



Universitat de les Illes Balears

Facultat de Ciències

Memòria del Treball de Fi de Grau

Estudi comparatiu de l'adquisició dels distints tipus d'oïda absoluta abans de la maduresa cognitiva

*Maria Magdalena Flexas Morey

*Grau de Bioquímica

Any acadèmic 2017-18

Treball tutelat per Boris A. Kleber
Department of Clinical Medicine – Center for Music in the Brain, Aarhus University

S'autoritza la Universitat a incloure aquest treball en el Repositori Institucional per a la seva consulta en accés obert i difusió en línia, amb finalitats exclusivament acadèmiques i d'investigació	Autor		Tutor	
	Sí	No	Sí	No
	X		X	

Paraules clau del treball:

Oïda absoluta, *overt absolute pitch*, *latent absolute pitch*, entrenament musical, desenvolupament cognitiu infantil.

Contingut

1	Abstract	1
1.1	Paraules clau	1
2	Introducció.....	2
2.1	Introducció a l'oïda absoluta.....	2
2.1.1	En quant al latent absolute pitch.....	2
2.1.2	Hipòtesis sobre l'etiologia de l'AP	3
2.2	Període sensible pel desenvolupament de l'AP.....	4
2.3	Teoria de l'Aprenentatge Musical	4
3	Objectiu de l'estudi	5
4	Metodologia.....	5
4.1	Experiment 1	5
4.1.1	Mètode	5
4.1.2	Participants.....	6
4.1.3	Materials.....	6
4.1.4	Estímul i procediment	6
4.2	Experiment 2.....	7
4.2.1	Mètode	7
4.2.2	Participants.....	7
4.2.3	Materials.....	7
4.2.4	Estímul i procediment	8
4.3	Aspectes generals.....	9
5	Resultats.....	10
6	Discussió.....	13
6.1	Experiment 1	13
6.2	Experiment 2.....	14
6.3	Discussió general i conclusió	14
6.3.1	Limitacions de l'estudi i qüestions obertes a futures investigacions	15
7	Agraïments	17
8	Bibliografia	18

1 Abstract

L'oïda absoluta (OAP) es refereix a l'habilitat de reconèixer un determinat so sense cap referència externa i s'ha atribuït a un grup reduït de músics. També existeix un altre tipus d'oïda absoluta específica per melodies familiars (LAP), que està àmpliament estesa entre la població general. Hi ha autors que proposen que l'entrenament musical és un factor determinant pel desenvolupament de l'OAP, però no pel LAP.

L'objectiu principal d'aquest estudi és determinar l'adquisició de l'OAP i el LAP en l'edat infantil. S'hipotetitzava que l'aprenentatge musical és un tret necessari per desenvolupar OAP, però pot no ser tant important pel LAP.

Els participants de l'estudi són 52 nins/es de 5 anys. Es va elegir aquesta edat en funció a evidències que estableixen un període sensible del desenvolupament cognitiu entre els 5-7 anys, durant el qual s'és més receptiu a desenvolupar una habilitat. Els participants se separaren en dos grups, segons haguessin tingut un entrenament musical previ (SM) o no (NM).

El grup SM obtingué millors resultats que el grup NM en el test per determinar l'OAP. Els dos grups obtingueren valors similars en el test per la identificació del LAP. Els resultats suggereixen que tant l'OAP com el LAP podrien estar desenvolupats en individus de 5 anys. Es proposa que l'entrenament musical pot ser determinant pel desenvolupament de l'OAP, sent factors condicionants la metodologia d'estudi de la música i l'inici primerenc d'aquest entrenament.

Temes com el procés d'adquisició del LAP i les condicions necessàries pel seu desenvolupament, així com la seva relació amb l'OAP, i les implicacions de la seva adquisició a nivell cognitiu són qüestions que queden obertes a futures investigacions.

1.1 Paraules clau

Oïda absoluta, *overt absolute pitch*, *latent absolute pitch*, entrenament musical, desenvolupament cognitiu infantil.

2 Introducció

2.1 Introducció a l'oïda absoluta

L'estudi científic i l'interès del públic en general sobre la cognició musical ha anat augmentant considerablement en el transcurs dels darrers anys. És evident que la música és alhora un art i una eina social que ha jugat un paper fonamental en l'evolució de l'home com a espècie ja des de la prehistòria. De fet, el primer instrument musical descobert té més de 43.000 anys d'antiguitat, època en la que la distribució d'energia, utensilis i temps era vital per a la supervivència.

Un dels primers monogràfics científics publicats sobre la implicació de la música en els éssers humans data de l'any 1901 i se centra en el tractat de l'oïda absoluta ¹. L'oïda absoluta o perfecta (AP, de l'anglès *absolute pitch*) se defineix com l'habilitat d'identificar un gran nombre de tons musicals pel seu nom i ser capaç de reproduir-los sense utilitzar cap so de referència externa ²⁻⁴, sent probablement una habilitat cognitiva que posseeixen sols una minoria de músics ⁵. Per tant, les persones amb AP tenen internalitzats els sons de referència i són capaces de mantenir representacions estables del to en la memòria a llarg termini ^{3,6}.

És difícil establir una única definició per l'AP. De la mateixa manera, es fa complicat determinar un sol mètode per a la seva determinació, ja que entre els primers estudis era habitual que cada investigador utilitzés la seva pròpia metodologia o inclús no és estrany l'auto-adjudicació del mateix participant de tenir AP. A més, la majoria de les proves generalment utilitzades per determinar l'AP consisteixen en identificar un so pel nom de la nota musical que li correspon, el que inevitablement condueix a un biaix degut a principalment tres inconvenients. En primer lloc, s'obtenen resultats que estan condicionats per la metodologia, que és diferent en cada cas. En segon, és indispensable que el subjecte tengui coneixements musicals per participar en l'estudi, per tant, queden excloses la resta de persones. I per últim, la familiarització amb la cultura musical occidental també s'ha de tenir en consideració, ja que cada cultura té els seus sons, intervals i mètrica característics, el que habitua l'oïda a unes freqüències millor que altres. En conseqüència, la prevalença de l'AP és variable segons la metodologia utilitzada i la mostra de participants.

No obstant, s'estima que la prevalença de l'AP és d'1:10.000 entre la població en general i $\leq 1:1.500$ entre els músics⁴. Si bé, el primer estudi estadístic que es va du a terme apunta que un 15% dels músics té AP ⁷. Un altre estudi determina la prevalença segons el grau i lloc d'estudi, sent un 24,6% entre els alumnes de conservatori professional, un 7,3% entre els alumnes d'una universitat amb un programa musical, i un 4,7% dels músics universitaris d'art els que posseeixen AP ⁵.

2.1.1 En quant al latent absolute pitch

Contrastant amb les dades presentades, hi ha estudis que suggereixen que existeix una forma latent d'oïda absoluta que és específica per a les melodies conegudes. El *latent absolute pitch* (LAP, de la seva paraula en anglès) fa referència a l'habilitat de retenir en la memòria de manera absoluta la tonalitat d'una cançó o melodia familiar, en absència d'informació de les associacions entre els tons individuals (intervals) que formen la melodia ni del nom dels tons. Els mateixos autors que definiren el LAP, encunyaren el terme *overt absolute pitch* (OAP) per fer referència al nom "*absolute pitch*" que fins al moment s'havia estat utilitzant per tal d'evitar confusions ^{3,8}.

Les melodies poden ser recordades en termes relatius del to, com també en funció de la tonalitat de la melodia. Per tant, la memòria per les melodies implica tant l'habilitat de

relacionar els tons que componen una melodia com el fet de conèixer el to absolut de cadascuna de les notes que la formen ⁸.

