in the University. *Sustainability*, 6, 2974-2992
- Murga Menoyo, M. Á.i(2015). Competencias para el desarrollo sostenible: las capacidades, actitudes y valores meta de la educación en el marco de la Agenda global post-2015. *Foro de Educación*, 13 (19), 55-83
- Nadeu, F. (2022, novembre 8). Els auriculars desapareixen els problemes auditius en els joves. *El Periódico*.
- Novak, J. D., i Cañas, A. J. (2005). Construyendo sobre nuevas Ideas Constructivistas y la

## Part VI: Bibliografía

- herramienta CmapTools para Crear un nuevo Modelo para Educación. [Consulta: 24 de setiembre 2022] Disponible a: <<http://www.eduteka.org/pdfdir/>>
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2006). The theory underlying concept maps and how to construct them. *Florida Institute for Human and Machine Cognition*, 1(1), 1-31.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge University Press.
- Novak, J. D., Gowin, D. B., i Otero, J. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Martínez Roca.
- O’Cathain, A. (2009). Mixed methods research in the health sciences: A quiet revolution. *Journal of mixed methods research*, 3(1), 3-6. Sage Publications.
- Olson, H. F. (1967). *Music, Physics and Engineering: 2D*. Ed. Dover.
- ONU. (2015). *Educació per als Objectius de Desenvolupament Sostenible*. ONU
- Organisation for Economic Co-operation Development. (2005). *Teachers matter: Attracting, developing and retaining effective teachers*. OECD Publishing.
- Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177-196.
- OSSMA. (2006). *Mapa sonor de la Universitat de Barcelona 2005 Campus de Diagonal – Portal del Coneixement*. Universitat de Barcelona. [Consulta: 24 de setiembre 2022] Disponible a: <[https://www.ub.edu/ossma/wp-content/uploads/2016/03/mapa\\_sonor\\_05.pdf](https://www.ub.edu/ossma/wp-content/uploads/2016/03/mapa_sonor_05.pdf)>
- Pole, K. (2009). Diseño de metodologías mixtas. Una revisión de las estrategias para combinar metodologías cuantitativas y cualitativas. *Renglones*, 60, 37-42
- Popkewitz, T. S., (1988). Ideología y formación social en la formación del profesorado: profesionalización e intereses sociales. *Revista de Educación*, 285, 125-128.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., i Gertzog, W. A. (1982). Toward a theory of conceptual change. *Science education*, 66(2), 211-227.
- Prats Abelló, R. (1983). Llindar del dolor. *Quaderns de Psicologia*, 7(1), 71-76. [Consulta: agost de 2022] Disponible a: <<http://www.edutec.es/revista>>

## Part VI: Bibliografía

- Prats Garcia, E. (2016). Herramientas para la evaluación de mapas conceptuales: una primera aproximación. *Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 56.
- Prats, E., & Ferrer, I. (2012). Los Mapas Conceptuales como Elemento para Mejorar la Comprensión de Textos. Una Experiencia en Educación Primaria. In Fifth Int. Conference on Concept Mapping (Vol. 3, pp. 141–144). University of Malta. [Consulta: agost de 2022] Disponible a: <http://cmc.ihmc.us/cmc2012Proceedings/cmc2012%20-%20Vol%203.pdf>>
- Prats, E., & Ferrer, I. (2014). El Uso Combinado de Webquest y Mapas Conceptuales en Educación Primaria. Análisis de una Experiencia. In Sixth Int. Conference on Concept Mapping (pp. 611–614). USP, IHMC – São Paulo: Escola de Artes, Ciências e Humanidades
- Prats, E., i Salinas, J. (2018). Evaluación de mapas conceptuales a partir de una doble rúbrica. *Concept Mapping: Renewing Learning and Thinking. Proc. of the Eighth Int. Conference on Concept Mapping*. [Consulta: agost de 2022] Disponible a: [https://www.researchgate.net/profile/Ernest-Prats-Garcia/publication/327919292\\_Evaluacion\\_de\\_Mapas\\_Conceptuales\\_a\\_Partir\\_de\\_una\\_Doble\\_Rubrica/links/5bad1738a6fdccd3cb77a1f8/Evaluacion-de-Mapas-Conceptuales-a-Partir-de-una-Doble-Rubrica.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ernest-Prats-Garcia/publication/327919292_Evaluacion_de_Mapas_Conceptuales_a_Partir_de_una_Doble_Rubrica/links/5bad1738a6fdccd3cb77a1f8/Evaluacion-de-Mapas-Conceptuales-a-Partir-de-una-Doble-Rubrica.pdf)>
- Prats, E., i Salinas, J. (2019). La evaluación de mapas conceptuales en educación primaria: una propuesta. En *Educación con Tecnología: un compromiso social. Iniciativas y resultados de investigaciones y experiencias de innovación educativa*. [Consulta: agost de 2022] Disponible a: [https://www.researchgate.net/profile/Ernest-Prats-Garcia/publication/334050623\\_La\\_evaluacion\\_de\\_mapas\\_conceptuales\\_en\\_educacion\\_primaria\\_una\\_propuesta/links/5d1476ee458515c11c1cf6b1b/La-evaluacion-de-mapas-conceptuales-en-educacion-primaria-una-propuesta.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ernest-Prats-Garcia/publication/334050623_La_evaluacion_de_mapas_conceptuales_en_educacion_primaria_una_propuesta/links/5d1476ee458515c11c1cf6b1b/La-evaluacion-de-mapas-conceptuales-en-educacion-primaria-una-propuesta.pdf)>
- Querol, J. (2011). *Sons i sorolls. Guia informativa i proposta d'activitats per millorar la qualitat acústica*. Ajuntament de Barcelona. [Consulta: agost de 2022] Disponible a: <https://www.barcelona.cat/barcelonasostenible/sites/default/files/documents-imes/document/4117/guiasonssorolls.pdf> >
- Ramos, C. A. (2015). Los paradigmas de la investigación científica. *Avances en psicología*, 23(1), 9-17.

## Part VI: Bibliografia

- Ramirez, L. M. i Ballesteros, L. E. (2013). Antropometría del Martillo en Humanos: Un Estudio Anatómico Directo. *International Journal of Morphology*, 31(1), 177-183.
- Rossmann, G. B., i Wilson, B. L. (1985). Numbers and words: Combining quantitative and qualitative methods in a single large-scale evaluation study. *Evaluation review*, 9(5), 627-643.
- Ruido y Salud. (2012). *Ruido y Salud*. En Observatorio salud y medio ambiente (Vol. 3).
- OSMAN. (2012). *Ruido y Salud*. En Observatorio salud y medio ambiente (Vol. 3). Pub. Junta de Andalucía. [Consulta: juny de 2021] Disponible a:  
<[https://www.diba.cat/c/document\\_library/get\\_file?uuid=c40089f2-47b6-4b57-9c7f-9c7c5cdcdbd63&groupId=7294824](https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=c40089f2-47b6-4b57-9c7f-9c7c5cdcdbd63&groupId=7294824)>
- Sabine, P. E. (1935). What is measured in sound absorption measurements. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 6(4), 239-245.
- Sanmartí, N. (2001). Enseñar a enseñar ciencias en secundaria: un reto muy complejo. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, 40, 31-48.
- Schafer, R. M. (1969). *The new soundscape*. BMI Canada Limited Don Mills.
- Schwartz, H., & Jacobs, J. (1979). *Qualitative sociology*. Simon and Schuster.
- Shamsudin, N. M., Abdullah, N., i Yaamat, N. (2013). Strategies of Teaching Science Using an Inquiry based Science Education (IBSE) by Novice Chemistry Teachers. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 90, 583-592.
- Silverthorn, D. U. (2008). *Fisiología humana: Un enfoque integrado*. Ed. Médica Panamericana.
- Slotta, J. D., Chi, M. T. H., i Joram, E. (1995). Assessing students' misclassifications of physics concepts: An ontological basis for conceptual change. *Cognition and instruction*, 13(3), 373-400.
- Solbes, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias?. *Alambique Didáctica de las ciencias experimentales*, (67), 53-61
- Soriguera, Í. (2012). *Percepció de la influència del so ambiental en l'àmbit educatiu en els estudis de Grau de Mestre*. Universitat de Barcelona.

## Part VI: Bibliografía

- Sperling, R. A., Howard, B. C., Staley, R., i DuBois, N. (2004). Metacognition and self-regulated learning constructs. *Educational research and evaluation*, 10(2), 117-139.
- Strautmane, M. (2012). Concept map-based knowledge assessment tasks and their scoring criteria: An overview. In *Concept maps: Theory, methodology, technology. Proceedings of the fifth international conference on concept mapping*, 2, 80-88. [Consulta: diciembre de 2022] Disponible a: <<http://cmc.ihmc.us/cmc2012Papers/cmc2012-p113.pdf>>
- Tamir, P. (1990). Factors associated with the relationship between formal, informal, and nonformal science learning. *The Journal of Environmental Education*, 22(2), 34-42.
- Tashakkori, A., i Creswell, J. W. (2007). The new era of mixed methods. *Journal of mixed methods research*, 1, 3-7. Sage Publications.
- Tashakkori, A., i Creswell, J. W. (2008). Mixed methodology across disciplines. *Journal of mixed methods research*, 2(1), 3-6 Sage Publications.
- Tashakkori, A., i Teddlie, C. (2003). Issues and dilemmas in teaching research methods courses in social and behavioural sciences: US perspective. *International journal of social research methodology*, 6(1), 61-77.
- Tashakkori, A., i Teddlie, C. (2008). Quality of inferences in mixed methods research: Calling for an integrative framework. *Advances in mixed methods research*, 53(7), 101-119.
- Teddlie, C., i Tashakkori, A. (2006). A general typology of research designs featuring mixed methods. *Research in the Schools*, 13(1), 12-28.
- Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, T. (2017). Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, TULSMA. *Registro Oficial Edición Especial 2 de 31-mar.-2003*, 3399, 1-578. [Consulta: 7 de juny de 2022] Disponible a: <<https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf>>
- Tipler, P. A., i Mosca, G. (2006). *Física para la ciencia y la tecnología*. Editorial Reverté.
- Tolosa Cabani, F. (2005). Efectos del ruido sobre la salud. *Rev. Rol enferm*, 112-118.

## Part VI: Bibliografia

- Torner, F. A. (2007). Plens de soroll: estudi acústic de la ciutat de Berga. *L'Erol: revista cultural del Berguedà*, 51-52. [Consulta: 7 de desembre de 2022] Disponible a: <<https://raco.cat/index.php/Erol/article/view/200599/268103>>
- UB. (s.d.). *Educits* [Consulta: agost de 2022] Disponible a: <<https://www.ub.edu/educits/>>
- Vildósola Tíbaud, X. (2009). *Las actitudes de profesores y estudiantes y la influencia de factores del aula en la transmisión de la naturaleza de la ciencia en la enseñanza secundaria*. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona. [Consulta: agost de 2022] Disponible a: <<http://hdl.handle.net/2445/41440>>
- Vosniadou, S. (1992). Knowledge acquisition and conceptual change. *Applied Psychology*, 41(4), 347-357.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and instruction*, 4(1), 45-69.
- Vosniadou, S., i Ioannides, C. (1998). From conceptual development to science education: A psychological point of view. *International journal of science education*, 20(10), 1213-1230.
- West, E. (2011). *Undervisning och lärande i naturvetenskap-Elevs lärande i relation till en forskningsbaserad undervisning om ljud, hörsel och hälsa*. [Doctoral dissertation]. Gothenburg University Publications Electronic Archive [Consulta: agost de 2022] Disponible a: <[https://gupea.ub.gu.se/bitstream/handle/2077/27970/gupea\\_2077\\_27970\\_3.pdf?sequence=3](https://gupea.ub.gu.se/bitstream/handle/2077/27970/gupea_2077_27970_3.pdf?sequence=3)>
- Wolcott, H. F. (2008). *Writing up qualitative research*. Sage Publications.
- Xtec. (s.d.). *Biblioteca de sons*. Recuperat 24 de setembre 2022, de <<https://xtec.gencat.cat/ca/recursos/media/radio/biblioteca/>>



## **Annexos**

## Annex 1: Presentació innovació didàctica

Fitxa polemitzadora



Tipus de preguntes que sorgeixen

- Preguntes literals
- Preguntes inferencials
- Preguntes avaluatives

Tipus de preguntes que sorgeixen

- Preguntes literals
  - Com és el soroll?
- Preguntes inferencials
  - En quins moments has sentit soroll? Què és per tu el soroll?
- Preguntes avaluatives
  - Com podem evitar els sorolls a l'escola?

Fitxa polemitzadora



## El so

### Índex de continguts

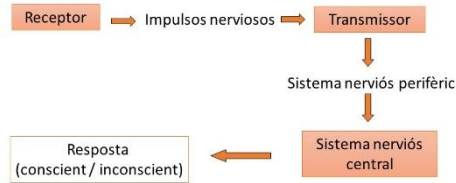
- El sentit de l'oïda
- El so és una ona
- Característiques del so
- Fenòmens acústics
- Petites experiències

## El sentit de l'oïda

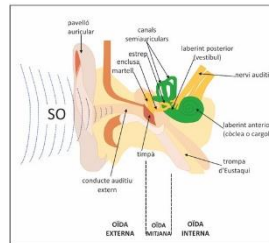
### Com funcionen els òrgans dels sentits?

- **Efecte desencadenant:** el sentit principal rep l'estímul i busca la cooperació dels altres sentits.
- **Efecte simultani:** Un sol estímul provoca la intervenció de més d'un sentit alhora.
- **Efecte inhibitori:** Diversos sentits actuen en un primer moment i, per selecció, se n'inhibeix l'acció d'un o més d'un.

### Com els captem?



### El sentit de l'oïda



### Com funcionen els òrgans dels sentits?

#### Lindars:

**Llindar mínim:** la intensitat mínima d'estímul necessària per produir una resposta específica

**Llindar diferencial:** la precisa variació que l'estímul per provocar una alteració de la resposta.

**Llindar superior:** la màxima quantitat d'estímul a partir de la qual es desorganitza la conducta per rebuig o dolor en el receptor.

### Com funcionen els òrgans dels sentits?

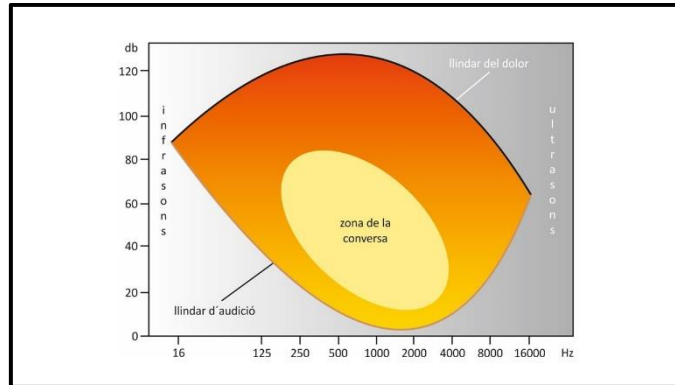
#### Fatiga:

Per una excitació excessiva dels sentits es

**reduïxen els lindars.**

Conseqüència: necessitat d'augmentar l'estímul per poder obtenir una resposta. Irritabilitat de l'individu.

