



**El gran poder de la música:  
Beneficis de la música per a les persones**



**Autor: Maria Auxiliadora Vidal Marquès**

**Tutor: Nigel Carter**

**Grau Superior de Música, especialitat trompa**

**Convocatòria extraordinària, juliol 2022**



## **Resum**

Aquest treball dóna a conèixer les propietats beneficioses que pot aportar la música als éssers humans, ja siguin atribuïdes mitjançant la formació musical, la pràctica d'un instrument, la realització d'activitats musicals basades en la pulsació mètrica amb la utilització de diversos ritmes musicals, o l'escolta passiva de la música. Per poder transmetre les característiques i fets musicals, els quals poden crear una oportunitat positiva en la vida de les persones, es fa una recopilatòria d'investigacions sobre la neurociència i sobre els estudis científics respecte a la musicoteràpia per esbrinar quins són aquests efectes i poder contrastar l'abundància d'informació que es pot trobar avui en dia al voltant dels avantatges de la música.

Per classificar i demostrar el gran 'poder' de la música, s'ha concentrat el treball en dos camps diferents: la neurociència i la musicoteràpia. A partir d'aquests, s'ha pogut descobrir resultats rellevants, com per exemple, que la formació musical millora la capacitat de la memòria verbal, o que la integració de la música en l'etapa infantil escolar millora les habilitats de la llengua, entre d'altres. En definitiva, el treball pot resultar d'interès a totes les persones que tinguin curiositat, comptin amb un gran entusiasme per la música i estiguin interessades en conèixer la verificació de les propietats beneficioses de la música.

Paraules clau: neurociència - musicoteràpia - beneficis - música

## **Abstract**

This text details the beneficial properties that music can provide for human beings, whether this be through musical training, the practice of an instrument, carrying out musical activities based on metric pulsation with the use of various musical rhythms, or simply listening to music. In order to offer the characteristics and musical aspects which can create a positive opportunity for people's lives, I have compiled contrasting research on neuroscience and on scientific studies regarding music therapy to find out what these effects are, and to contrast the abundance of information that can be found today regarding the benefits of music.

To put in order and prove the great 'power' of music, I have concentrated the work in two different fields: neuroscience and music therapy. From these I have been able to compile results of considerable significance: that musical training improves verbal

memory capacity, or that the inclusion of music at infant school stage improves language skills, among others. In short, the work can be of interest to all those who are curious, feel great enthusiasm for music and are interested in discovering evidence of its beneficial properties.

Keywords: neuroscience - music therapy - benefits - music

## Índex

1. **Introducció**.....pàg. 5
  
2. **Neurociència i música**
  - 2.1 Què és la neurociència?.....pàg. 7
  - 2.2 Entrevista d'Eduard Punset a Stefan Koelsch.....pàg. 9
  - 2.3 El desenvolupament del cervell.....pàg. 12
  - 2.4 Les emocions.....pàg. 15
  - 2.5 L'estat d'ànim respecte al dolor dels altres.....pàg. 19
  
3. **La música com a ajuda per a la salut dels humans**
  - 3.1 La música com a art particular i destacat.....pàg. 23
  - 3.2 La música i el cervell dels infants.....pàg. 25
  - 3.3 La música en els primers dies de vida dels infants.....pàg. 27
  - 3.4 Aplicació tecnològica: música específica per a pacients.....pàg. 30
  - 3.5 El Trastorn de l'Espectre Autista i la música.....pàg. 32
  - 3.6 La música es troba a la ment.....pàg. 34

<b>4.</b>	<b><u>Beneficis de la música per al dia a dia</u></b>	
	4.1 Llistat d'interès respecte als beneficis.....	pàg. 37
	4.2 L'entrenament musical millora la memòria verbal.....	pàg. 38
<b>5.</b>	<b><u>Conclusió</u></b> .....	pàg. 41
<b>6.</b>	<b><u>Bibliografia</u></b> .....	pàg. 43

## **1. Introducció**

En la societat que vivim avui en dia la música ocupa un lloc molt relatiu i genera diferents punts de vista al respecte. Malauradament, hi ha persones que pensen que la música no té importància en l'educació dels fillets. Per altra costat, ens trobem amb persones que tenen un altre punt de vista respecte la música, és a dir, pensen que la música és rellevant en l'educació, que pot enriquir la cultura i de cada cop poden aprendre més aconseguint d'aquesta manera obtenir grans beneficis.