Destaca que el LAP és una habilitat que està àmpliament estesa entre la societat adulta i pareix ser que ja des de la infantesa ^{8,9}. Si bé, encara no s'ha proposat cap hipòtesis clara sobre la seva etiologia i se'n coneix ben poc pel que fa al seu origen, desenvolupament i correlació amb l'OAP.

La metodologia utilitzada en el present estudi se centra en determinar si els participants han desenvolupat l'OAP i el LAP.

2.1.2 Hipòtesis sobre l'etiologia de l'AP

Els primers investigadors atribuïren l'AP a una habilitat innata especial que està present des del naixement. Es va proposar la hipòtesis genètica, que defensa que sols aquelles persones que heredin uns determinats trets genètics podran demostrar l'habilitat d'anomenar les notes musicals en termes absoluts. De la mateixa manera, aquelles persones que no tinguin aquest "gen AP" o conjunt de gens no podran desenvolupar mai l'AP, encara que realitzessin estudis musicals o practiquessin la identificació de tons i aprenguessin els seus noms musicals ^{4,10}.

Una visió similar a l'anteriorment exposada és la hipòtesis del des-aprenentatge, que explica que un major aprenentatge musical no contribueix necessàriament al desenvolupament de l'AP ¹. Segons aquesta idea, totes les persones tenen la capacitat de desenvolupar l'AP, però la gran majoria perd l'habilitat, proposant-se la poda neuronal durant el desenvolupament primerenc com una de les possibles causes ¹⁰.

Així mateix s'ha suggerit que la predisposició genètica és un tret necessari, però insuficient pel desenvolupament de l'AP. La hipòtesis de l'aprenentatge primerenc postula que totes les persones tenen el potencial de desenvolupar l'AP, però que només algunes arriben a aprendre aquesta habilitat. Concretament, de cada vegada més evidències apunten a que l'aprenentatge musical durant un període determinat durant la infància és un factor clau pel desenvolupament de l'AP ¹¹. Doncs, d'acord amb aquesta hipòtesis, l'AP es defineix com una habilitat cognitiva que se desenvolupa en els individus que estan predisposats genèticament a un estil cognitiu particular i que, a més, estan exposats a un entrenament musical durant un període sensible ¹⁰.

Davant la raresa que presenta l'AP, autors es qüestionaren no tant per què sols algunes persones tenen aquesta habilitat, sinó per què no la té tothom. Amb això va sorgir la hipòtesis de que tal vegada tothom tenguí l'AP en certa mesura i es va postular que l'AP podria ser una petit extensió d'habilitats de la memòria que estan àmpliament esteses entre la població en general ³. Des d'aquest punt de vista, s'ha proposat que l'AP està composta, en realitat, de dues habilitats: *absolute pitch memory* i *absolute pitch labelling*.

L'*AP memory* es defineix com l'habilitat de mantenir representacions estables en la memòria a llarg termini de tons específics. De fet, s'ha proposat que el LAP seria una forma més latent del *AP memory* ^{3,8}.

En canvi, l'*AP labelling* fa referència a l'habilitat de designar correctament els tons pel seu nom, com per exemple "La 3", "A 3" o "A 440", i inherentment requereix d'un aprenentatge musical per poder aprendre aquesta correlació entre el so i el seu nom corresponent ¹². S'ha suggerit que aquesta és una habilitat que tenen exclusivament les persones amb AP, juntament amb l'*AP memory* ⁶.

2.2 Període sensible pel desenvolupament de l'AP

Pel que fa al desenvolupament, un període sensible és aquell en el qual l'individu és especialment receptiu a l'adquisició d'una habilitat. És a dir, s'entén com una finestra d'edat durant la qual un tipus particular d'experiència té un efecte molt més pronunciat sobre el desenvolupament d'una habilitat que la mateixa experiència durant altres etapes del desenvolupament. Per exemple, estudis amb rates i cries de moix demostraren que la privació d'una estimulació auditiva normal durant els primers estadis del desenvolupament provoquen mapes tonotòpics anormals en el còrtex auditiu, mentre que aquesta privació no provoca aquest efecte si se du a terme en altres moments més avançats del desenvolupament ¹³.

De fet, els primers anys de vida són crucials per establir les bases del desenvolupament musical per tota la vida. L'experiència musical des del naixement fins als 5 anys té un impacte particularment profund en la mesura en què serà capaç d'entendre i apreciar la música d'adult ¹⁴. Particularment, pel desenvolupament de l'AP se suggereix l'existència d'un període sensible comprès entre els 5 i 7 anys d'edat, durant el qual pareix ser molt important que la persona s'iniciï en un aprenentatge musical ¹⁰.

Per exemple, estudis han trobat que les persones amb AP identifiquen més ràpidament els sons corresponents a les notes de les tecles blanques del piano (és a dir, les notes naturals) que les tecles negres (és a dir, les notes alterades). Aquesta diferència pot ser deguda a la major prevalença dels sons de les tecles blanques en la música occidental i, per tant, sons més arrelats en la memòria a llarg termini en els individus. Encara que també pot ser degut a la metodologia d'aprenentatge, ja que generalment les tecles negres s'aprenen a tocar anys més tard que les blanques, probablement en un estat més avançat del desenvolupament ¹⁰.

En quant al desenvolupament infantil general, s'ha definit el període d'edat entre els 2 a 7 anys com a etapa pre-operacional, en la qual els nins desenvolupen la capacitat d'interpretar la realitat de manera simbòlica ¹⁵. També és durant aquest període que es desenvolupa el llenguatge, el raonament es caracteritza per ser transductiu (és a dir, els raonaments van de lo particular a lo particular) i normalment els arguments solen mostrar falta de seqüència lògica. Des del punt de vista del present estudi, és important destacar que durant aquest període els infants mostren una capacitat limitada per classificar els objectes en categories, com podria ser en la diferenciació entre dos sons distints. També cometem errors de pensament per causa de la irrecersibilitat (és a dir, la incapacitat de reconèixer que una mateixa operació es pot realitzar en dos sentits), pel que, per exemple, resultaria difícil a un infant comprendre que un mateix interval de dues notes és ascendent en un sentit i descendent en sentit contrari ¹⁶.

Atenent a les evidències esmentades, s'ha considerat oportú que els participants d'aquest estudi fossin infants de 5 anys d'edat.

2.3 Teoria de l'Aprenentatge Musical

La teoria de l'aprenentatge musical proposa que la música no és una aptitud especial atorgada a un grup selecte de persones, sinó que tothom té el potencial per entendre la música en major o menor grau. És més, un dels eixos principals d'aquesta teoria és considerar que la música pot aprendre's de la mateixa manera que la llengua materna. És a dir, ja des del naixement o inclús abans estam familiaritzats amb els sons característics de la llengua, i a mesura que creixem començam a imitar-los i a pensar amb aquesta llengua; més envant, s'aconsegueix improvisar i construir frases lògiques. Finalment, després d'anys desenvolupant les capacitats de pensar i parlar amb la llengua materna, s'aprèn a llegir i a escriure. Doncs, es proposa que la música pot comprendre's de la mateixa manera que s'arriba a dominar la llengua materna. De fet, estudis indiquen que l'aptitud musical és innata

des del naixement i es va desenvolupant durant els primers anys de vida, sent important una rica i variada experiència musical ¹⁷.