Cal conèixer els lindars individuals mitjançant exercitacions empíriques



### Continguts i funcionament

SENTIT	CONTINGUTS	LOCALITZACIÓ RECEPTORS	TRANSMISSORS
OÏDA	Sorolls i sons de freqüència, timbre, intensitat, to. Vibracions d'ones sonores	Òrgan de Corti del caragol (oïda interna)	Nervi coclear
EQUILIBRI	Equilibri estàtic, equilibri dinàmic, orientació, homeòstasis, cinestèsia, pressió externa	Aparell vestibular (oïda interna)	Nervi vestibular

### Percepció auditiva

- **Consciència auditiva**; per exemple, discriminar sons naturals, d'animals o d'objectes que tenim gravats.
- **Memòria auditiva**; per exemple, jugar als secrets, passant-los d'uns a uns altres en veu baixa, o reproduir cops marcats per l'educador.
- **Discriminació auditiva** (per al desenvolupament de l'habilitat de diferenciar sons semblants o diferents; per exemple, discriminar paraules): *pot-bot, mesa-pesa-besa*.

### Malalties més comunes

Tap de cera  
Otitis...

### Identificació d'un problema d'escolta

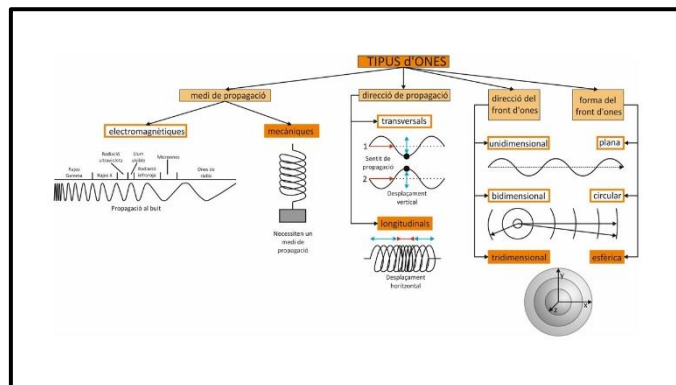
Distracció, inquietud, atenció i concentració deficientes...

En cas de problemes hem d'anar a:  
**Otorinolaringòleg i al logopeda**

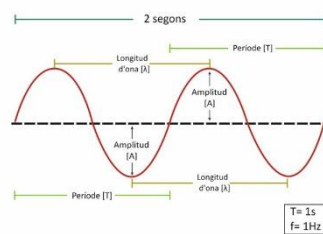
## Hàbits saludables per a les nostres oïdes

- Escollar música a un volum moderat. No sobrepassar els 80-85 decibels
- Evitar la humitat a l'interior de l'oïda (utilitzar taps)
- Protegir les orelles del fred i del vent
- Mai netejar-se l'interior de les orelles utilitzant bastonets
- Anar al otorinolaringòleg perquè revisi les orelles; fer-nos revisions periòdiques




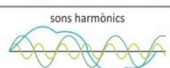
## El so és una ona



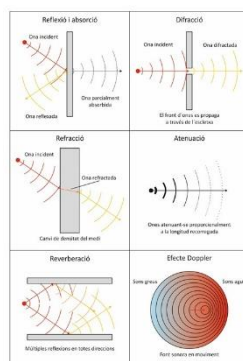
## Magnituds d'una ona sonora



## Característiques del so

QUALITATS	CARACTERÍSTICA	ES PRODUÏX PER
ALTURA	greu	 freqüència d'ona (Hz)
	agut	
DURADA	llarg	 persistència d'ona
	curt	
INTENSITAT	fort	 amplitud d'ona (dB)
	suau	
TIMBRE	veus instruments	 sons harmònics

## Fenòmens acústics



## Petites experiències

### Com es propaga el so?



Per on es propaga el so ?

### El so sempre es propaga igual per qualsevol medi?

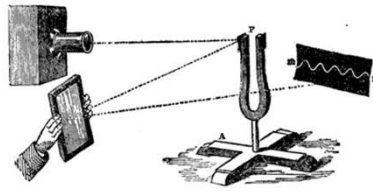
Què canviarem?	Què mesurarem?	Què mantindrem igual?
El tipus de medi	La qualitat del so	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mida dels globus</li> <li>- Tipus de globus</li> <li>- Intensitat del cop</li> <li>- Evitarem sempre els sorolls externs</li> <li>- (-)</li> </ul>
Com ho farem?	Com ho farem?	Com ho farem?
Posarem un globus ple d'aigua i l'altre amb aire	Identificarem quatre categories: <ul style="list-style-type: none"> <li>- El so es transmet clarament</li> <li>- El so es transmet amb algunes dificultats</li> <li>- El so es transmet amb moltes dificultats</li> <li>- El so no es transmet</li> </ul>	Inflarem els globus amb aire, o aigua sempre a la mateixa mida. El tipus de globus ha de ser sempre el mateix Posarem els globus sempre damunt la mateixa taula. Posarem l'orella sempre damunt del globus Picarem a la taula sempre amb la mateixa intensitat. Sempre que piquem, a l'aula hi haurà d'haver silenci a l'aula. Per evitar sorolls externs, també ens taparem l'orella que no quedi enganxada al globus. (...)



### Feu el vostre telèfon amb un DECV

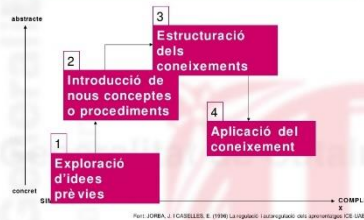
Què canviarem?	Què mesurarem?	Què mantindrem igual?
Com ho farem?	Com ho farem?	Com ho farem?

### Experiment de M. Lissajous (1882)



Generar coneixement científic suposa portar a terme....	
<b>Accions dirigides a obtenir dades per establir fets</b> [Àmbit de les DADES i els FETS]	<b>Accions dirigides a construir i defensar explicacions usant l'evidència</b> [Àmbit de les IDEES, MODELS i EXPLICACIONS]
<b>Obtenir dades</b> -observar (amb o sense aparells) -mesurar -dissenyar experiments amb control de variables i usar instruments específics de mesura de dades  <b>Representar i Analitzar dades</b> -usar taules, gràfics, dibuixos, etc. per representar dades -categoritzar i classificar -comparar -fer càlculs estadístics -identificar patrons  <b>Establir conclusions</b> -estimar conclusions a partir de les dades de les proves obtingudes  Actituds: curiositat per explorar, respecte per l'evidència, relacionar a dades a l'entorn, ser rigorós, consciència de les limitacions de la recerca.	<b>Construir explicacions (explicar)</b> -usar models per formular prediccions -usar models per generar explicacions causals -crear o usar entitats abstractes i conceptes per explicar  <b>Defensar explicacions en base a l'evidència (argumentar)</b> -argumentar sobre les evidències com a prova -revisar models/explicacions/hipòtesis  Actituds: curiositat per pensar i imaginar, disposició a canviar d'idea
<b>COMUNICACIÓ (competència comunicativa)</b>	
<b>METACOGNICIÓ (competència d'aprendre a aprendre)</b>	

### Les activitats: el cicle d'aprenentatge



## Tasques

- Veure el vídeo: [“Combatre el soroll”](#)
- En grups de treball col·laboratiu fer un mapa conceptual on apareguin, com a mínim, els següents conceptes:

SO, OÏDA, HERTZ, FATIGA, ABSORBENT ACÚSTIC, SOROLL, ESCOLTA, ONA, DECIBELS, EFECTE DOPPLER, INTENSITAT, ALTURA, REFLEXIÓ, REVERBERACIÓ, ATENUACIÓ, REFLECTOR ACÚSTIC, DIFRACCIÓ, REFRACCIÓ, AULA i ALTERACIÓ.



- Baixeu-vos al vostre mòbil l'app: Sound Meter

## Tasques

- Fer un DECV (disseny experimental de control de variable) per explicar dels punts:
  - A- Com es que sentim el despertador quan el tenim amagat a l'armari? Argumenta-ho.
  - B- Com explicaries l'eco? Explica quan i com es produeix.
  - C- A fora d'una sala de gravació no se sent res, en canvi, al passadís de la facultat se sent el murmur de la gent quan fa classes, per què creus que passa això?
  - D- Podríem sentir sons a la Lluna? I al fons del mar? Argumenta-ho.
- Incloure un d'aquests dissenys en un o més d'un ODS, amb la seva justificació.
- En quina fase del cicle d'aprenentatge se situen aquestes activitats?

## Bon aïllant acústic: Reflectors i absorbents

Reflectors acústics	Absorbents acústics
<ul style="list-style-type: none"><li>• Molt dens</li><li>• Rígid</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Poc dens</li><li>• Poc rígid</li><li>• Porós</li></ul>

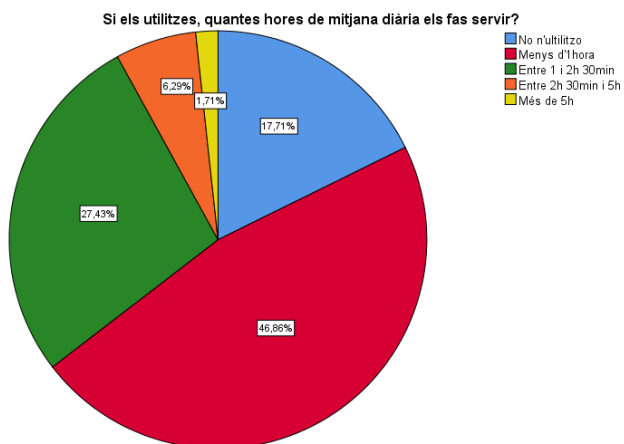
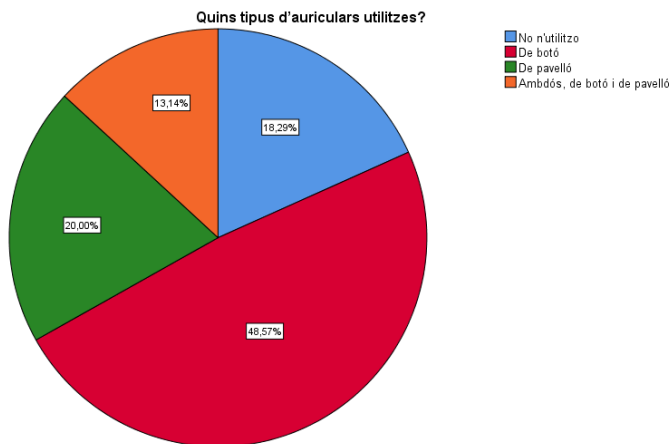
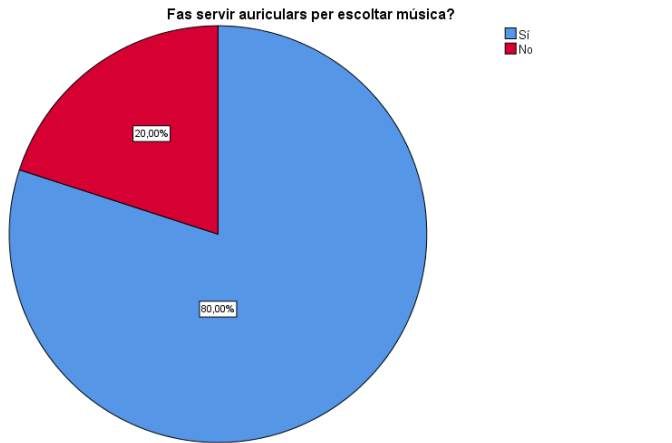
*Íngrit Soriguera Gellida*

Departament d'Educació Lingüística i Literària  
i de Didàctica de les Ciències Experimentals i la Matemàtica

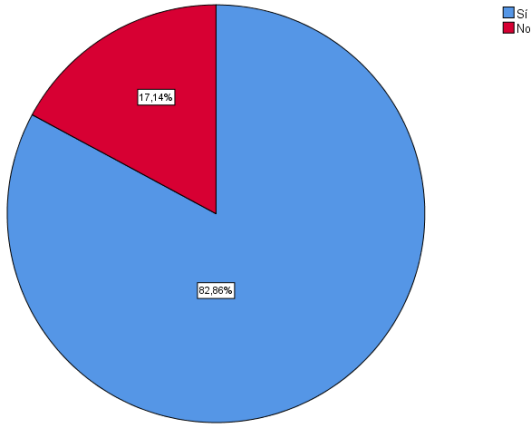
Aquest material docent està preparat a l'empara l'article 32 de la Llei de Propietat Intel·lectual, de cita i il·lustració en l'ensenyament i es publica sota una llicència d'ús de Creative Commons-Universitat de Barcelona, amb la qual es permet copiar, distribuir, reproduir i comunicar públicament el material sempre que se'n citin els autors originals i la Universitat de Barcelona, i no se'n faci cap ús comercial, tal com queda estipulat en la llicència d'ús.

## Annex 2: Resultats qüestionari C'TH primera etapa

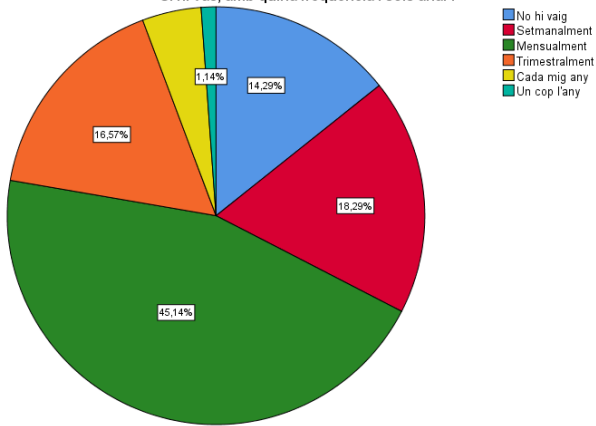
### Diagrames de sectors del bloc d'antecedents i hàbits



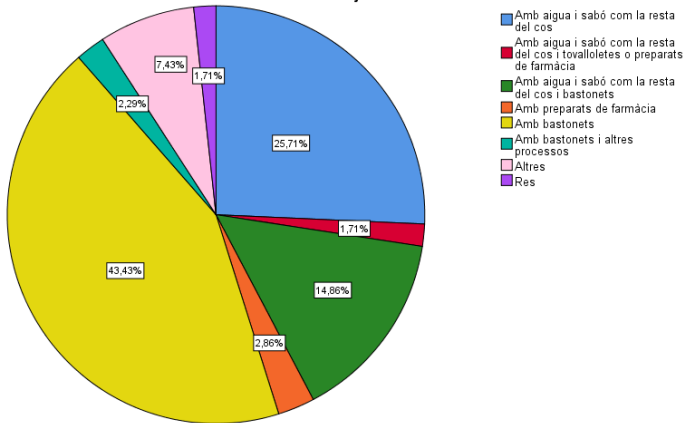
Acostumes a anar a la discoteca o a esdeveniments musicals?