Des d'un començament tenia curiositat per esbrinar si realment la música influïa en les capacitats dels éssers humans. D'ençà que vaig començar els estudis de música -quan tan sols tenia cinc anys- fins a dia d'avui sempre he anat sentint la següent afirmació: la música millora les capacitats de les persones. Al mateix temps, era - i és - molt comú trobar-se algunes publicacions respecte al tema, en algun article d'una revista científica comercial, o últimament topar-se amb alguna notícia digital al respecte. En atenció a això, cada vegada que per casualitat m'arribava alguna notícia sobre l'assumpte em feia distreure'm del que estigués fent i em feia pensar. En particular, quedava pensant si realment la música podia proporcionar-nos més capacitats de les que poden tenir les persones que no són músics, o si tan sols era com un motiu que s'havia posat de moda i era una eina de màrqueting comercial per atrapar lectors tant en les revistes comercials com per augmentar el nombre de vistes en les publicacions online.

En conseqüència, vaig decidir realitzar aquest treball sobre els beneficis que ens pot aportar la música als éssers humans per aconseguir la certesa d'aquest fet, la qual durant tots aquests anys m'havia fet sospitar i, al mateix temps, m'havia captivat. Per dur a terme el treball, s'ha seleccionat una sèrie d'estudis, realitzats al llarg de les últimes dècades en diferents parts del món. He utilitzat la metodologia de revisió bibliogràfica perquè era necessari recopilar una extensa informació respecte al tema, per conèixer-lo i poder centrar-me en les investigacions que podien ser rellevants per al treball. Per fer-ho, vaig cercar paraules claus relacionades amb el tema, com és el cas de; música, beneficis, neurociència musical, cervell... també vaig buscar-les en anglès, per així aconseguir nombroses fonts d'informació que podien ser rellevants. En aquest cas, les altres propostes de metodologia no s'adaptaven bé, com són ara l'enquesta o l'experiment. Per un costat, l'enquesta no tenia cap utilitat, ja que la hipòtesi del treball consisteix en esbrinar el 'poder' que pot proporcionar-nos la música i beneficiar-nos d'aquest. Mitjançant l'enquesta no es podia contrastar si aquesta afirmació és certa, tan

sols preguntant a una multitud de persones. Per l'altre costat, la metodologia de l'experiment tampoc ens aporta cap finalitat pel treball, tot i que en aquest podem trobar-hi molts experiments realitzats per investigadors científics per demostrar la hipòtesi. Jo mateixa no podia fer-los (no tinc coneixements científics), era necessari la col·laboració d'investigadors científics, els quals havien d'utilitzar aparells tecnològics com, per exemple, una màquina de ressonància magnètica (aquesta serveix per realitzar escanejos cerebrals) per poder desenvolupar diferents estudis. Per tant, la revisió bibliogràfica era la millor metodologia a la qual es veia adaptada el meu treball.

La informació disponible relativa als beneficis de la música - una informació que s'està actualitzant constantment - es mereix una ampla difusió. El present treball aspira a formar part d'aquella difusió. Els beneficis que ens pot aportar la música resulta ser un tema rellevant, ja que una vegada s'ha demostrat el seu efecte, les persones poden veure la música des d'un altre punt de vista, fent així que la música passi a tenir un paper més predominant, sobretot en l'àmbit de l'educació obligatòria. És a dir, durant totes les etapes de l'ensenyament, passant des de tan sols un any d'edat a la llar d'infants, fins quan tenen setze anys en l'Educació Secundària Obligatòria. Cal remarcar que si fos així, una gran part dels nens tendrien més oportunitats per aprendre música, ja que hi ha famílies que no poden permetre's apuntar als seus fills a activitats extraescolars; d'aquesta manera, la gran majoria de la població podria beneficiar-se del 'poder' de la música.