El principal objectiu del mètode basat en aquesta teoria és aconseguir desenvolupar l'audiació rítmica i tonal, això és, aconseguir a entendre la música. En la metodologia proposta destaca que la música és present durant les activitats escolars i l'entonació i la rítmica s'aprenen mitjançant activitats específiques. Es considera que, en primera instància, l'ensenyament oral és la millor eina per aprendre, sense notació musical ni solfeig. Un altre aspecte important és l'aprenentatge basat en les comparacions i no mitjançant sons aïllats, el que serien les frases i paraules respectivament al llenguatge. Per últim, el context rítmic i tonal -que s'aconsegueix, per exemple, recurrent constantment a la tonalitat de les cançons que s'ensenyen- són molt importants per aprendre la musicalitat ¹⁴.

Aquesta és la metodologia que es du a terme en un dels col·legis participants d'aquest estudi.

3 Objectiu de l'estudi

L'objectiu principal d'aquest estudi és investigar i aprofundir sobre el desenvolupament de l'AP en l'edat infantil, ja que és aquesta una etapa del desenvolupament altament sensible a l'adquisició de noves habilitats. Com a objectiu secundari es proposa determinar si existeix alguna diferència entre l'OAP i el LAP en els participants, si les diferències se correlacionen entre els grups d'estudi i si hi ha correlació entre les dues habilitats dins cada grup.

Cal mencionar que pel desenvolupament d'aquest estudi s'han tengut en compte els següents aspectes:

- a) Tots els participants realitzaren els dos tests descrits (un per mesurar el LAP i l'altre l'OAP). Fins al moment, no s'han trobat estudis en els que es compari l'adquisició dels dos tipus d'AP en un mateix conjunt de participants.
- b) Els participants foren 52 persones de 5 anys d'edat. És habitual que els estudis estiguin realitzats en persones adultes o en grups infantils de rang d'edat variable (generalment, entre 4 i 16 anys).
- c) Cap dels participants coneix el nom de les notes musicals, pel que tots estan en igualtat en quant a la identificació i verbalització del nom de les notes.

A partir d'aquestes premisses, s'hipotetitza que:

- a) El desenvolupament del LAP pot ser semblant entre tots els nins, tant si tenen o no una educació musical prèvia,
- b) L'aprenentatge musical és un tret indispensable per desenvolupar l'OAP, però no ho és pel LAP.

Per tant, s'argumenta que tots els participants podrien tenir desenvolupat el LAP de manera semblant. En canvi, és probable que l'OAP serà distintiu entre els dos grups de participants, degut al diferent entrenament musical rebut.

4 Metodologia

L'estudi en conjunt està dissenyat per comprovar si els participants tenen o no OAP i/o LAP, mitjançant el TEST-1 i el TEST-2.

4.1 Experiment 1

4.1.1 Mètode

Per du a terme l'experiment-1 es va dissenyar el TEST-1, que consisteix en dos sons diana amb un nombre variable de sons d'interferència entre ambdós. El participant ha de definir els

dos sons diana com a “iguals” o “diferents”. S'utilitzaren sons de piano virtuals, ja que algunes persones amb AP poden identificar millor els sons de piano que els tons purs ¹⁰, tal vegada perquè són sons amb harmònics i per tant, sonen més naturals i contenen més informació. El propòsit d'aquesta prova és determinar si els participants tenen desenvolupat l'OAP.

Aquest test és similar al descrit anteriorment en un estudi realitzat en músics sobre determinacions d'AP ^{18,19} i no-músics ²⁰, en els que s'estudià la memòria a curt termini pels tons. És important tenir en compte que per realitzar aquest test no és necessari tenir coneixements musicals, per tant, tots els participants poden fer-lo igualment i és per aquest motiu que s'ha triat aquest test.

A més, es va definir que 8 sons d'interferència són suficients per destruir la memòria a curt termini a l'hora de distingir els dos sons diana ¹⁸. Estudis previs demostren que tant les persones amb AP com les que no tenen utilitzen de manera similar la memòria a curt termini². En canvi, les persones amb AP tenen la capacitat d'utilitzar la seva memòria a llarg termini per identificar correctament els sons diana, que ja han internalitzat per experiències prèvies ¹⁸⁻²⁰.

4.1.2 Participants

En conjunt, els participants foren 52 nins/es de 5 anys d'edat, tots ells residents espanyols.

Els participants se separaren. El criteri de separació va ser la seva educació i entorn musical. El grup control o “no-músics” (NM) va estar format per 29 participants (11 nines i 18 nins), tots ells alumnes d'un col·legi que segueix un programa d'educació convencional. El grup d'estudi o “músics” (SM) va estar format per 23 participants (12 nines i 11 nins), alumnes d'un col·legi a on s'imparteix educació musical integrada en el programa educatiu.

Prèviament a l'estudi i donat el cas que tots els participants foren menors d'edat, els seus pares, mares o tutors legals varen ser informats i firmaren un consentiment informat avalat pel *Comitè d'Ètica i Recerca de la universitat de les Illes Balears*.

4.1.3 Materials

El TEST-1 consta d'un conjunt de 10 seqüències diferents de sons. Cada seqüència està formada per 10 sons diferents. Aquests sons se distingeixen entre sons de referència o diana i sons d'interferència. Cada seqüència està formada per dos sons diana (A i B) separats per 8 sons d'interferència. Els sons diana i els sons d'interferència varen ser diferents per a cada seqüència, triats aleatòriament de manera informàtica.

Més concretament, es va utilitzar un conjunt de 60 sons, corresponents als sons compresos entre les notes musicals C3 i B6 (65,4 Hz i 1975,5 Hz, respectivament, considerant A4= 440 Hz) de l'escala temperada. Totes les notes varen ser sons virtuals de piano realitzats amb el programa informàtic *Cubase*. La duració de cada so diana va ser de 500 ms i de 200 ms pels sons d'interferència, per tal de fer més senzilla la tasca als participants considerant la seva edat. Cada so d'interferència va estar separat per un silenci de 100 ms entre ells, i de 200 ms entre el primer so diana (A) i el primer so d'interferència i entre el darrer so d'interferència i el segon so diana (B). Els sons de referència (A i B) no apareixen dins la seqüència en qüestió, tampoc cap so està separat una octava exacta de ningun d'ells. Tots els sons varen ser ajustats a un mateix volum.

4.1.4 Estímul i procediment

El TEST-1 se centra en discernir els sons diana de cada seqüència segons siguin *iguals* o *diferents*.

Abans de començar el TEST-1, es va realitzar un pre-TEST amb l'objectiu de seleccionar als participants aptes per dur a terme la tasca. Per això, la investigadora cantà dos sons i el participant havia de respondre correctament si eren iguals o diferents. Es va repetir el procés 10 vegades. Així, es comprovà que el participant era capaç de distingir quan dos sons són iguals i quan són diferents, és a dir, es verificava que era capaç de realitzar judicis categòrics -una habilitat que no sempre està ja adquirida als 5 anys d'edat¹⁵. Es descartaren els participants que no foren capaços de realitzar aquesta prova prèvia amb al menys un 70% de respostes correctes, considerant que si no superaven aquest valor d'encerts, difícilment podrien realitzar el TEST-1 de manera satisfactòria.

Després es varen explicar les instruccions per realitzar el TEST-1, remarcant la importància de recordar el primer so i de comparar-lo amb el darrer (és a dir, els sons de referència A i B).

Seguidament, el participant realitzà el TEST-1 contestant a la pregunta "El primer so i el darrer que has escoltat, eren iguals o diferents?" després de cada seqüència. El participant havia de contestar "sí" o "no". La investigadora anotà les respostes, ponderant 1 punt per cada resposta correcta i 0 punts per cada resposta incorrecta. Cada participant va realitzar el TEST-1 complet (10 seqüències en total). La puntuació de cada participant se va mesurar en percentatge d'encerts (nombre de respostes correctes entre el total de respostes per a cada participant).