Si hi vas, amb quina freqüència i sols anar?



Com tens cura a l'hora de netejar-te les orelles?



Frases dels participants utilitzades per **els núvols de paraules**, quan la resposta és correcta (**figura 60**):

"Primer em voldria informar sobre que és necessari per condicionar l'aula i després la posaria segons les meves creences:

- Espai de lectura- Catifes- Coixins- Suro- Finestres- Espaciosa- La paret pintada""- Sostres baixos i plans- Espai ample i lluminós

- Mobiliari ben repartit per l'aula"

Que no fos massa gran llarga per evitar que els alumnes del final no escoltessin, que el sostre tendís a ser baix i no sé ben bé que més potencia una bona audició.

Que estigués lluny dels carrers i dels cotxes

Que permeti una bona qualitat de so i per tant:

- Materials absorbents del so

Que no estigués buida, per tal que no es produeixi eco, que és molest a l'hora de fer classe.

Que les parets i els sostre no fossin rugosos, i si pogués ser que el sostre tingués forma de cúpula.

Que les parets fossin de guix, suro o fusta i rugoses, i que hi hagués finestres per deixar sortir el so i que l'espai fos més obert.

Una aula oberta amb molta llum d'un mida mitja amb el sostre baix per afavorir la transmissió de la veu.

Es tindria en compte el volum de persones que hi hauria d'haver per no fer la massa gran ni massa petita. Amb parets i sostres que absorbeixin el soroll, evitar mobles que dificultin la comunicació al mig de l'aula, portes i finestres adequades perquè no passi el soroll exterior.

Poder posar absorbent acústic en el sostre per tal d'evitar reverberacions.

- Posaria trampes de greus en cantonades de les parets i trampes d'aguts al llarg de les parets per tal d'evitar reflexos de freqüència no desitjables.

- Intentaria que la posició del professor o la dels alumnes fos òptima per tal que a tothom li arribi el so sense obstacles acústics.

- Que hi hagi finestres amb vidres absorbents de soroll.

- Que les parets siguin especials per absorbir el soroll i evitar que els sons del carrer penetrin a l'aula.

una aula àmplia, amb un sostre baix, amb unes parets que facin que s'escolti bé l'explicació de la mestre.

Una aula no molt gran, quadrada en lloc de rectangular, amb mobiliari i cortinatge.

Que les parets no siguin de pladur sinó d'algun material que no faci rebotar el so i que no permeti que el soroll del passadís o de les altres classes arribi a la nostra.

Els vidres de les finestres també haurien de ser gruixuts.

Finestres amb tancament hermètic o doble vidre.

Parets amb suro o insonorització.

Sostre en forma plana.

Materials de les parets i el sostre absorbents acústics.

Materials aïllants, parets rugoses o amb dibuixos en relleu com els d'una ouera.

Doble vidre a les finestres, cortines feixugues.

Finestres (que no donin al carrer, al pati sí), alguna paret amb suro, portes que no siguin de vidre, que sigui un espai ampli perquè els alumnes hi estiguin còmodes però que no sigui massa llarga (tenint en compte el lloc de la pissarra i el l'última fila de taules), amb el sostre pla, entre d'altres.

M'imagino una aula amb les parets folrades de suro perquè crec que aïlla el soroll i els cops. Les finestres haurien de ser de doble vidre per així no sentir el soroll del carrer.

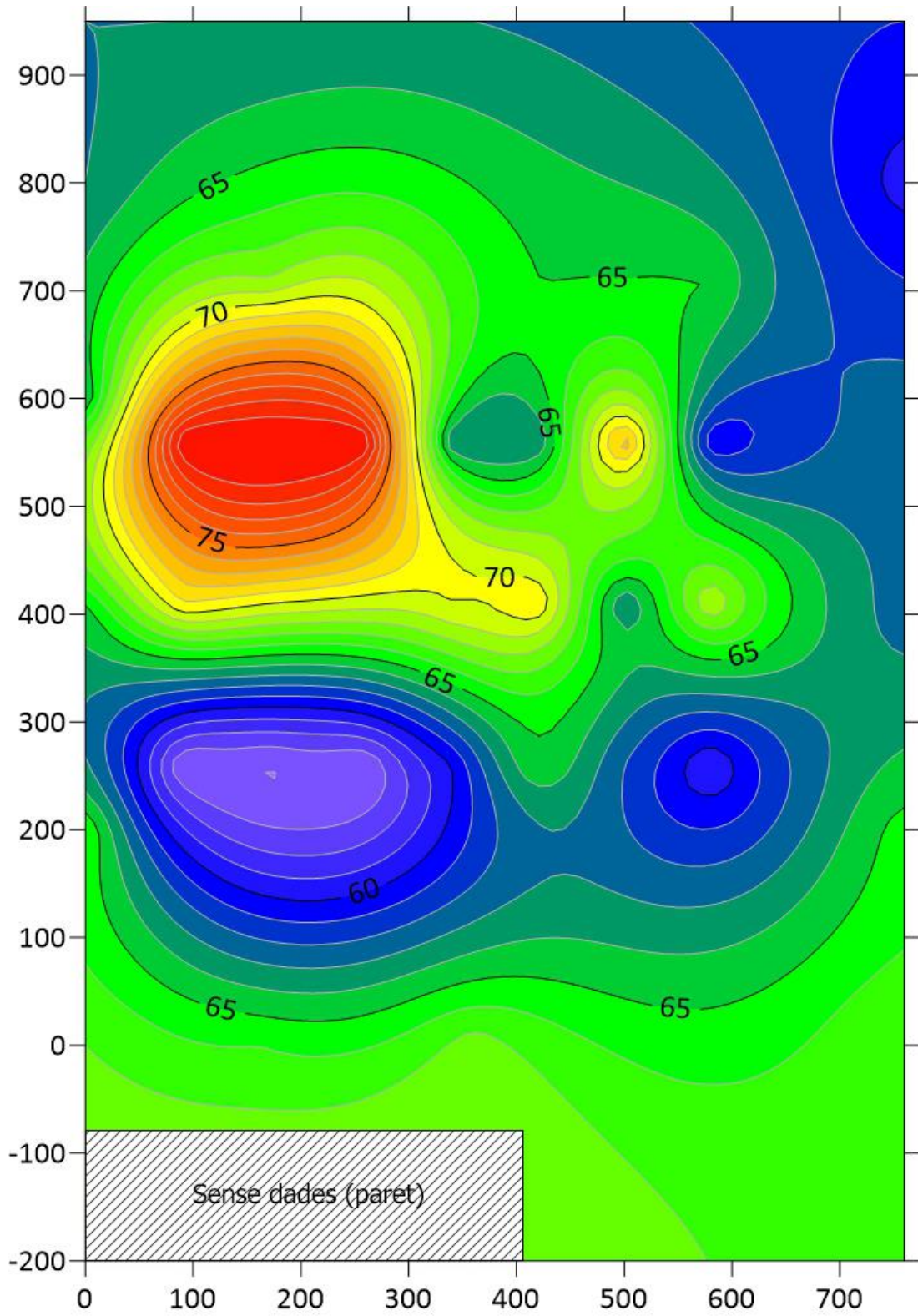
## Taules de freqüències del bloc de coneixements:

Què és per tu el SO?					
		Freqüència	Percentatge	Percentatge Vàlid	Percentatge acumulat
Vàlid	Definició física o biològica	25	,0	14,3	14,3
	Definició musical	3	,0	1,7	16,0
	Definició lingüística	19	,0	10,9	26,9
	Definició errònia	82	,0	46,9	73,7
	Definició errònia acompanyada de definició correcta	28	,0	16,0	89,7
	Tria més d'una definició correcta	6	,0	3,4	93,1
	No ho sé	12	,0	6,9	100,0
	Total	175	,0	100,0	
Perduts	Sistema	1048344	100,0		
Total		1048519	100,0		

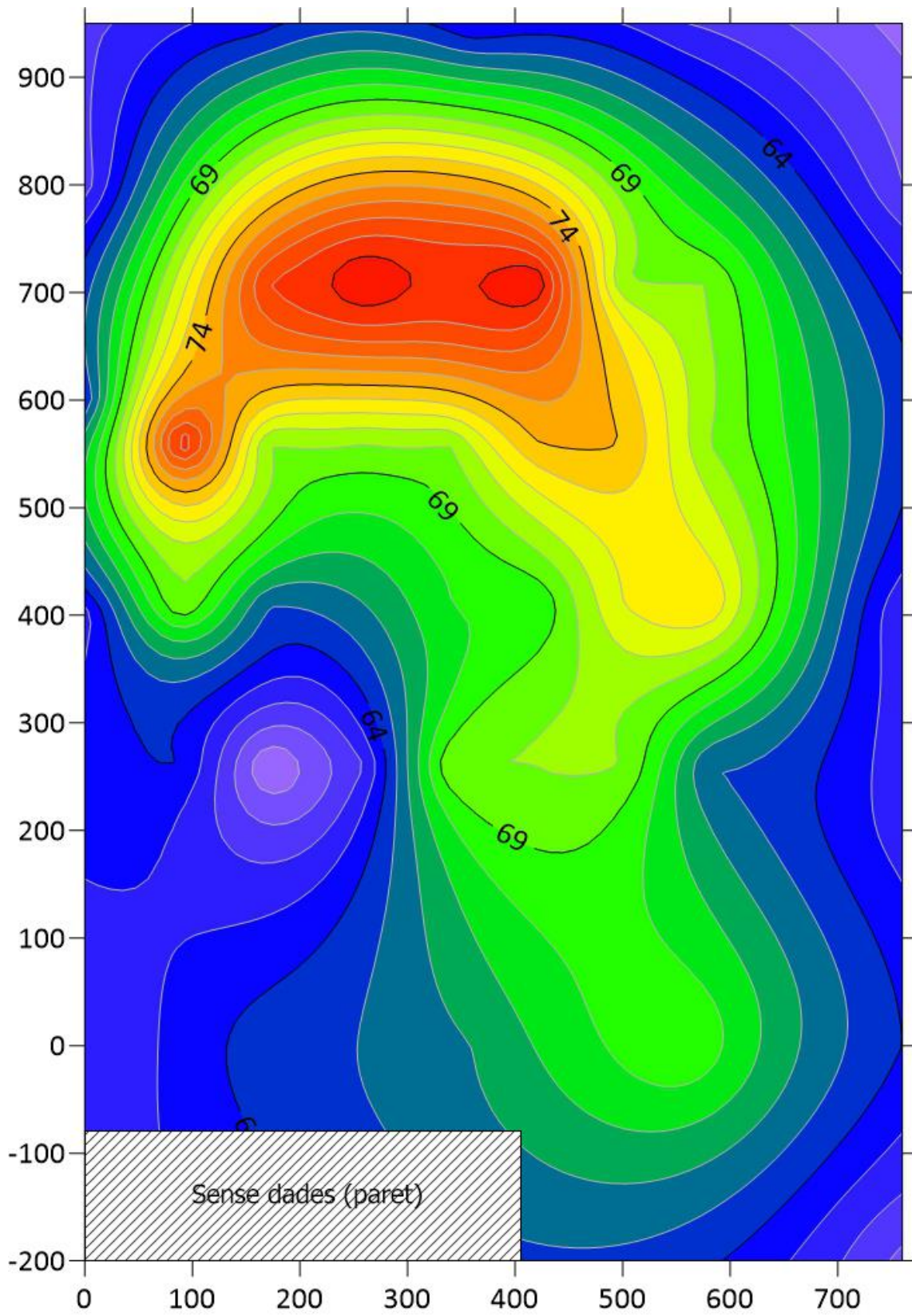
Què és per tu el SOROLL?					
		Freqüència	Percentatge	Percentatge Vàlid	Percentatge acumulat
Vàlid	Definició biològica	65	,0	37,1	37,1
	Definició general i musical	46	,0	26,3	63,4
	Definició lingüística	12	,0	6,9	70,3
	Definició errònia	14	,0	8,0	78,3
	Definició errònia acompanyada de definició correcta	9	,0	5,1	83,4
	Tria més d'una definició correcta	21	,0	12,0	95,4
	No ho sé	8	,0	4,6	100,0
	Total	175	,0	100,0	
Perduts	Sistema	1048344	100,0		
Total		1048519	100,0		



### Annex 3: Mapes sonors

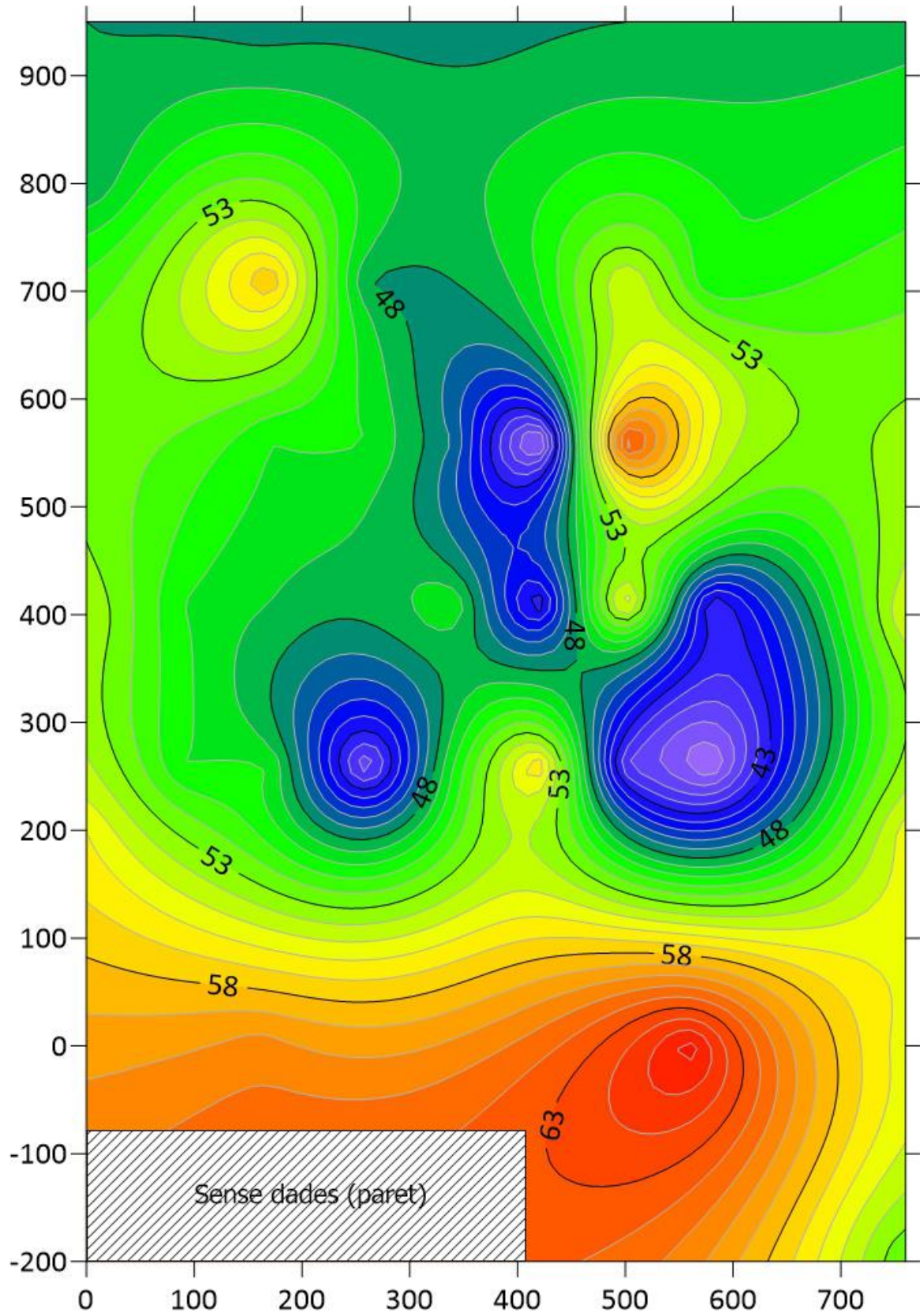


Mapa sonor en decibels d'una situació ambientació de trànsit en el Laboratori de Geologia. Grup D1