## **2. Neurociència i música**

### **2.1 Què és la neurociència?**

La neurociència, un conjunt de disciplines científiques, s'encarrega de l'estudi dels diferents elements que formen el sistema nerviós, com ho són les estructures, les funcions, les bases moleculars i les patologies del sistema nerviós, i com aquests interaccionen entre ells. Gràcies a tots els elements esmentats, es constitueixen les bases biològiques de la nostra conducta<sup>1</sup>.

El sistema nerviós s'encarrega d'organitzar, coordinar i distribuir tots els estímuls i senyals que l'ésser humà pot percebre, i assimilar, per un costat, la informació que troba a l'exterior que ens envolta, i per un altre, la del seu propi interior. Les senyals que el cos transmet des de qualsevol part de l'organisme poden ser assimilades de forma conscient o inconscient.

A partir de tots aquests estímuls i senyals que recull el cos amb l'ajuda d'una agrupació d'òrgans i estructures (dels quals la funció principal és la de captar i processar les senyals que envolten el cos), el sistema nerviós organitza i dirigeix les tasques que el cos humà ha de dur a terme, creant així una xarxa interna que abasta tot el cos.

La investigació del sistema nerviós va començar a desenvolupar-se amb l'obra del metge i científic espanyol Santiago Ramón i Cajal, una de les figures més importants i de gran prestigi en l'àmbit de la neurociència. Nascut en 1852 a Petilla d'Aragó, des de ben petit tenia clar que volia dedicar-se a la pintura, ja que comptava amb molt bones habilitats artístiques: finalment, però, el seu pare, metge cirurgià, el va convèncer per estudiar medicina. Uns anys després, concretament al 1873, es va graduar a la Universitat de Saragossa i poc després va ser enviat a la guerra de Cuba per exercir de metge.

En tornar a Espanya, es va doctorar a la Universitat de Madrid, i el 1887 va decidir traslladar-se a Barcelona, on va realitzar alguns dels seus principals descobriments, sobretot respecte al funcionament i l'estructura del sistema nerviós. Cal destacar l'any 1906, quan va guanyar, conjuntament amb Camillo Golgi, el Premi Nobel de Fisiologia i Medicina.

---

<sup>1</sup> Gomez Dominguez, Daniel. *Neurociencia. Estructura y funciones del cerebro*. Libsa, edició nº1. 3/02/2020. 978-8466232708

Per realitzar els seus descobriments, va emprar el mètode de tinció creat per Camillo Golgi. Aquest mètode es tracta d'un procediment que revela la morfologia neuronal completa en tres dimensions. El principal component d'aquest procediment consisteix en les sals de plata. Aquestes s'obtenen a partir de l'injecció del dicromat de potassi i el nitrat de plata. Així doncs, es remarquen posant-se en negreta i permet observar clarament les neurones. Cal esmentar que Ramón i Cajal va desenvolupar algunes millores a la tècnica de Camillo Golgi per poder aconseguir una imatge més clara.

Per altre costat, en haver recopilat i analitzat els resultats dels seus descobriments, va adonar-se'n de que era realment complex comunicar la informació tan sols mitjançant una descripció, sense poder incorporar una fotografia de qualitat a nivell microscòpic per poder recolzar-ho. Per tant, va decidir il·lustrar els seus descobriments de forma detallada i precisa.

El primer descobriment important de Ramon i Cajal fou esbrinar quina era la unitat bàsica del sistema nerviós: la neurona. En segon lloc, arran de les modificacions que va realitzar en el mètode de tinció de Golgi, va descobrir que el sistema nerviós està format per cèl·lules separades i independents, que presenten una certa connexió però no es toquen, ja que existeix un espai sinàptic entre elles, és a dir, el sistema nerviós està format per una gran xarxa de connexions nervioses en la qual el principal element són la neurones. L'espai sinàptic el trobem en el petit buit que hi ha entre les diferents neurones, i és aquí on es produeix la comunicació entre elles.

Cal esmentar, també, el descobriment fruit de la seva investigació respecte a la llei anomenada polarització dinàmica, és a dir, la manera en que l'impuls nerviós es transmet pel sistema. Aquest impuls viatja tan sols en una direcció.

Per últim, Ramón y Cajal va descobrir i analitzar les parts de les neurones, com és el cas de les espines dendrítiques, considerades fins aquell moment un producte del funcionament del sistema nerviós, però va descobrir que aquesta creença no era certa, sinó que aquestes espines formen una part rellevant de cada neurona, així doncs, participen activament en la transmissió de la informació.