Per facilitar la comprensió de l'exercici als participants, es va acompanyar el test auditiu amb gests. És a dir, la investigadora realitzava un lleuger cop sobre la taula amb un dit a la vista del participant al compàs de cada so, senyalitzant una successió correlativa de petits cops. A la pregunta de si el primer so escoltat i el darrer eren iguals o no, se senyalava el lloc a on s'havia marcat per a cadascun d'aquests sons, a fi de materialitzar la pregunta.

Als participants no se'ls va donar cap so o nota musical per referència en cap moment de la prova. Tampoc se'ls va informar sobre els seus resultats.

4.2 Experiment 2

4.2.1 Mètode

Per dur a terme l'experiment-2 es va utilitzar un test de melodies similar a l'usat en estudis previs^{8,9}. Aquest test consisteix en identificar la versió correcta d'una melodia coneguda, entre altres versions amb la tonalitat modificada. El propòsit d'aquest test és determinar si els participants tenen desenvolupat el LAP (o memòria a llarg termini per melodies familiars).

Se va dissenyar una llista dels 18 programes infantils actuals de televisió més vistos i d'aquests es va elegir la cançó més representativa del programa. Es va modificar la tonalitat de les cançons, la meitat d'elles un to més greu i l'altra meitat un to més agut, de manera que de cada cançó es tengueren dues versions (una original i l'altra amb la tonalitat modificada ± 1 to).

4.2.2 Participants

Els participants d'aquest experiment varen ser els mateixos que els descrits per l'experiment-1.

4.2.3 Materials

Es va elegir la cançó més representativa de 18 programes infantils de televisió d'actualitat, com "La patrulla canina", "Doctora juguetes" o "Peppa Pig". Cada cançó va ser modificada sent alterada un to més agut (+1T) o un to més greu (-1T) la tonalitat. Aquesta modificació es va realitzar mitjançant el programa informàtic *Adobe audition*. Es va crear una bateria de parelles de cançons de la següent manera: versió original/ +1T, versió original/ -1T, +1T/

versió original, -1T/ versió original; amb un silenci d'1 segon entre cada versió. De cada cançó es va seleccionar un fragment inicial o de la tornada de 10 segons de durada. Després es va elegir una d'aquestes quatre parelles per a cada cançó pseudo-aleatòriament, amb el que es va crear el TEST-2.

4.2.4 Estímul i procediment

Per realitzar aquest experiment-2, en primer lloc es va demanar a cada participant quins eren els programes televisius que veia més freqüentment, d'entre tots els proposats a la llista, amb la finalitat d'assegurar que es coneixia la cançó. Per tant, cada participant va tenir la seva llista de cançons personalitzada conformant el TEST-2.

Seguidament es varen explicar les instruccions al participant i es va realitzar el TEST-2. Després d'escoltar cada parella de cançons, es demanava al participant "Quina creus que és la cançó que sona com a la televisió, la primera o la segona?", demanant-li així per quina era la versió original d'una manera que pogués entendre. El participant havia de respondre "la primera" o "la segona", segons el seu criteri. Les respostes foren anotades per la investigadora, ponderant 1 punt per cada resposta correcta i 0 punts per cada resposta incorrecta. En el cas que el participant escoltés les dues versions com iguals, es considerava la resposta com a incorrecta (0 punts). Aquest procediment es va repetir amb totes les altres cançons seleccionades, per un total de 10 cançons. Els resultats es varen comptabilitzar per percentatge d'encerts en funció del total de respostes per a cada participant.

Per donar a conèixer la dinàmica de la prova i per assegurar que s'havia entès bé el procediment, el participant va fer un primer intent a mode de pràctica. Es va instar al participant a estar focalitzat en la música i a fer-lo el millor possible.

Cal dir que, encara que els participants seleccionessin les cançons que coneixien, tal com s'ha explicat, a l'hora de realitzar la prova va semblar que moltes de les cançons seleccionades no les coneixien tan bé com havien assegurat en un principi i els resultats no varen ser significatius. Es va demanar i hi havia cançons que havien escoltat poques vegades, d'altres en coneixien el programa televisiu però no la cançó, o senzillament no havien dit la veritat. En canvi, les cançons que sí coneixien bé (1, 2 o 3 com a molt) les reconeixien perfectament i inclús les cantaven.

Amb l'objectiu de millorar la tècnica i atenent a que els participants realitzaven un reconeixement gairebé immediat i casi perfecte de les cançons que sí coneixien, es va repetir l'experiment-2. Aquesta segona vegada, emperò, es va ampliar el llistat de cançons fins a 24, incloent-hi cançons que els mateixos participants havien trobat a faltar en l'assaig anterior.

A l'hora de refer la llista personalitzada per a cada participant, es va insistir en la importància de respondre sincerament i seleccionar sols aquelles cançons que coneixien molt bé. Aquest cop, inclús havent ampliat la llista de partida, cap participant va arribar a identificar un total de 10 cançons diferents. En conseqüència, es va modificar el mètode d'obtenció de resultats per tal d'obtenir dades estadísticament suficients. Així, per a cada participant es varen anar repetint les seves cançons fins a obtenir un total de 10 resultats.

Per exemple, si un participant identificava 5 cançons com a molt conegudes, el seu TEST-2 estava format sols per aquestes cançons. Un cop escoltades les 5 parelles de versions, se tornaven a escoltar, però aquesta segona volta invertint l'ordre de les versions. És a dir, si la primera vegada que s'havia escoltat una determinada cançó havia estat segons l'ordre versió original/ versió modificada, la segona vegada que s'escoltava aquesta mateixa cançó es feia segons l'ordre versió modificada/ versió original.

En cap moment es va informar als participants de l'ordre establert de les versions de les cançons ni tampoc dels seus resultats.

4.3 Aspectes generals

Prèviament a realitzar els tests, es va recollir informació demogràfica dels participants, com l'edat i el gènere.

Tots els participants realitzaren primer el TEST-1 i després el TEST-2. Cada participant realitzà les proves individualment, estant sols acompanyats per la investigadora a l'hora de realitzar les proves.

Les proves es varen dur a terme en un lloc tranquil i silenciós de cada col·legi del participant en qüestió, com la biblioteca, la sala de reunions o l'aula d'orquestra, en funció del dia i la disponibilitat horària del centre.

Cada test va tenir una durada de menys de 10 minuts, pel que cada participant va invertir entre 20 i 25 minuts en total per realitzar els dos tests.

Per ambdós tests es va utilitzar un ordinador portàtil, mitjançant el qual es varen reproduir els sons del TEST-1 i les cançons del TEST-2. El participant va escoltar-los mitjançant auriculars.

5 Resultats

Es varen analitzar els resultats obtinguts en el TEST-1 (OAP) i el TEST-2 (LAP) per a cada grup de participants (NM i SM). La variable dependent de l'estudi és el percentatge de respostes correctes obtingudes per cada participant en cadascun dels tests (TEST-1 i 2). Els dos grups de participants (NM i SM) suposen la variable independent de l'estudi.