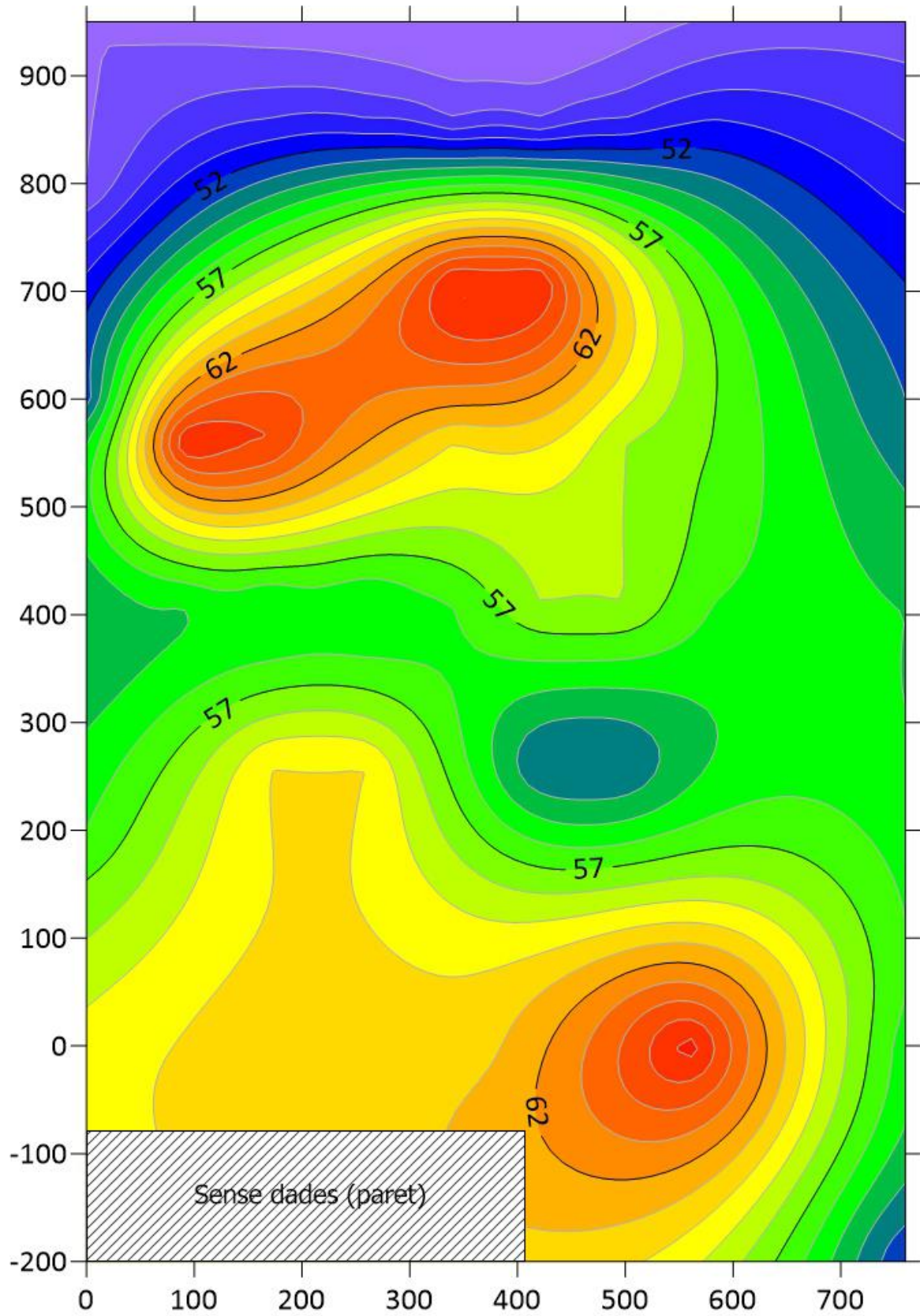


Mapa sonor en decibels d'una situació ambientació de tempesta en el Laboratori de Geologia.  
Grup D1



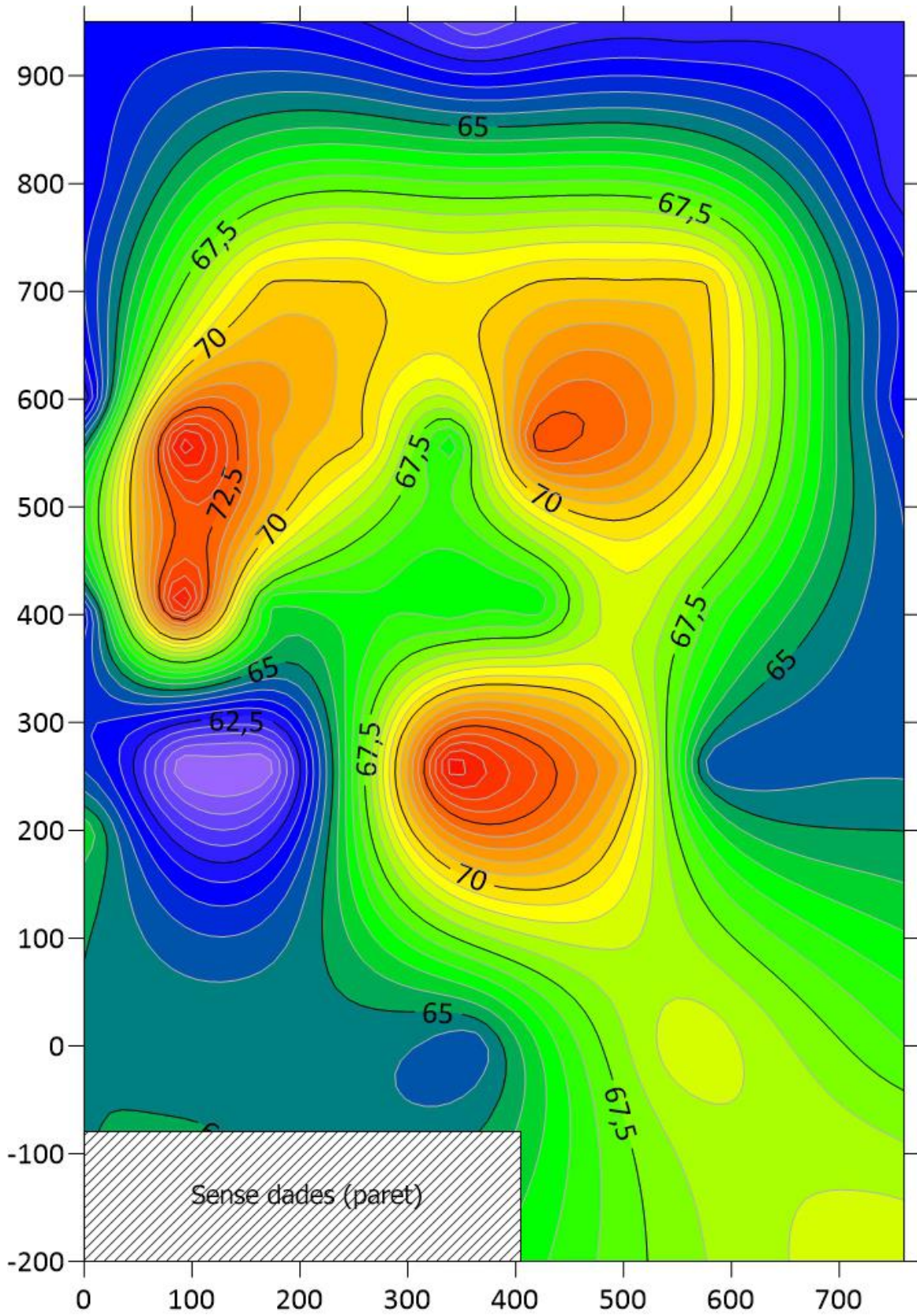


Mapa sonor en decibels d'una situació ambientació de pati a volum baix en el Laboratori de Geologia. Grup D1

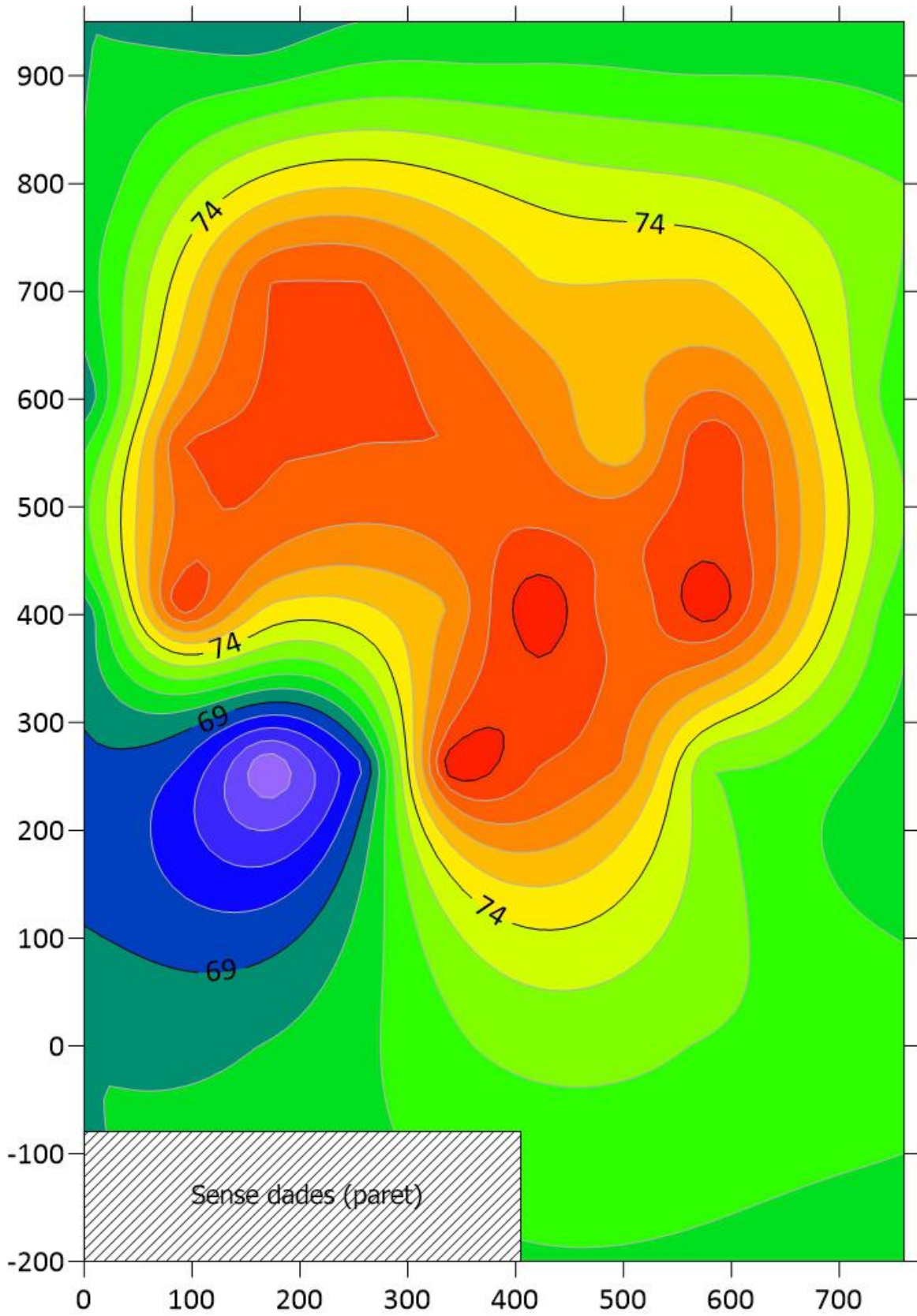


Mapa sonor en decibels d'una situació ambientació de pati a volum baix en el Laboratori de Geologia. Grup D2