L'objectiu de la neurociència és comprendre com són i de quina manera interactuen els diferents components del sistema nerviós. El seu estudi resulta de gran importància, per exemple, per tractar trastorns i malalties relacionades amb el desenvolupament o funcionament d'aquest sistema.

La neurociència, així com s'ha esmentat anteriorment, s'encarrega d'estudiar l'estructura i funcions del sistema nerviós, d'una immensa complexitat. Com a resultat d'aquesta complexitat, existeix una gran diversitat de formes d'estudiar tant l'estructura com les funcions. Per aquesta raó, la neurociència es presenta i s'organitza en diferents especialitats, com per exemple: la neurociència afectiva, la cognitiva, la neuroimatge, o la del comportament; la neurociència social, la del desenvolupament, la neurofisiologia, la neurociència molecular i cel·lular, la clínica, la neurolingüística, la cultural, computacional, la neuroinformàtica i neuroingenieria (més endavant, es veuran exemples en detall respecte d'algunes de les diferents especialitats).

Cal destacar el gran impacte positiu que ha suposat la incorporació de les noves tecnologies a la neurociència actual, que ha permès una observació minuciosa del cervell que fins el moment mai s'havia aconseguit.

## **2.2 Entrevista d'Eduard Punset a Stefan Koelsch**

L'any 2011, l'escriptor, polític, divulgador científic, advocat i economista català, Eduard Punset (1936-2019) va realitzar una entrevista al professor de psicologia de la música de la Freie Universität de Berlin, Stefan Koelsch. Al llarg de l'entrevista es comenta de quina manera ha quedat demostrada, a través de la neurociència, la relació entre la música i les emocions.

El primer fet rellevant que es pot extreure de l'entrevista, respecte a aquesta relació, és el gran impacte de la música sobre el cervell; Punset formula la pregunta "És realment tan important la música com ho sembla?", a la qual Koelsch respon que és d'una importància quasi incalculable, i que caldria plantejar-se si hi ha alguna part del cervell que no es veu influïda per la música.

A continuació, es comenta un exemple senzill de la influència que exerceix la música sobre els nostres sentiments: en el cine. S'observa la manera en què una mateixa escena entre dues persones pot oferir versions molt diferents entre si, canviant la música. En la primera versió, el compositor vol aconseguir convèncer a l'espectador que les dues persones s'enamorin. Per fer que l'escena sigui entesa per l'oient, el compositor compon una melodia suau, amb notes agradables i sense cap mena de dissonàncies. Després, amb la mateixa escena però canviant la composició musical, l'autor de la banda sonora fa que entre aquestes dues persones es creï una tensió, i una por dirigida cap a una d'elles. Per fer aquesta versió, el compositor fa servir dissonàncies i notes desagradables

per a l'oient, fent per exemple dues veus en registres molt extrems, distorsionant el so. Amb aquest senzill exemple, es demostra que la música fa ressaltar les emocions, i que, sense ella, en determinats moments al públic li resultaria més complicat orientar-se respecte a l'emoció que el director de la pel·lícula vol que l'espectador experimenti.

A continuació, el professor Koelsch explica un estudi dut a terme sobre el reconeixement de les emocions en la música. Un dels seus estudiants de doctorat va viatjar al nord de Camerun per fer una investigació entre persones que no havien escoltat mai la música occidental. L'experiment consistia en escoltar determinades peces de música, a fi de poder observar i reconèixer quines emocions els hi provocava, com per exemple l'alegria, la por, la tristesa...

La mateixa música la van escoltar diverses persones de diferents cultures i d'hemisferis diferents, però les emocions que van experimentar amb la música van ser les mateixes per a tots. Aquest resultat, es creu que en part es deu a que la tradició musical occidental -en concret, la música trista- imita la prosòdia d'una veu trista, que es caracteritza per una veu greu que va disminuint el timbre. També sol tenir un tempo calmat i presentar poques variacions de to.