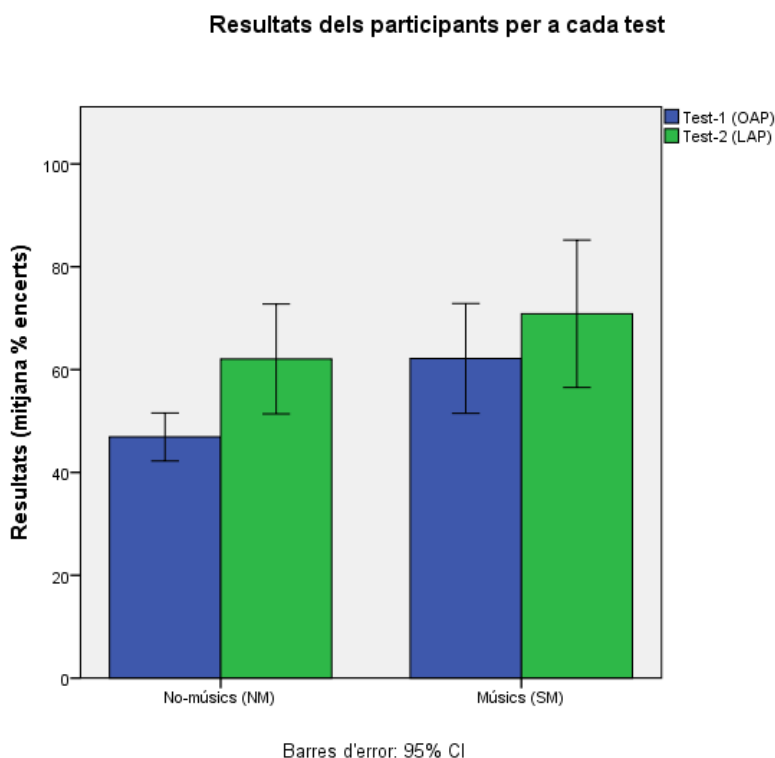


Figura 1. Representació en diagrama de barres dels resultats obtinguts per a tots els participants en els dos tests. Les barres de color blau corresponen als resultats (mitjana % encerts) pel Test-1 (OAP). Les barres en color verd representen els resultats (mitjana % encerts) pel Test-2 (LAP). La parella de columnes de l'esquerra són els resultats pel grup NM i la parella de columnes de la dreta són els resultats del SM

Els resultats obtinguts pel TEST-1 (OAP) foren significativament diferents entre el grup no-músics (NM) ($M_{NM}= 46.90\%$; $SD_{NM}= 12.28$) i el grup músics (SM) ($M_{SM}= 62.17\%$; $SD_{SM}= 24.67$), $t(30.56) = 2.72$; $p=0.01$), el que indica que els músics (SM) obtingueren resultats significativament millors que els no-músics (NM). El t-test per variables independents realitzat amb els resultats del TEST-2 (LAP) no va mostrar diferències significatives entre els músics (SM) ($M= 70.87$; $SD= 33.15$) i els no-músics (NM) ($M= 62.70$; $SD= 28.08$), $t(50)=1.04$; $p=0.31$.

Es va aplicar el test Levene de correlacions per variàncies no iguals. Per aquest anàlisi la comparació és significativa si el valor és superior a 0.05 (2 coes, interval de confiança del 95%). Per tant, trobaren diferències significatives entre els resultats obtinguts en el TEST-1 (OAP) (Fig. 2) entre els dos grups. Els resultats entre els dos grups pel TEST-2 (LAP) foren similars (Fig. 3).

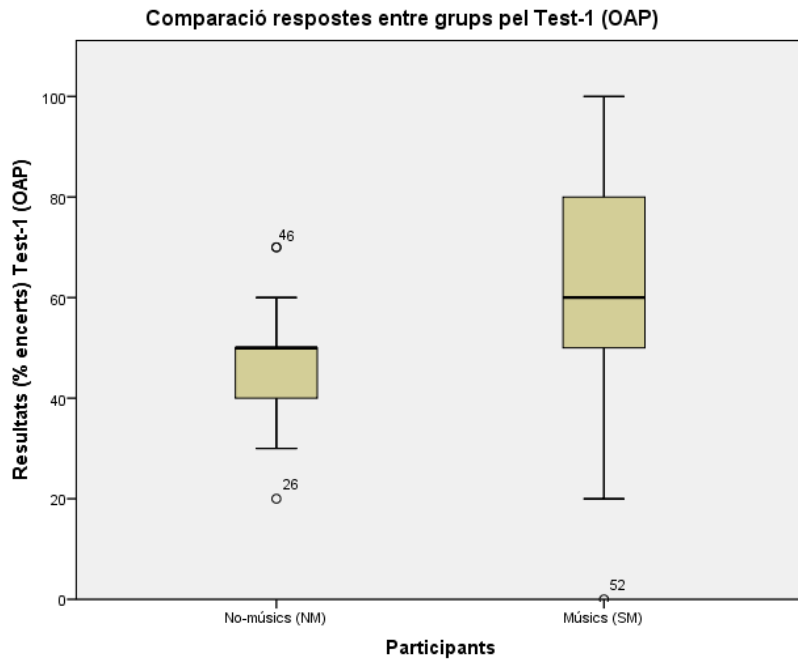


Figura 2. Anàlisi de comparació. Comparacions entre els resultats del Test-1 (OAP) entre els dos grups d'estudi. Els valors per a cada grup són significativament diferents $t(30.56) = 2.72$, $p = 0.011$.

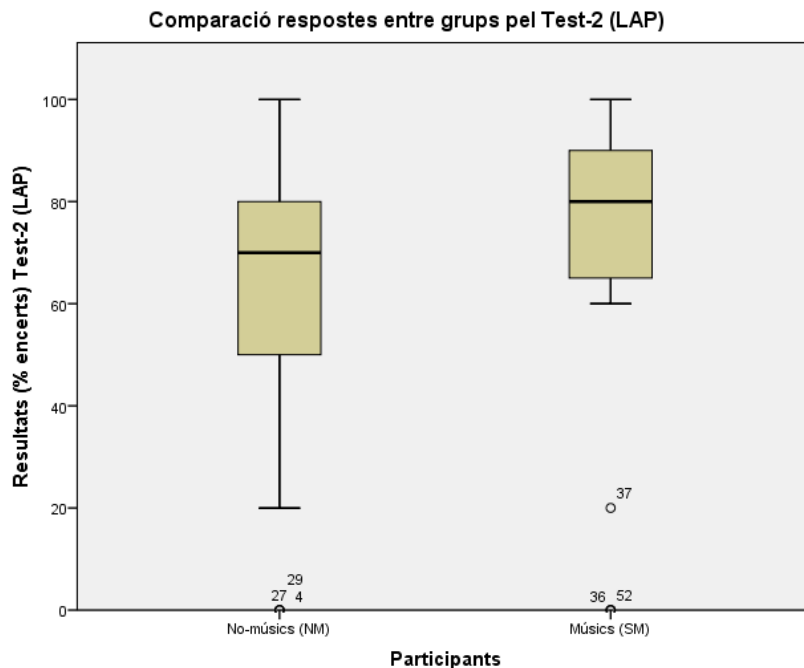


Figura 3. Anàlisi de comparació. Comparacions entre els resultats del Test-2 (LAP) entre els dos grups d'estudi. No s'observen diferències significatives entre els resultats del grup NM i del grup SM en resoldre el Test-2 (LAP) $t(50) = 1.04$; $p = 0.305$.

També es va fer l'anàlisi de correlació de Pearson per determinar si hi havia alguna correlació entre els resultats de les proves per a cada grup. Per aquest anàlisi la correlació és significativa en el nivell 0.01 (2 coes). L'anàlisi pel grup NM ($N=29$) no mostra cap correlació significativa entre els resultats dels dos tests ($r_p = -0.022$; $p = 0.909$; $R^2 = 4.906E^{-4}$) (Figura 4). En canvi, sí s'observa una correlació positiva significativa en els resultats obtinguts entre els dos tests pel grup SM ($N=23$; $r_p = 0.537$; $p = 0.008$; $R^2 = 0.288$) (Figura 5).