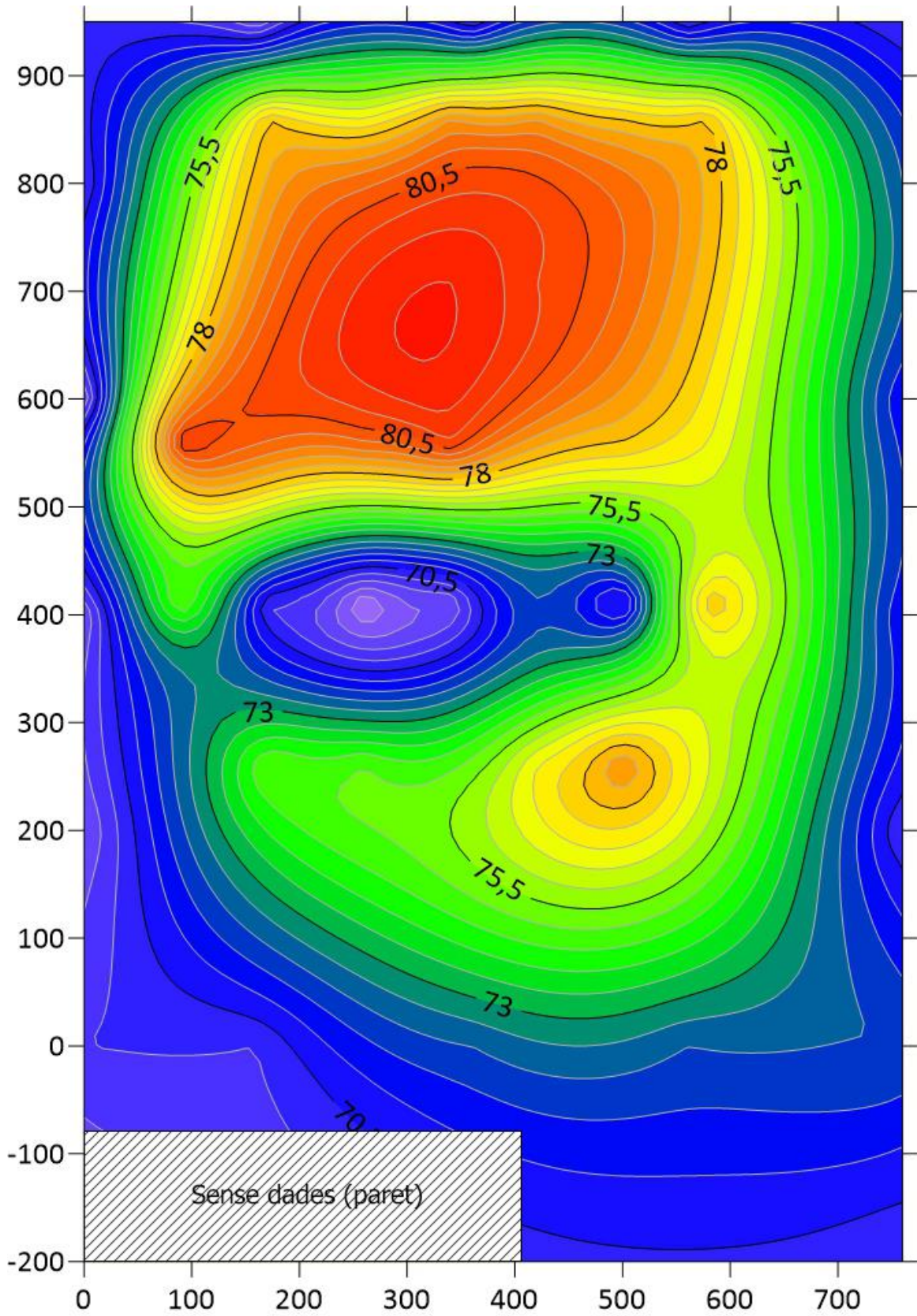


Mapa sonor en decibels d'una situació ambientació de pati a volum mitja en el Laboratori de Geologia. Grup D1

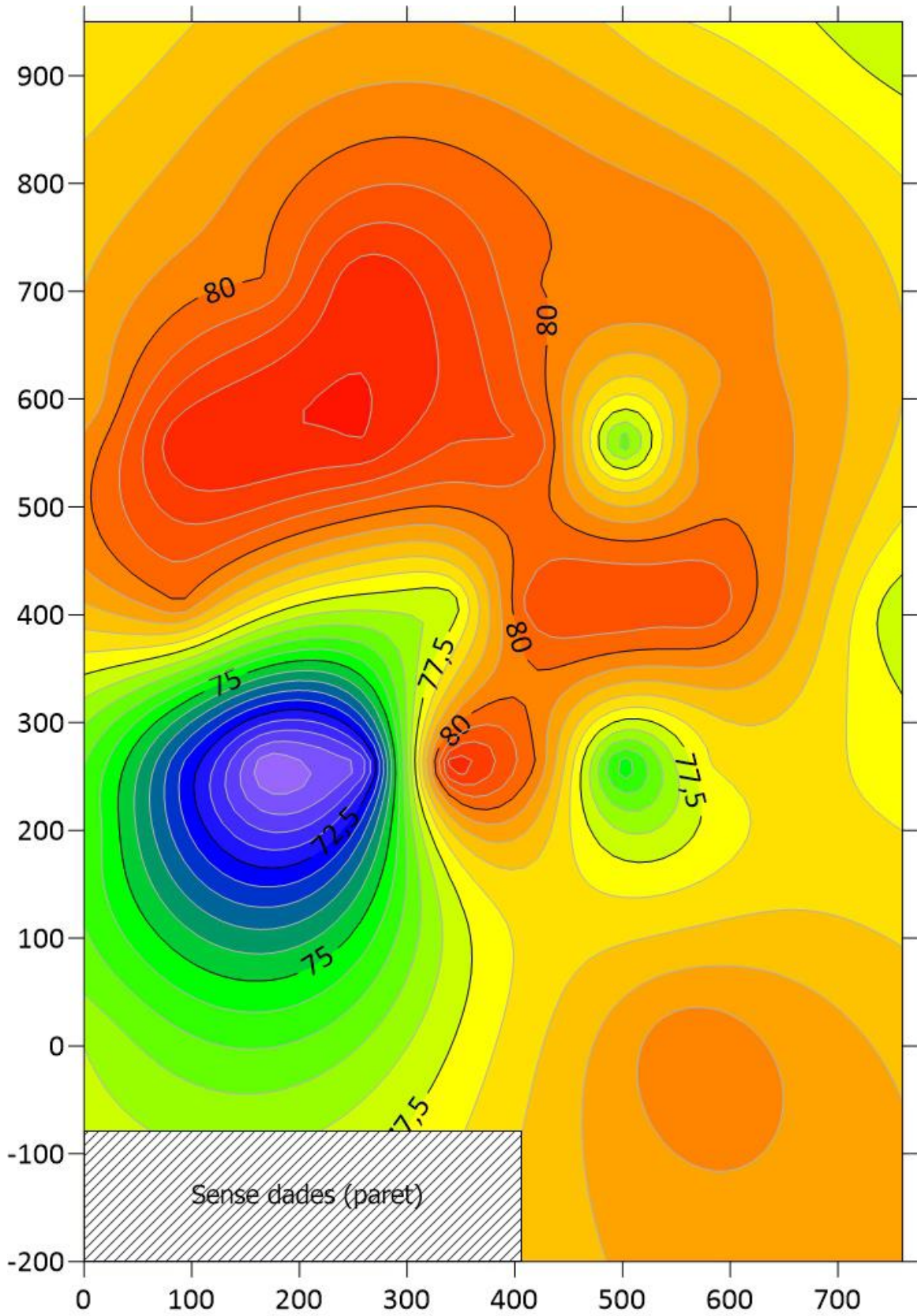


Mapa sonor en decibels d'una situació ambientació de pati a volum alt en el Laboratori de Geologia. Grup D1



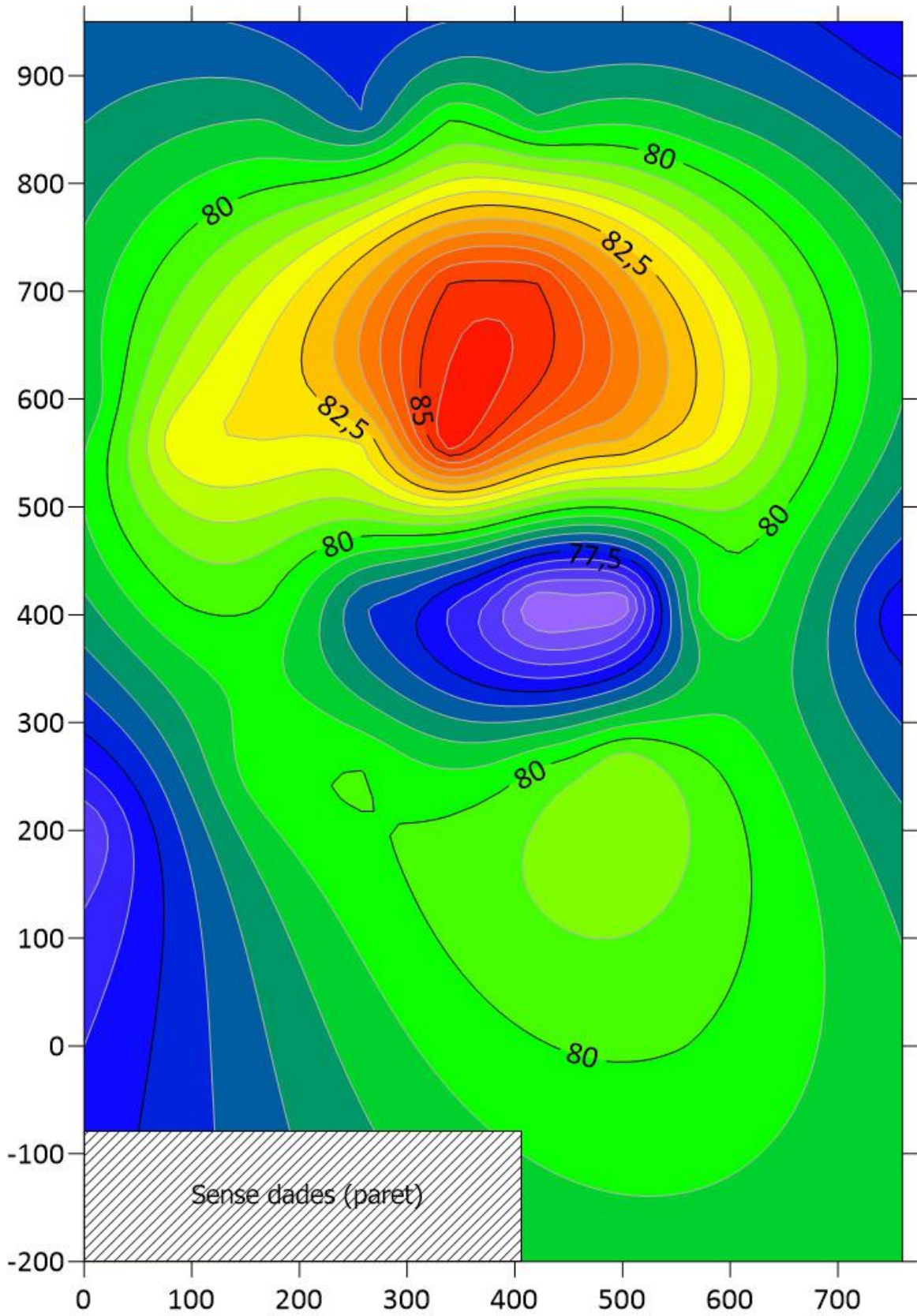


Mapa sonor en decibels d'una situació ambientació de pati a volum alt en el Laboratori de Geologia. Grup D2

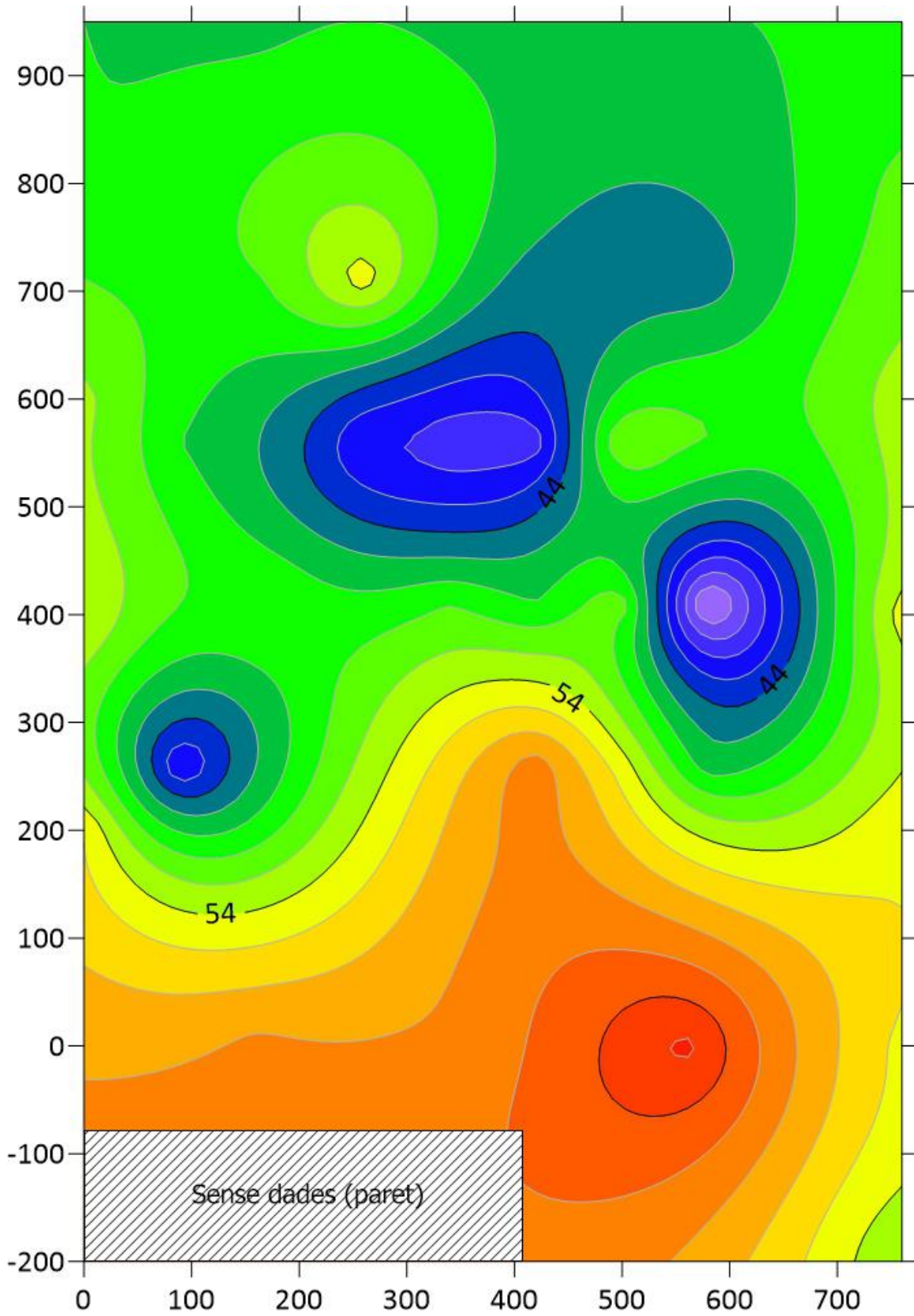


Mapa sonor en decibels d'una situació ambientació de pati a volum molt alt en el Laboratori de Geologia. Grup D1