Per resumir en una frase l'experiment, l'entrevista acaba esmentant que, quan es codifiquen els sentiments en forma de música, tot i que abans no haguem escoltat mai aquella música en concret, som capaços de saber quina és l'emoció que aspira a provocar en nosaltres.

L'entrevista es centra, a continuació, en la capacitat de la música per ajudar-nos a canviar el nostre estat d'ànim. Per exemple, Punset demana a Koelsch com és possible que, quan de vegades es sent trist i sol, i comença a escoltar una música alegre i animada, es sent millor, i de la mateixa manera -però de forma contrària- quan està molt motivat i content, si escolta una música trista i lenta, aquesta fa que es senti calmat, i se li passi la sensació d'eufòria.

Koelsch respon que aquestes sensacions que experimenta Punset -i que qualsevol persona pot sentir- es deuen a la capacitat que presenta la música d'ajudar-nos a canviar el nostre estat d'ànim. La neurociència demostra que la música té un gran poder per activar cada una de les estructures emocionals del cervell. Concretament, Koelsch exposa que, quan es duen a terme experiments neurocientífics, els investigadors poden

observar com es modifica l'activitat en qualsevol estructura cerebral emocional gràcies a les emocions que ens fa sentir la música.

Per tant, així com afirma Koelsch, el paper de la música és molt rellevant, ja que és capaç de provocar canvis en el nucli de les estructures cerebrals, les quals són responsables del nostre univers emocional. Aquest fet resulta de gran interès per a les teràpies. Mitjançant la música, els professionals poden ajudar a pacients que tinguin algun trastorn en les estructures cerebrals relacionades amb les emocions. Per exemple, pacients amb depressió, trastorns provocats per un estrès posttraumàtic, trastorn per ansietat, o pacients amb traumes. És a dir, existeix una gran amplitud de diagnòstics que poden fer servir la música com a teràpia.

Tornant a l'entrevista, més endavant Punset demana a Koelsch si la capacitat per entendre la música és innata o si anem aprenent poc a poc. Referent a aquesta premissa, s'han dut a terme estudis amb infants de tan sols tres dies de vida, que han demostrat capacitat de reaccionar a la música. Per tant, a l'entrevista comenten que, si amb només tres dies de vida ja es reacciona als diferents estímuls de la música, tot indica que és una capacitat innata. Koelsch contesta que, definitivament, la resposta és que sí, amb les següents paraules: *“som, de forma innata, des del més profund de la nostra naturalesa, criatures musicals”*. A més, cal destacar que, a partir d'aquesta capacitat innata de reaccionar a la música, es facilita l'aprenentatge del llenguatge verbal.

Aquesta afirmació respecte al llenguatge oral resulta molt interessant, ja que, si hi pensem bé, instintivament, els adults adopten una forma musical a l'hora de parlar amb els infants: molts cops, les mares i cuidadors dels infants, a l'hora de parlar-los, el que fan més bé es cantar. I aquesta forma musical que s'assembla al cant a l'hora de parlar és el que fa que els infants aprenguin i ens entenguin. Com afirma Koelsch, és fonamental *“jugar amb l'entonació de les paraules perquè ens puguin entendre”*.

El mateix passa amb els adults. Per entendre's millor, els adults també necessiten una veu amb una certa entonació i diferents ritmes. En canvi, si ens parlen amb una veu monòtona que manté el mateix timbre tot el temps, sense cap mena de variació en el ritme i en el registre, resulta molt més difícil d'entendre.

En definitiva, en el cas dels nens, és d'una gran importància l'entonació amb la qual se'ls parla. El senyor Koelsch assenyala l'existència d'estudis que demostren que, si els pares

no parlen als fills jugant amb l'entonació de la veu, aquests són molt més vulnerables a patir algun trastorn verbal i del llenguatge.

*Música i Neurociències* [ vídeo] Eduard Punset i Stefan Koelsch, 28 min. Anglesa i doblada al castellà.