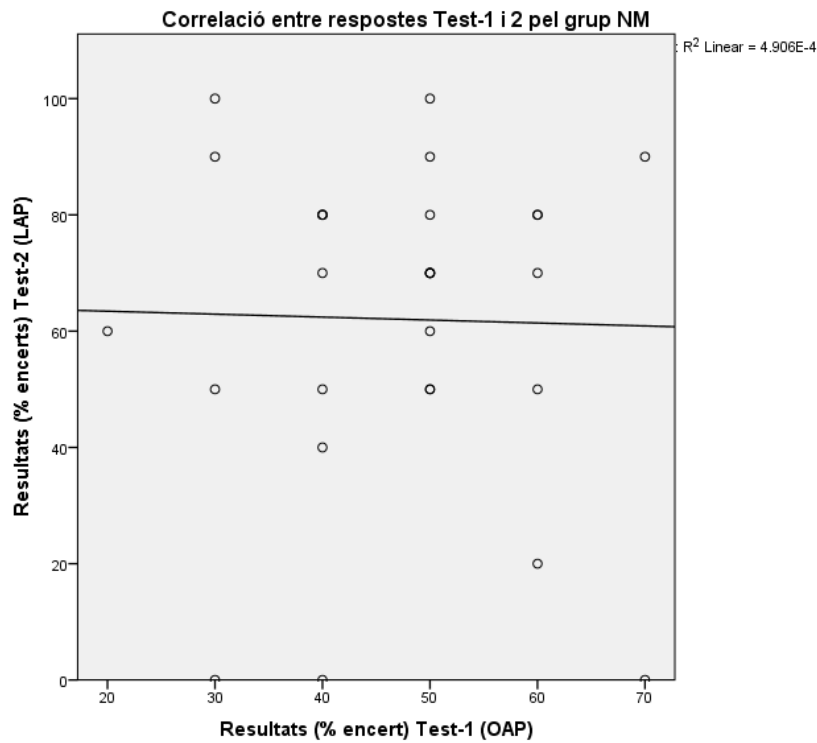


Figura 4. Anàlisi de correlació. Correlacions entre els resultats del Test-1 (OAP) i del Test-2 (LAP) pel grup NM (N=29). No existeix correlació entre aquests resultats ($r_p = -0.022$; $p = 0.909$; $R^2 = 4.906E^{-4}$).

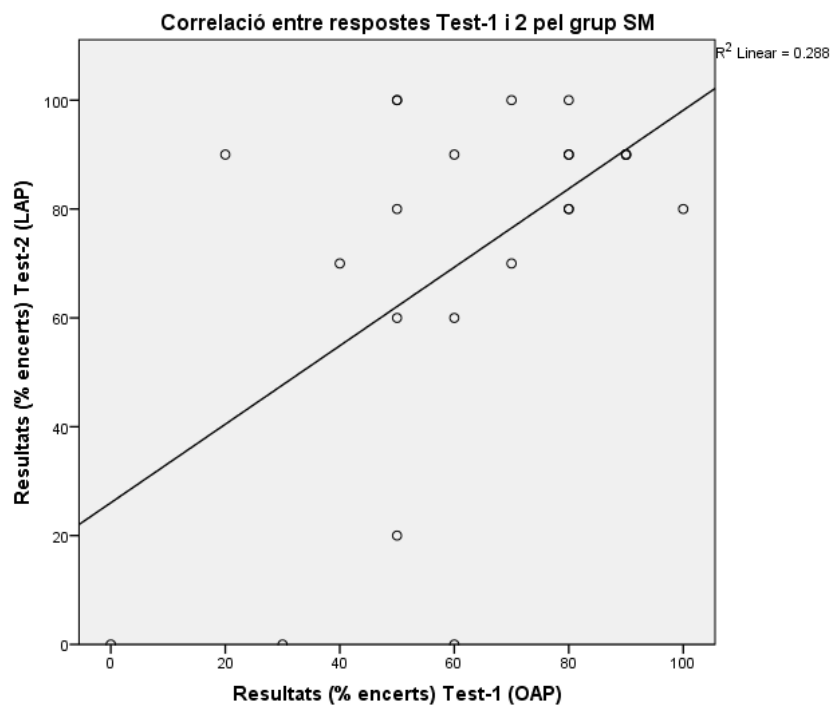


Figura 5. Anàlisi de correlació. Correlacions entre els resultats del Test-1 (OAP) i del Test-2 (LAP) pel grup SM (N=23). S'observa una correlació positiva entre els resultats dels dos tests pel grup SM ($r_p = 0.537$; $p = 0.008$; $R^2 = 0.288$).

6 Discussió

6.1 Experiment 1

L'experiment-1 d'aquest estudi se basa en l'efecte de les interferències sobre la memòria a curt termini, el que explica que les persones amb AP mostren una gran disminució de la retenció de la informació de sons (relacionada amb la memòria a curt termini) quan hi ha una interferència tonal durant la tasca. En concret, s'ha demostrat que en adults és necessari una seqüència de 8 sons diferents per destrossar la memòria a curt termini¹⁸ i interferir en la realització correcta de l'exercici. Per tant, es dedueix que les persones amb OAP serien capaces de realitzar el TEST-1 correctament, fent ús de la memòria a llarg termini pels sons que hagin après anteriorment.

A més, una de les característiques destacables d'aquest test és que no és precís tenir coneixements musicals per realitzar-lo, ja que no es demana sobre el nom de les notes presentades, sinó que senzillament s'identifiquen com a *iguals* o *diferents*. Per tant, en aquest sentit potencialment tots els participants (tant del grup NM com del grup SM) serien igualment capaços de realitzar aquest test. No obstant això, els participants del grup SM varen obtenir millors resultats (62.17% d'encerts) que el grup NM (46.90% d'encerts) en resoldre el TEST-1, sent valors significativament diferents entre ells (Fig.2), el que dona pas a qüestionar-se el motiu subjacent a aquesta diferència.

Una possible causa podria ser l'estratègia utilitzada per fer el test. Tenint en compte la bibliografia, se suggereix que els participants SM varen fer ús d'alguna o varies eines que impliquen la memòria a llarga termini i que corresponen a representacions de sons emmagatzemats. En certa manera, els participants NM no haurien adquirit aquesta informació prèviament. Per tant, se suggereix que l'entrenament musical diari i inclusiu en l'escola que han tengut els participants SM podria justificar els seus millors resultats en el TEST-1.

Dit d'altra manera, aquests resultats suggereixen que els participants SM podrien tenir l'OAP desenvolupat, en menor o major grau, tot i la seva curta edat. Anàlogament, els participants NM no haurien desenvolupat l'OAP, atès que els seus resultats no són significatius. Aquestes dades també suggereixen que durant una tasca d'identificació de sons (com és el TEST-1), 8 tons d'interferència són suficients per interrompre la memòria a curt termini en els nins, de manera semblant als adults.

Un altre aspecte a tenir en compte és el fet que cap dels participants coneix el nom de les notes, ja sigui perquè no han tengut un entrenament musical (NM) o perquè no han après solfeig dins l'ensenyament musical (SM). Per tant, cap participant hauria desenvolupat el *pitch labelling* o habilitat de designar un nom determinat a cadascun dels sons. Donat que els resultats del grup SM són significatius i millors que els del grup NM, aparentment sembla que la tàctica utilitzada pels SM sigui independent del *pitch labelling*. Això concorda amb els estudis previs que demostren que existeix una dissociació entre el *pitch labelling* i el *memory pitch*²⁰. Es postula que tal vegada no sigui tan important aprendre a relacionar i verbalitzar un nom per a cada so, sinó que aprendre a internalitzar les freqüències dels tons i adquirir-les com a referències pot ser una bona eina.