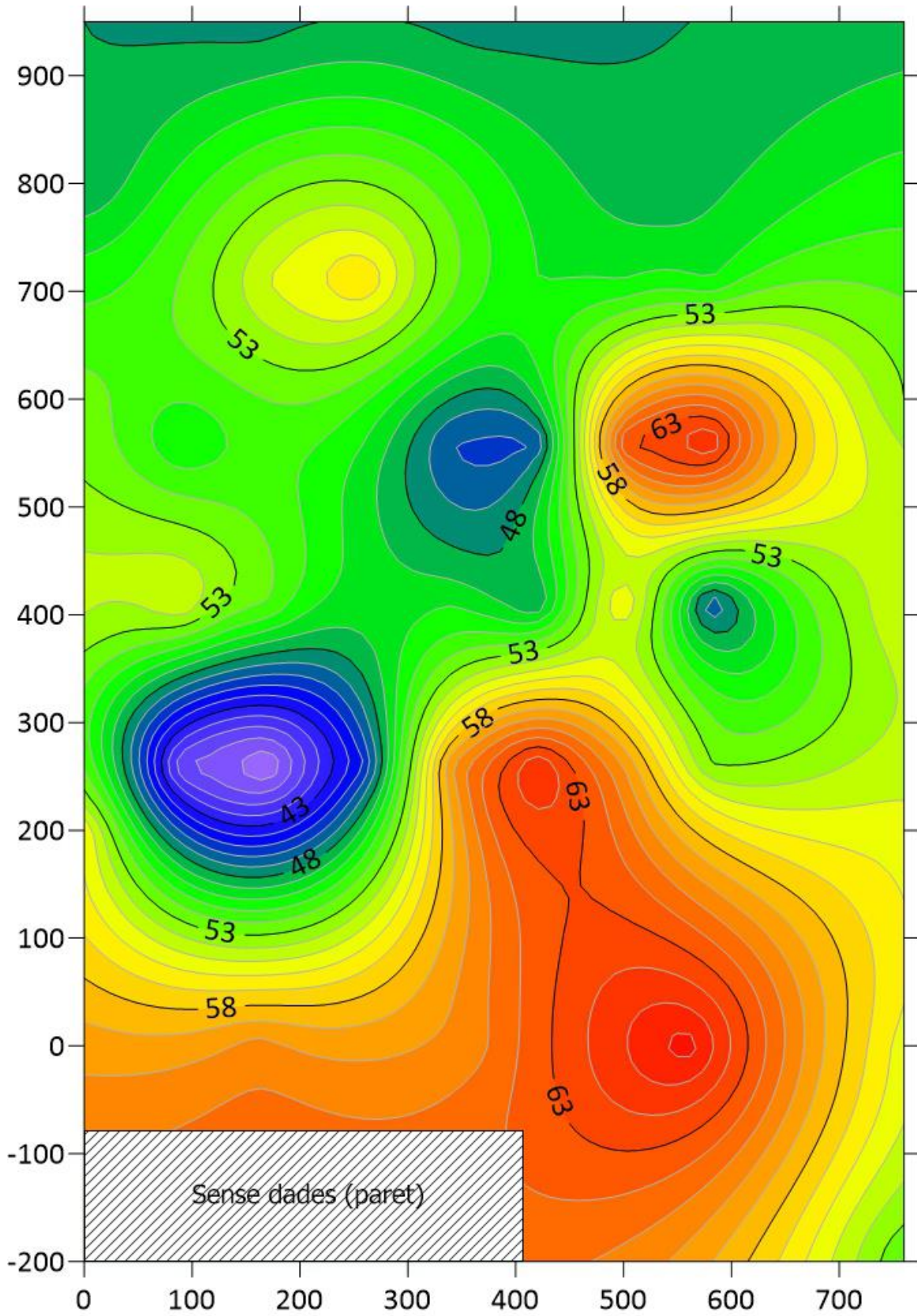


Mapa sonor en decibels d'una situació ambientació de pati a volum molt alt en el Laboratori de Geologia. Grup D2

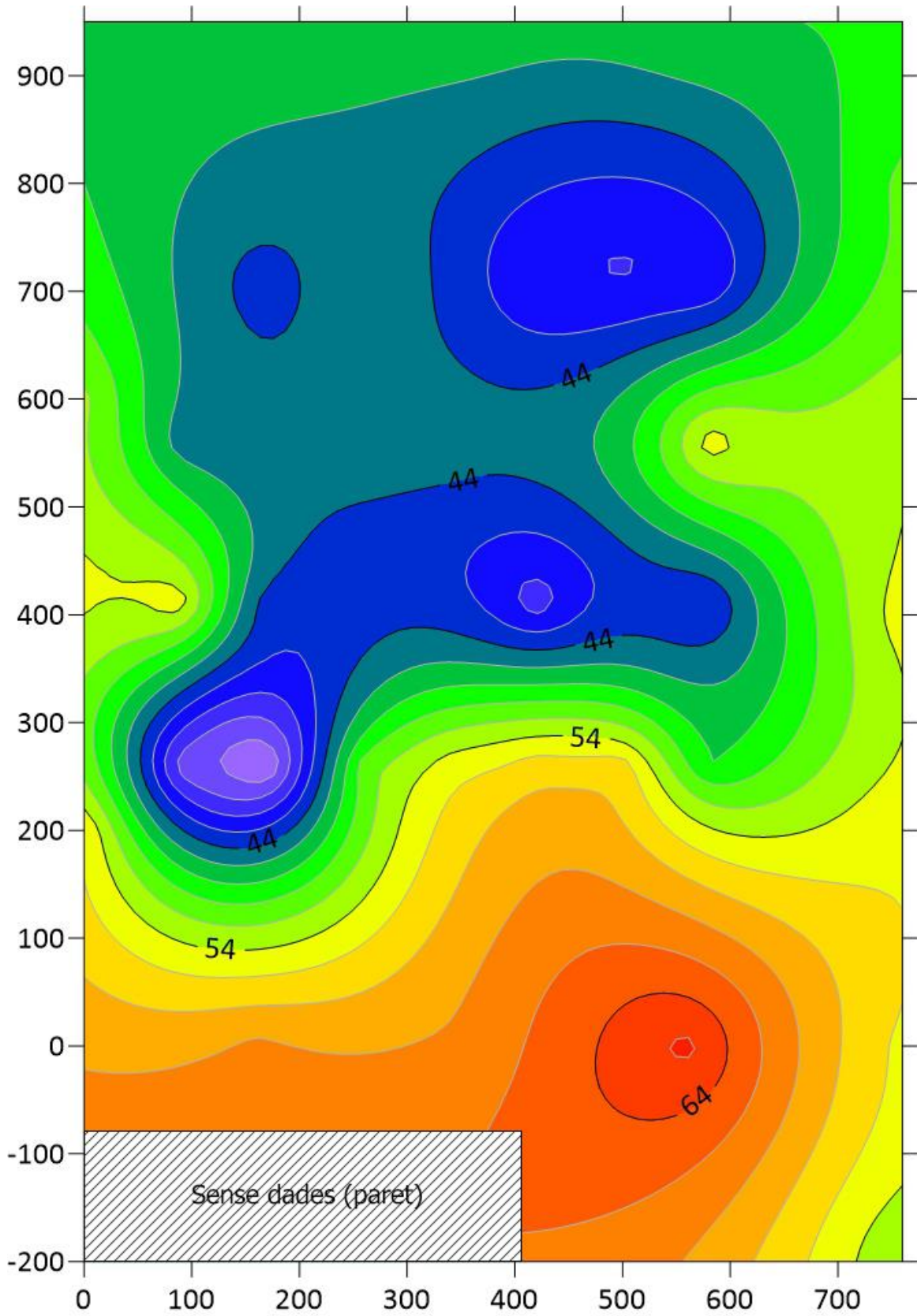


Mapa sonor en decibels posició de la professora asseguda en el Laboratori de Geologia. Grup D1





Mapa sonor en decibels posició de la professora dreta en el Laboratori de Geologia. Grup D1

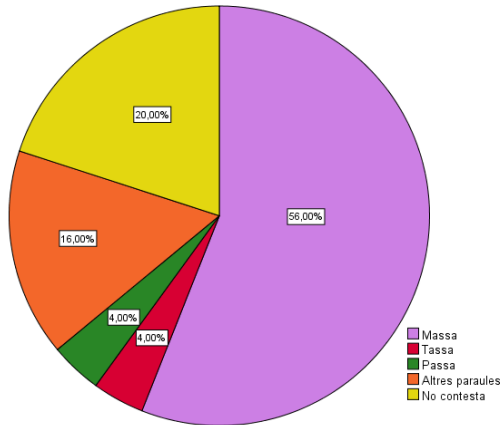


Mapa sonor en decibels posició de la professora d'esquena en el Laboratori de Geologia. Grup D1

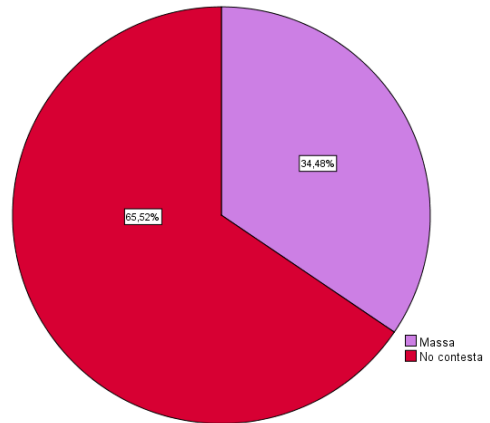
## Annex 4: Resultats paraula clau, pràctica percepció sonora

La resposta correcta (paraula clau) que diu la professora és de color lila en els diferents diagrames de sectors, pels grups classe D1 i D2 d'AECN del curs 2020-2021:

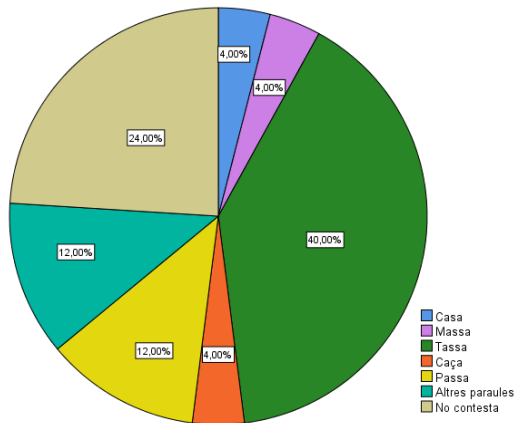
Transit 60\_1D



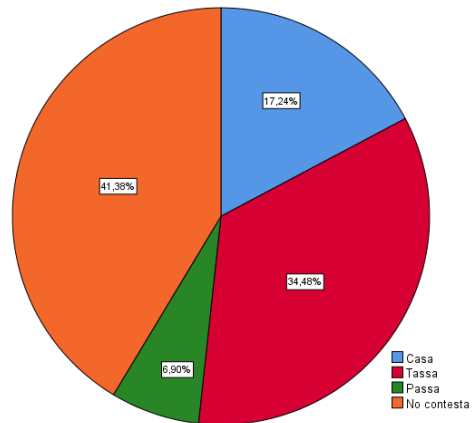
Transit 60\_2D



Tempesta 60\_1D

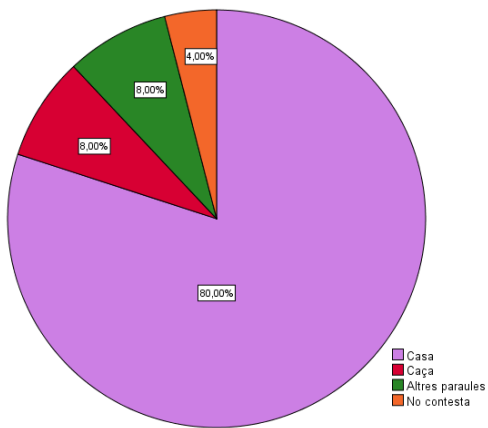


Tempesta 60\_2D

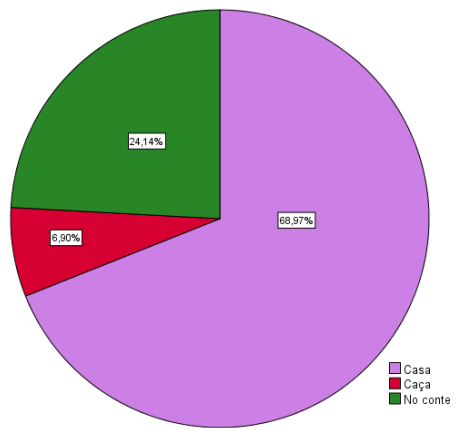


## Annexos

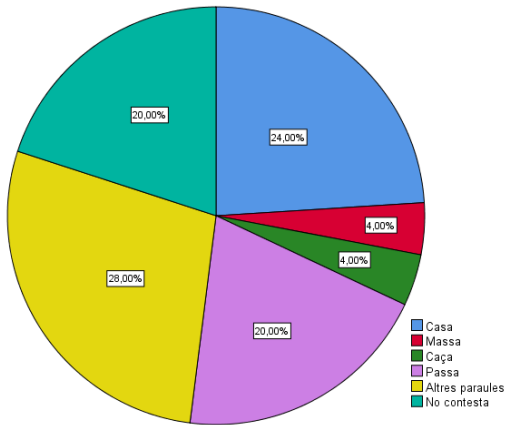
Pati 35\_1D



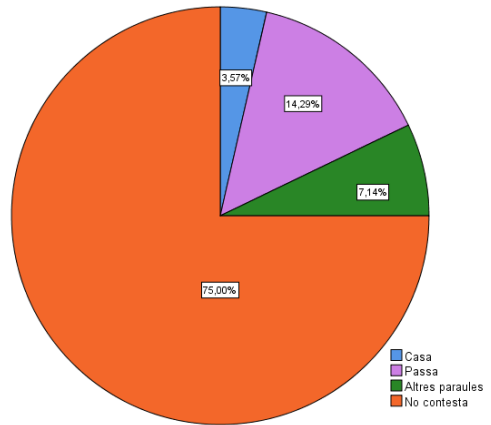
Pati 35\_2D



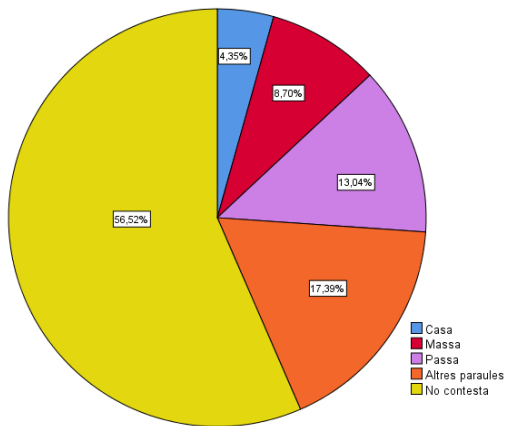
Pati 60\_1D



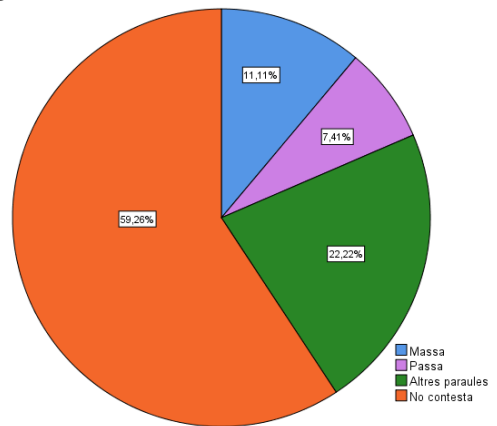
Pati 60\_2D



Pati 70\_1D

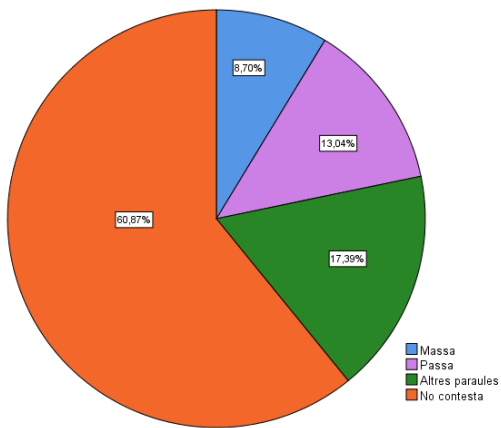


Pati 70\_2D

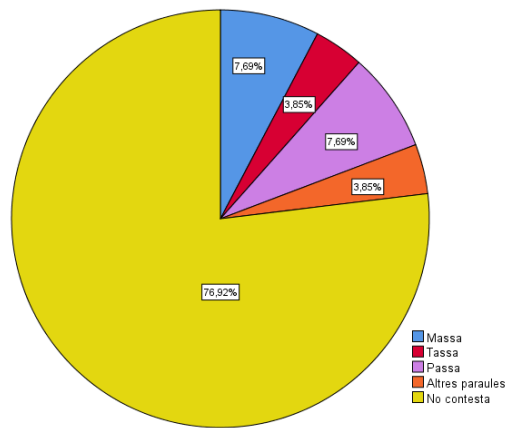


# Annexos

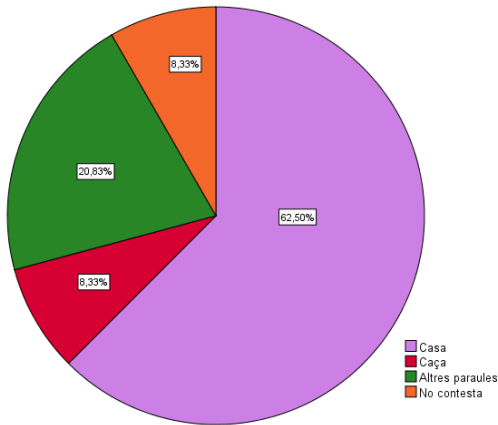
Pati 80\_1D



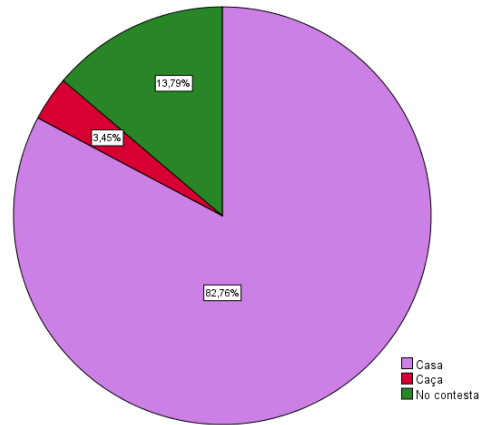
Pati 80\_2D



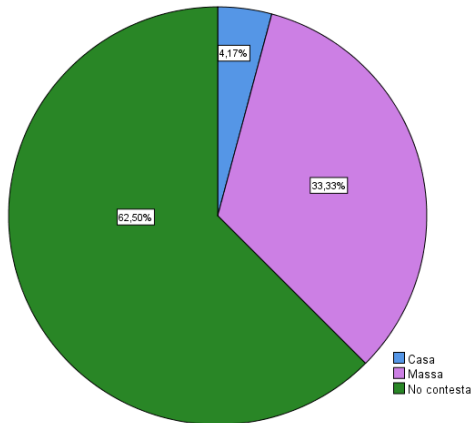
Dret\_1D



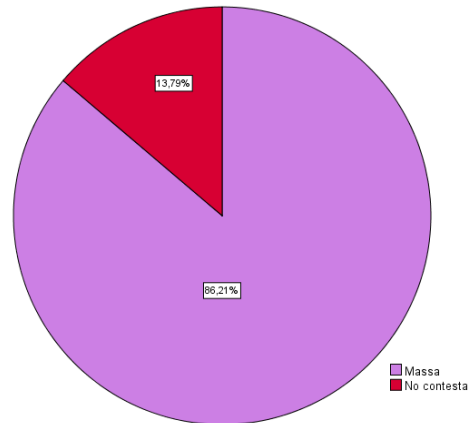
Dret\_2D



Assegut\_1D

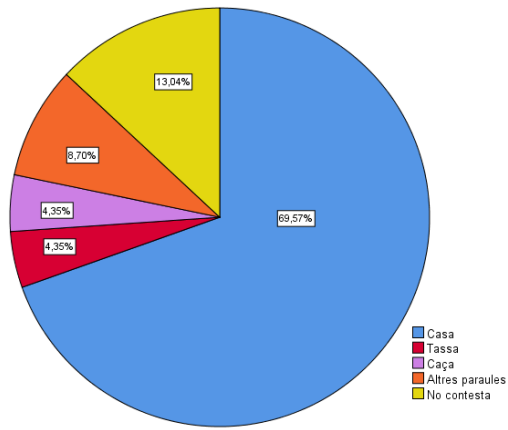


Assegut\_2D

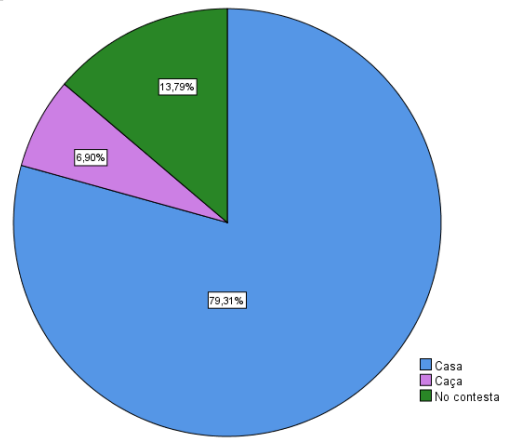


# Annexos

Esquena\_1D



Esquena\_2D

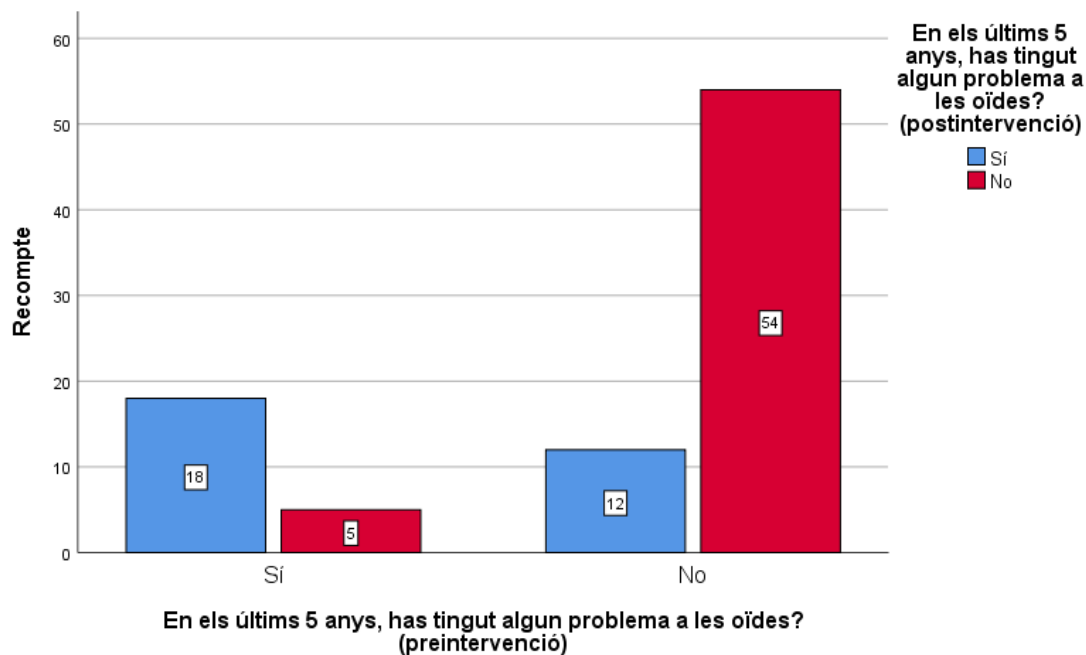
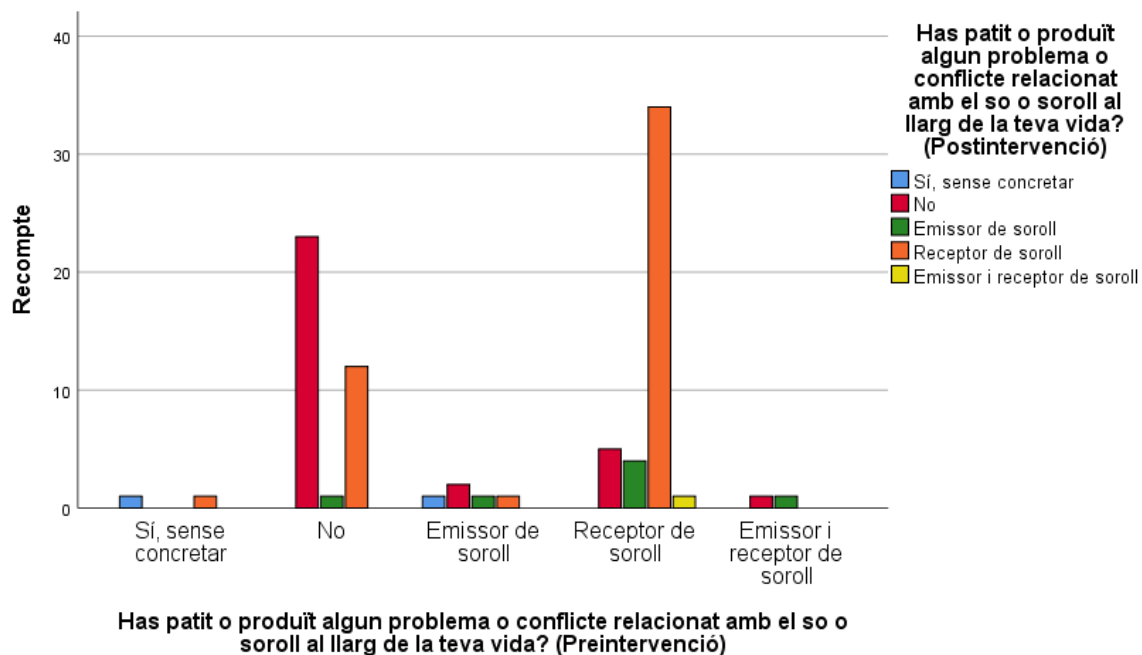




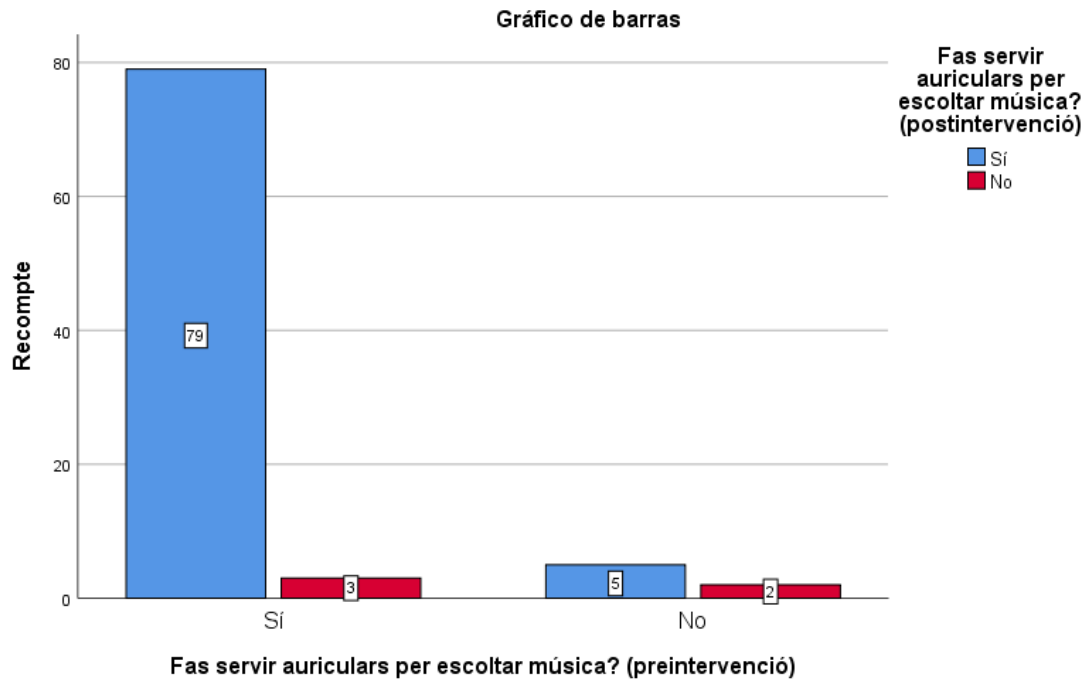
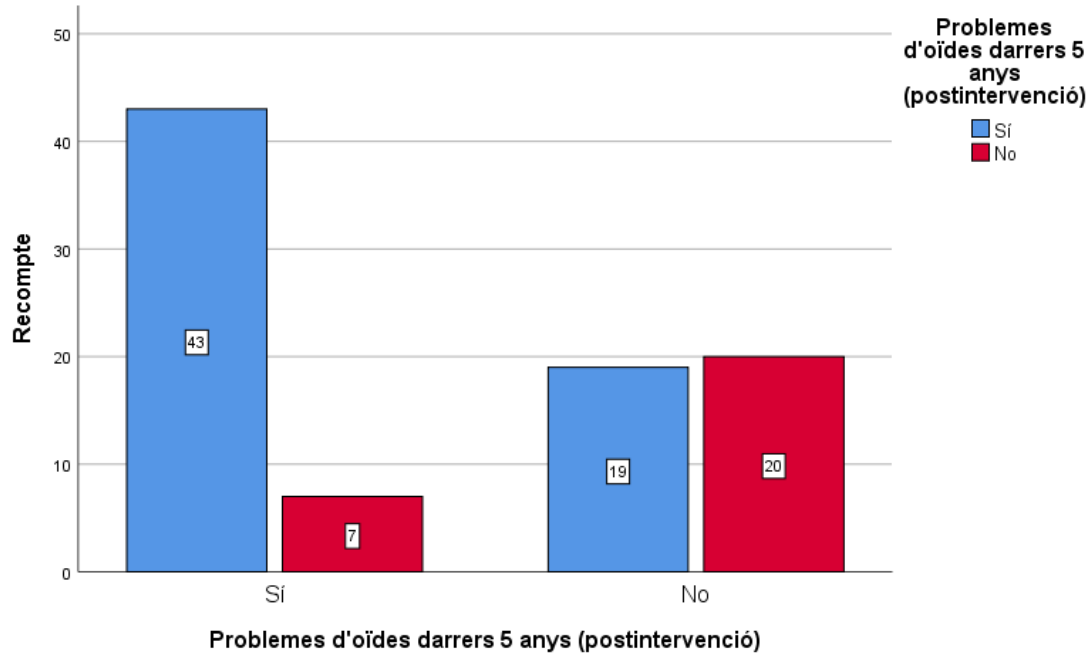
## Annex 5: Resultats estadístic anàlisi relacional