També és important considerar la metodologia d'estudi musical utilitzada pel grup SM. Tal com proposen estudis previs, un aprenentatge musical basat en la posició fixa del do, com és el mètode Suzuki, facilita el desenvolupament de l'AP²¹. Els participants del grup SM han estat introduïts en la música mitjançant la metodologia proposta per Gordon. Aquest mètode, com s'ha avançat a la introducció, es basa en l'ensenyament musical oral (principalment, durant els primers anys), en entendre els trets musicals mitjançant comparacions, i a

aprendre la musicalitat a partir del context rítmic i tonal ¹⁴. Se suggereix que aquesta tècnica, i especialment la recurrència de la tonalitat en les cançons que s'ensenyen (el que podria resultar en efectes similars als mètodes de la posició fixada d'un so), podrien jugar un paper important en el desenvolupament de l'OAP als 5 anys d'edat al menys.

En resum, un dels trets més rellevants d'utilitzar el TEST-1 és la possibilitat d'avaluar la possessió o no del AP independentment dels coneixements musicals. Els participants foren nins nines de 5 anys, considerant el període sensible envoltant els 5 anys pel desenvolupament de l'AP i aprenentatge musical. Aquest experiment-1 aporta dades que concorden amb la teoria de l'aprenentatge musical primerenc pel desenvolupament de l'AP¹⁰.

6.2 Experiment 2

L'experiment-2 se fonamenta en els estudis previs sobre el desenvolupament del LAP en nins ^{8,9} a partir de determinar correctament la tonalitat de melodies familiars utilitzant la memòria a llarg termini.

Els resultats obtinguts en el TEST-2 pels participants del grup NM ($M_{NM}=62.07\%$) com els del grup SM ($M_{SM}=70.87\%$) semblen indicar que tenen l'habilitat LAP desenvolupada en major o menor grau. Tenint en compte que l'entrenament musical és el principal tret que diferencia els participants entre un grup o un altre i que s'han obtingut valors similars entre els grups pel TEST-2 (LAP) (Fig. 3), aquests resultats suggereixen que al menys als 5 anys d'edat l'aprenentatge musical formal podria no ser un factor clau pel desenvolupament del LAP, en concordança a la hipòtesis prèviament publicades ⁸.

Per altra banda, encara que s'havia suggerit que el LAP és una habilitat que ja s'adquireix en la infància i que es manté estable fins l'edat adulta, hi ha ben poques evidències sobre el desenvolupament del LAP en la població infantil ⁸. Més concretament, fins hores d'ara, sols s'ha publicat un estudi que evidencia el LAP en nins japonesos de 5-6 anys. En primera instància es va proposar un efecte cultural (ja que la música occidental i la japonesa són diferents), però es va descartar aquesta possibilitat ⁹. El present estudi aporta dades estadísticament significatives que suggereixen que el LAP podria ser una habilitat ja desenvolupada als 5 anys d'edat per a cançons ben conegudes.

6.3 Discussió general i conclusió

Les investigacions apunten que el desenvolupament de l'OAP és més freqüent en persones que iniciaren estudis musicals des de nins (entorn els 5-7 anys) i, al contrari, és menys freqüent en persones que començaren a estudiar música essent majors de 7 anys^{5,10}, evidenciant-se un període sensible per l'adquisició d'OAP. Per tant, el present estudi aporta dades que estan en concordança amb la teoria de l'aprenentatge musical primerenc i suggereixen que l'OAP es desenvoluparia, al menys, als 5 anys d'edat, com indiquen els resultats pel TEST-1 (significatius només pel grup SM, Fig. 2). Se suggereix també que la metodologia d'estudi basada en la teoria de l'aprenentatge musical ¹⁴ podria ser una condició favorable pel desenvolupament d'aquesta habilitat.

Per altra banda, analitzant els resultats obtinguts per un mateix grup en cadascun dels tests també s'obtenen conclusions interessants. S'ha observat una correlació positiva entre els resultats pels dos tests en el grup SM (Fig. 5). Aquests resultats suggereixen que la determinació de qualsevol dels dos tipus d'AP podria servir per predir la determinació de l'altra. De manera semblant, se proposa que en el cas del grup SM el fet de desenvolupar un tipus d'AP podria haver promogut el desenvolupament de l'altre, si bé no ocorreria el mateix amb el grup NM. Les investigacions prèvies proposen que el desenvolupament del LAP és independent del de l'OAP ⁸. Els resultats d'aquest estudi suggereixen que aquesta afirmació seria certa per les persones que no tenen cap tipus d'entrenament musical. Però podria ser

que el desenvolupament del LAP i de l'OAP estassin relacionats entre ells en les persones que tenen un entrenament musical semblant al dels participants SM d'aquest estudi.

6.3.1 Limitacions de l'estudi i qüestions obertes a futures investigacions

Aquest estudi conté certes limitacions que han de tenir-se en compte. Es considera que el més adequat hauria estat elegir tots els participants prèviament a cap entrenament musical i separar-los en dos grups de manera aleatòria, sent un grup el control i l'altre el grup d'estudi. Tots els participants realitzarien els dos tests a l'inici de l'estudi i passat un temps determinat, durant el qual el grup d'estudi rebria entrenament musical. Per l'anàlisi de dades es compararien els resultats entre els grups i entre els tests per cada grup. També es tendrien els resultats avaluats a l'inici com a referència, el que permetria observar l'evolució i el possible efecte de l'entrenament musical de manera més directa.

A diferència del que s'ha comentat, els participants d'aquest estudi no varen ser separats de manera aleatòria, sinó que es varen dividir en els grups corresponents segons estassin escolaritzats en un col·legi amb un programa educatiu convencional o amb un programa educatiu amb integració musical. Per tant, no podria considerar-se totalment l'entrenament musical com la única causa directa dels resultats obtinguts.

Un altre aspecte a destacar són les famílies i l'entorn proper dels participants. Si bé és cert que moltes de les famílies dels participants del grup SM estaven interessades en la música i matricularen als seus fills en el seu col·legi principalment pel seu programa educatiu específic, aquesta opinió no pot ser generalitzada ni es té informació que pugui ser avaluada estadísticament. Per la seva part, no es té informació concreta del motiu de les famílies dels participants del grup NM de matricular els seus fills en el corresponent col·legi. Igualment, els col·legis participants difereixen en quan a que un és un centre concertat i l'altre és un centre públic.

De manera semblant, tampoc s'ha recollit informació relacionada amb l'àmbit familiar. Situacions com cantar cançons amb els pares, escoltar cançons en el cotxe o a casa, o escoltar una cançó de bressol abans d'anar a dormir podrien tenir un paper important en l'educació musical i familiarització de l'oïda a determinats sons. Per tant, l'entorn familiar i l'interès que tenen els pares de que els seus fills rebin una educació musical podrien ser factors a tenir en compte pel desenvolupament de l'OAP, ja que en certa mesura condiciona l'aprenentatge que rebran els nins. Amb tot, es considera que totes aquestes són dades que s'haurien d'haver recollit per completar l'estudi

Finalment i no per això menys important, la mostra analitzada en aquest estudi és massa petita per justificar decisivament les conclusions argumentades a partir dels resultats analitzats. Per aquest motiu, es proposa continuar investigant-hi amb una mostra suficientment gran per tal d'afirmar (o refutar) les conclusions exposades. S'aconsella que es considerin aquests aspectes en futures investigacions per poder obtenir dades més rellevants entorn al desenvolupament del LAP i l'OAP.

Es conclou que l'OAP i el LAP són dues habilitats que podrien estar relacionades entre elles a conseqüència d'un aprenentatge musical previ. El LAP es caracteritza per la capacitat de distingir la tonalitat correcta d'una melodia familiar, habilitat que sembla ja està desenvolupada als 5 anys d'edat i indistintament de l'entrenament musical. L'OAP permet diferenciar freqüències de sons aïllats, sent l'aprenentatge musical primerenc un factor condicionant pel seu desenvolupament, que sembla possible ja als 5 anys.

Els resultats obtinguts recolzen la idea que l'aprenentatge musical iniciat en la infantesa pot tenir efectes duraders i beneficiosos en el cervell dels nins. Això podria incloure efectes en el desenvolupament cognitiu, tanmateix encara són necessaris més estudis per avaluar aquesta

visió. Aquest treball pretén ampliar les línies d'investigació dirigides a determinar la influència de l'aprenentatge musical durant les primeres etapes del desenvolupament cognitiu, prenent com a exemple el desenvolupament de l'AP.

7 Agraïments

Aquest treball sols pretén aportar un granet d'arena al coneixement i servir d'invitació per a desenvolupar nous projectes. Si bé, més enllà de l'àmbit científic que impera en aquestes paraules escrites, per mi representa una finestra que se tanca, per donar pas a nous aires. La finestra de la que ha estat durant molt de temps gairebé ca meva, tant per les hores com per les innombrables experiències. I diuen els qui se n'entenen, que aquestes són d'aquell tipus de vivències que no s'obliden. Exprés, doncs, el meu agraïment a totes les persones que al llarg dels seus temps han fet possible aquesta Universitat. I a totes aquelles altres que han anat semblant llavors en el meu coneixement durant tots aquests anys anterior, perquè sense elles tampoc seria qui som.

Més personalment, voldria expressar el meu agraïment a aquelles persones que, d'una manera o de l'altra, m'han acompanyat durant aquest viatge universitari. En primer lloc a tots els professors que han anat passant per les nostres aules. Moltes gràcies per les hores i la dedicació invertides en nosaltres els alumnes. Han donat fruit en mi en forma de nous coneixements i útils eines per seguir obrint-me pas i continuar aprenent. A la vostra feina també li correspon que hagi d'aprendre i redescobrir grans valors com la perseverança, la frustració, la voluntat, la responsabilitat, l'alegria per les feines ben fetes, la humilitat, la feina en grup, el respecte. A tots vosaltres, moltes gràcies.

Especialment a tu, Paco, que m'has ensenyat l'amor per la ciència i em vares animar a continuar. Gràcies, Ana i Pilar, pel vostre recolzament. Gràcies Boris i Anna, perquè des del primer moment m'heu escoltat, encara quan no tenia res més que oferir que idees i ganes d'aprendre. I als professors del grup de Neurofisiologia de la son i dels ritmes biològics (UIB), els quals han confiat en mi i m'han ensenyat més enllà del que s'aprèn a les aules.

La universitat també ha estat un lloc on les rialles no hi han faltat gràcies a les meves amistats. Moltes gràcies a tu també, Juan, per acompanyar-me cada dia i per fer teus els meus propòsits.

I per últim, voldria expressar el meu etern agraïment a tota la meva família molt especialment als meus pares Bàrbara i Matias, que sempre m'ha recolzat en les meves decisions. Moltes gràcies de tot cor als dos!

8 Bibliografia

1. Abraham O. Das absolute Tonbewußtsein. Psychologisch-musikalische Studie. *Sammelbände der Int Musik*. 1901;(3(H. 1):1-86.
2. Zatorre RJ, Beckett C. Multiple coding strategies in the retention of musical tones by possessors of absolute pitch. *Mem Cognit*. 1989;17(5):582-589. doi:10.3758/BF03197081
3. Levitin DJ. Absolute memory for musical pitch: Evidence from the production of learned melodies. *Percept Psychophys*. 1994;56(4):414-423. doi:10.3758/BF03206733
4. Ward WD. Absolute Pitch. *D Deutsch (Ed), Psychol Music (2nd ed) San Diego, CA Acad Press*. 1999:265-298.
5. Gregersen, Peter K. Kowalsky, Elena. Kohn, Nina. West Marvin E. Early childhood music education and predisposition to absolute pitch: Teasing apart genes and environment. *Am J Med Genet Part A*. 2001;98(3):280-282. [http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/1096-8628\(20010122\)98:3%3C280::AID-AJMG1083%3E3.0.CO;2-6/abstract](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/1096-8628(20010122)98:3%3C280::AID-AJMG1083%3E3.0.CO;2-6/abstract).
6. Levitin DJ, Rogers SE. Absolute pitch: Perception, coding, and controversies. *Trends Cogn Sci*. 2005;9(1):26-33. doi:10.1016/j.tics.2004.11.007
7. Baharloo S, Service SK, Risch N, Gitschier J, Freimer NB. Familial aggregation of absolute pitch. *Am J Hum Genet*. 2000;67(3):755-758. doi:10.1086/303057
8. Jakubowski K, Müllensiefen D, Stewart L. A developmental study of latent absolute pitch memory. *Q J Exp Psychol*. 2017;70(3):434-443. doi:10.1080/17470218.2015.1131726
9. Trehub SE, Glenn Schellenberg E, Nakata T. Cross-cultural perspectives on pitch memory. *J Exp Child Psychol*. 2008;100(1):40-52. doi:10.1016/j.jecp.2008.01.007
10. Chin CS. The development of absolute pitch: A theory concerning the roles of music training at an early developmental age and individual cognitive style. *Psychol Music*. 2003;31(2):155-171.
11. Zatorre RJ. Absolute pitch: a model for understanding the influence of genes and development on neural and cognitive function. *Nat Neurosci*. 2003;6(7):692-695. doi:10.1038/nn1085
12. Ben-Haim MS, Eitan Z, Chajut E. Pitch memory and exposure effects. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*. 2014;40(1):24-32. doi:10.1037/a0033583
13. Fujioka T, Ross B, Kakigi R, Pantev C, Trainor LJ. One year of musical training affects development of auditory cortical-evoked fields in young children. *Brain*. 2006;129(10):2593-2608. doi:10.1093/brain/awl247
14. Gordon E. *Learning Sequences in Music: A Contemporary Music Learning Theory*. GIA Publications; 2007.
15. Piaget TD. *Desarrollo Cognitivo: Las Teorías de Piaget y de Vygotsky*.; 2007.
16. Berger KS. *Psicología Del Desarrollo: Infancia y Adolescencia*. Ed. Médica Panamericana; 2007.
17. Gordon E. *A Music Learning Theory for Newborn and Young Children*. Gia Public.; 2003.
18. Deutsch D. The organization of short-term memory for a single acoustic attribute. *Short-Term Mem*. 1975:107-151.
19. Siegel JA. Sensory and verbal coding strategies in subjects with absolute pitch. *J Exp Psychol*. 1974;103(1):37.
20. Ross DA, Olson IR, Marks LE, Gore JC. A nonmusical paradigm for identifying absolute pitch possessors. *J Acoust Soc Am*. 2004;116(3):1793-1799. doi:10.1121/1.1758973
21. Miyazaki, K. I., Makomaska, S., & Rakowski A. Prevalence of absolute pitch: A comparison between Japanese and Polish music students. *J Acoust Soc Am*. 2012;132(5):3484-3493.