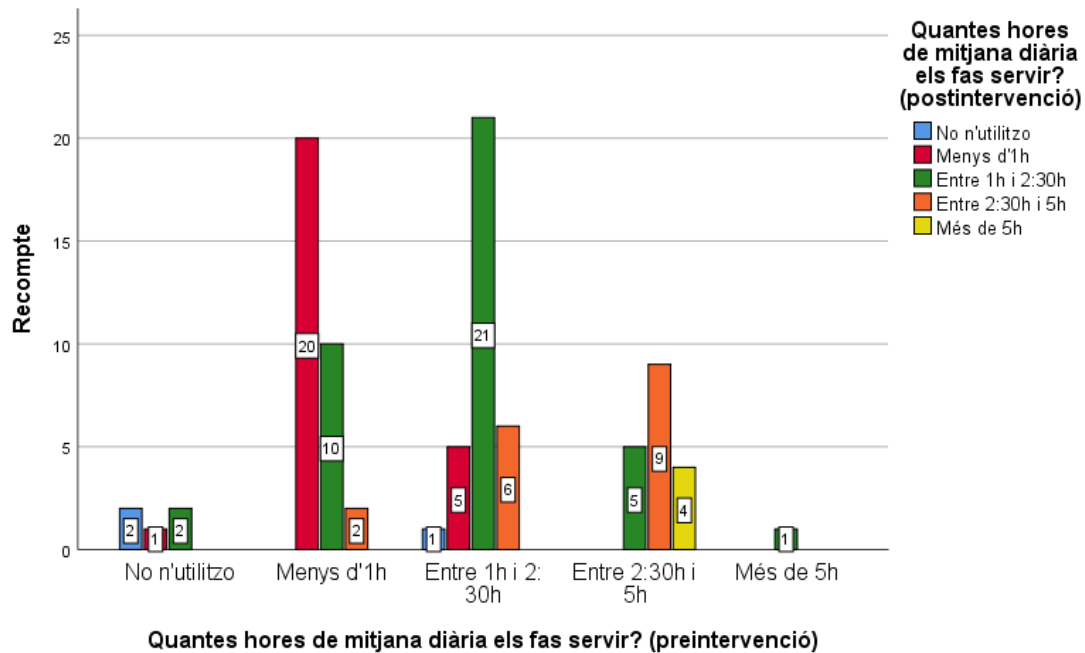
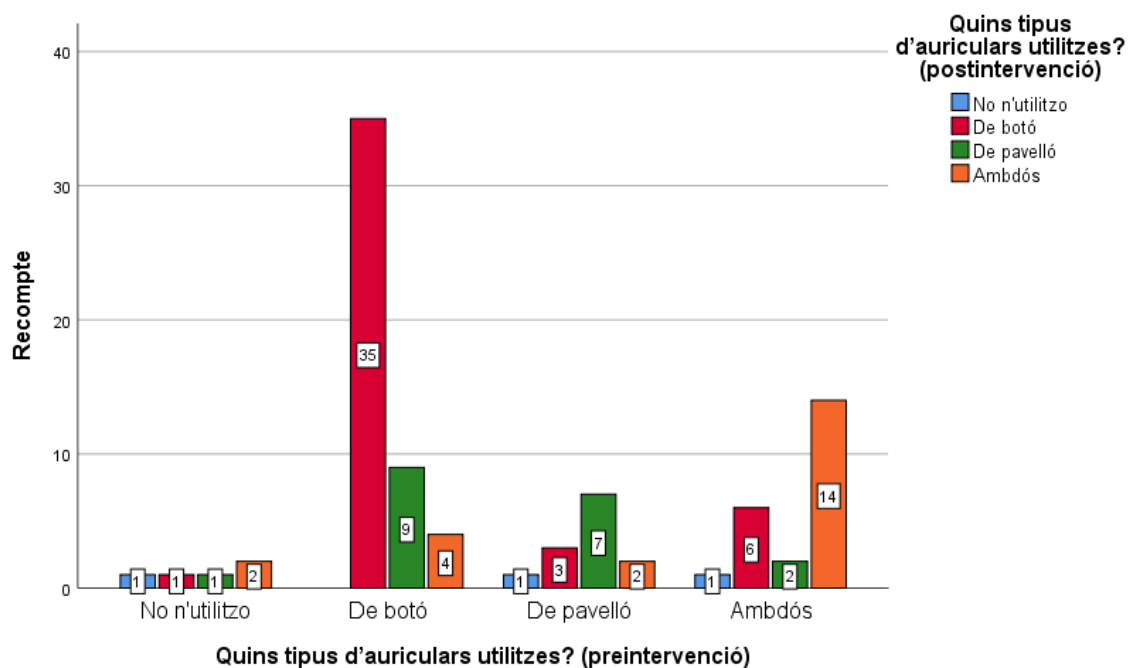
Diagrames de barres creuats abans i després de la intervenció de diferents qüestions tractades.

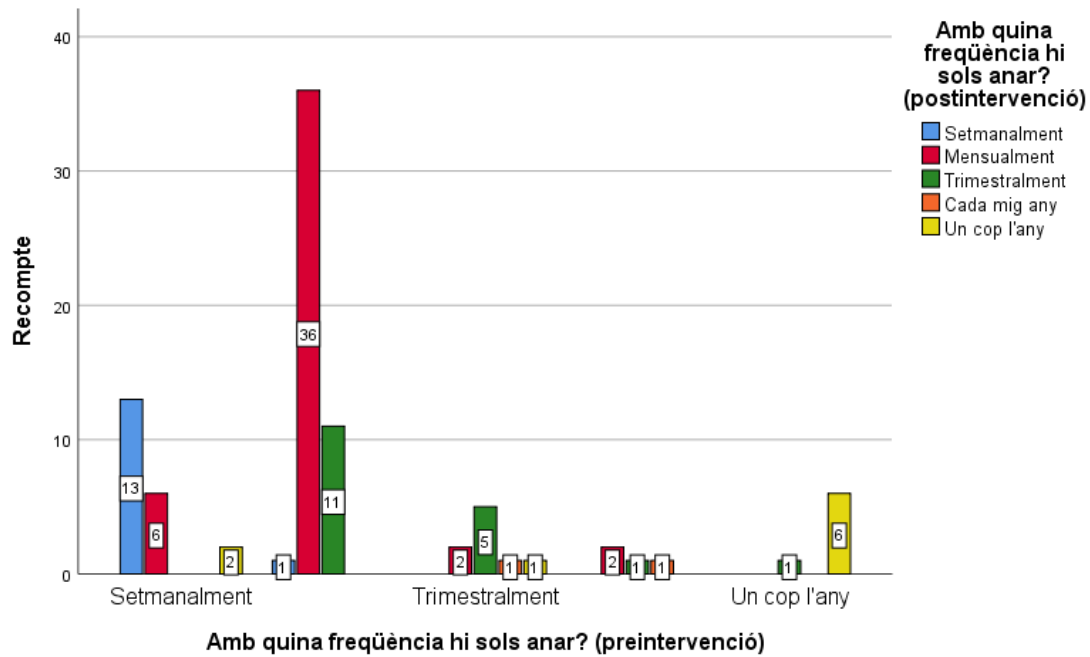
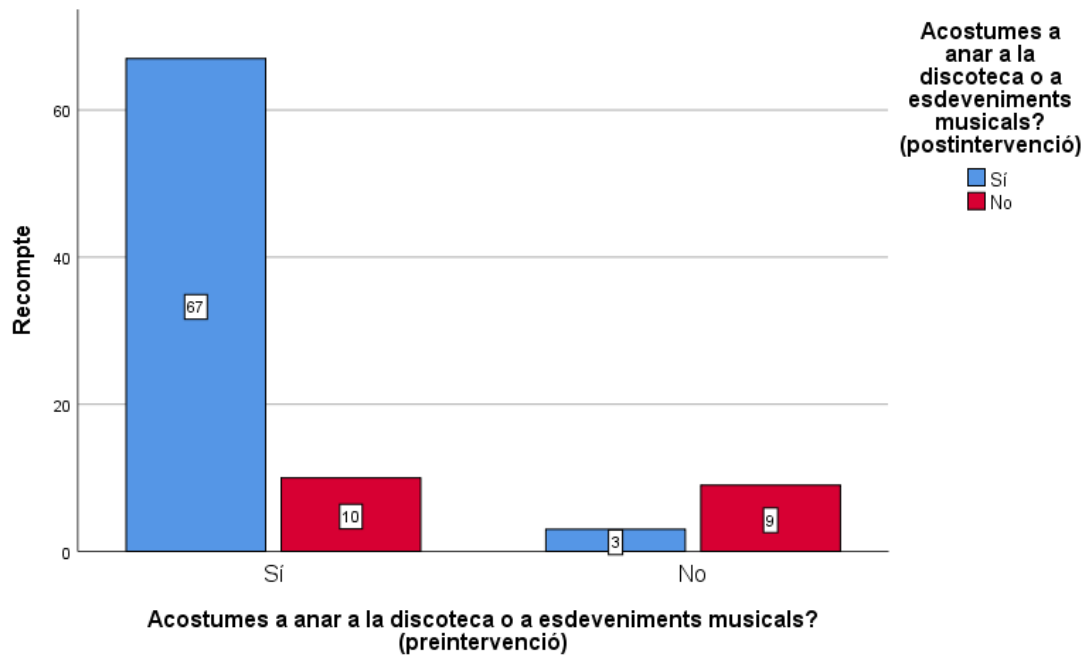
### Bloc antecedents i hàbits

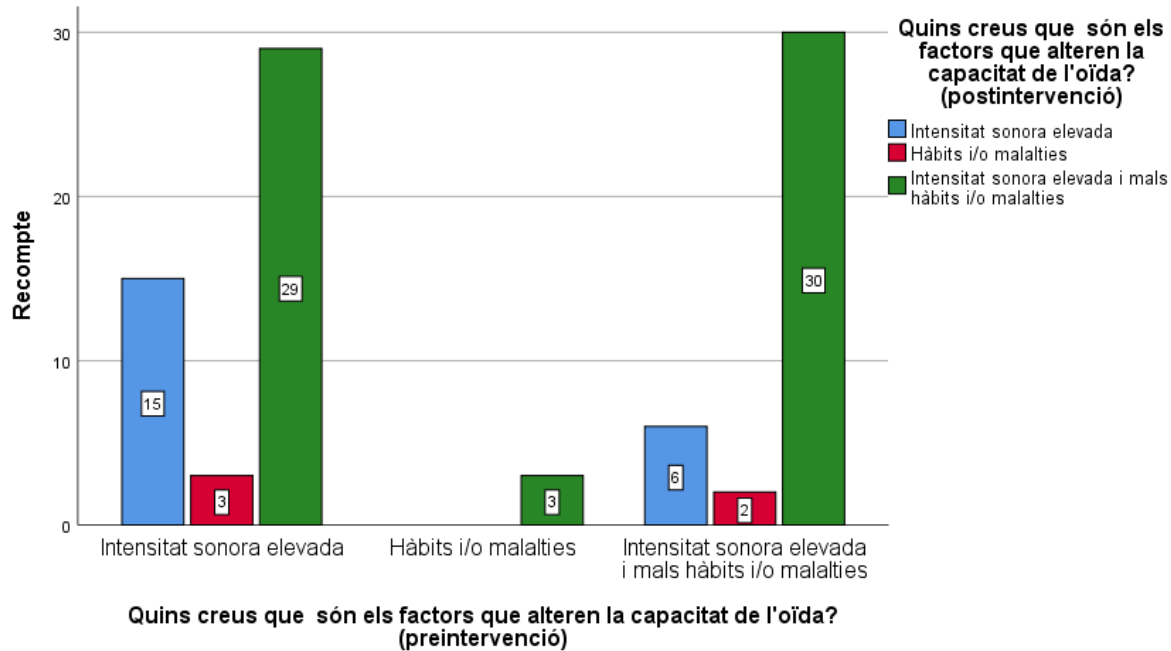
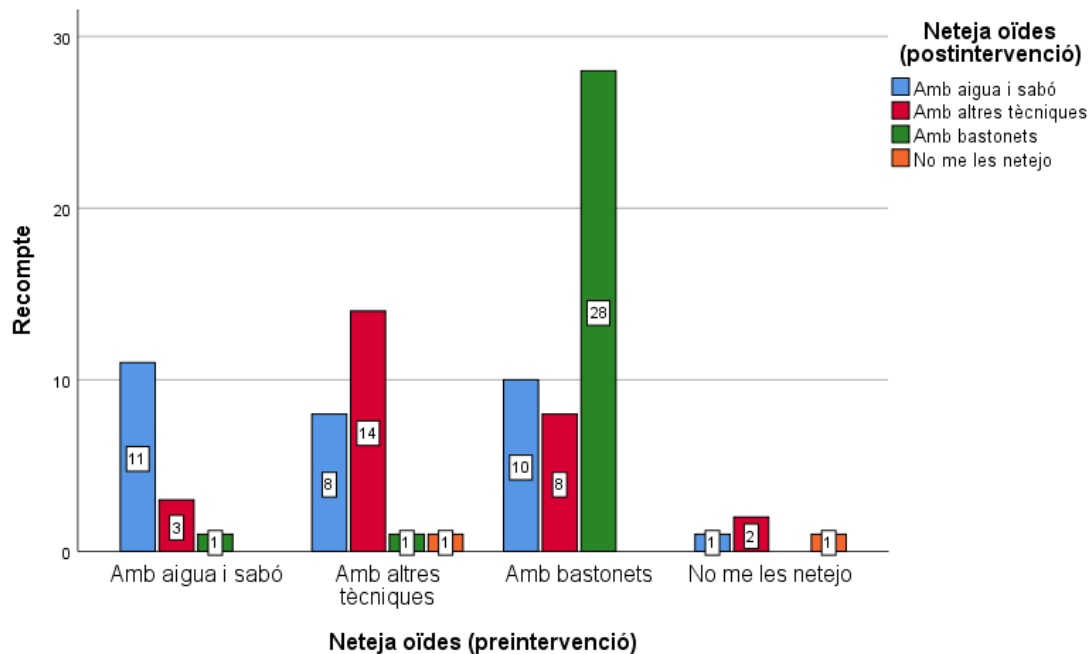


Annexos









**Bloc coneixement**

Annexos