<https://www.youtube.com/watch?v=cc89J2qRtCQ>

### **2.3 El desenvolupament del cervell**

Una cita amb el pediatra va ser el detonant que el neurocientífic Jakob Seidlitz, de la Universitat de Pensilvània, Filadèlfia, necessitava per començar a investigar i crear una estadística per conèixer en detall la informació biològica del cervell. Específicament, fou quan Jakob Seidlitz va portar el seu fill de quinze mesos a la consulta de pediatria per realitzar-li unes proves de rutina. En la consulta, el pediatra va afirmar que el seu fill estava desenvolupant-se a un ritme normal respecte a les taules de referència d' altura i pes. El senyor Sedlitz va trobar a faltar una taula mètrica que fes referència al creixement i desenvolupament del cervell i es va sorprendre de la poca informació biològica que tenen els metges al respecte.

Arrel de la consulta, Seidlitz va començar a treballar fent un estudi estadístic per poder crear les primeres taules de creixement integrals que feren referència al desenvolupament del cervell. Amb l'ajuda de nombrosos companys neurocientífics, ha pogut recollir més de 120.000 escanejos cerebrals que fan possible uns gràfics on es poden observar de quina manera els cervells dels éssers humans augmenten ràpidament en els primers anys de vida i després, de forma progressiva, van disminuint amb el pas dels anys.

Quan els nens són petits, sol ser habitual sentir als pares dir: són com esponges. Això és degut a que els nens presenten períodes de sensibilitat durant el desenvolupament cognitiu. És a dir, tenen períodes durant els primers anys de vida, en particular entre els zero i set anys, els quals estan més oberts i els hi resulta més fàcil aprendre coses noves.

Així com afirma Anita Collins, l'aprenentatge de la música és una molt bona manera per poder estudiar aquest fet, és a dir, el desenvolupament humà, ja que majoritàriament sol començar durant el període de sensibilitat d'aprenentatge.

Cal remarcar el pes que té la música respecte la neuroplasticitat i sobre el procés denominat “synaptic pruning” ( es tracta d’un procés on el nostre cervell fa una neteja de totes les vies d’informació per així poder crear nou espai per a la nova informació i al mateix temps fent que la circulació d’aquesta informació sigui més fàcil) amb motiu de la gran càrrega de feina que comporta al cervell.

L’estudi d’un instrument musical implica alts nivells de connectivitat i desenvolupament, aleshores millora i promou la neuroplasticitat.<sup>2</sup>

L’estudi dels escanejos cerebrals va ser publicat a la revista *Nature*<sup>3</sup>, el 6 d’abril del 2022, i els resultats varen oferir unes estadístiques d’una gran rellevància. La comunitat neurocientífica va quedar sorpresa, per una part, per la informació que va aportar l’estudi, i per una altra, les nombroses ressonàncies magnètiques nuclears que s’havien aconseguit per realitzar l’estudi, sent aquesta una eina molt cara, circumstància que normalment limita el nombre de participants dels quals els científics puguin disposar per als seus experiments.

Per a realitzar l’estudi, va ser necessària l’aportació d’un nombre molt elevat d’escanejos cerebrals, els quals oferien una quantitat suficientment ampla de material que permetia arribar a conclusions contundents i convincents a prop del creixement del cervell, reflectit en un conjunt de gràfics. L’estructura cerebral de cada persona varia considerablement. Richard Bethlehem, coautor de l’estudi, i neurocientífic de la Universitat de Cambridge, al Regne Unit, afirma que realitzar milers de escanejos cerebrals no resultava gens fàcil i és excessivament car. Per aquest motiu, els investigadors, en lloc de compondre els escanejos ells mateixos, van optar per recollir estudis de neuroimatge ja realitzats per altres professionals de la salut.

Els neurocientífics Bethlehem i Seidlitz van començar a posar en marxa el seu estudi estadístic enviant correus electrònics a investigadors de tot el món, preguntant-los si voldrien compartir amb ells els escanejos de neuroimatge que poguessin tenir dels seus pacients per poder fer possible l’estudi.

---

<sup>2</sup> Collins, Anita. *The music advantage. How Music Helps Your Child Develop, Learn, and Thrive*. New York, tarcherperigee, 2021. ISBN: 9780593332122

<sup>3</sup> Kozlov, Max. *Your brain expands and shrinks over time — these charts show how*, Jakob Seidlitz, *Nature*. 2022, nº604, 230-231.

Finalment, els investigadors que havien rebut la sol·licitud es varen posar d'acord i els hi van proporcionar les ressonàncies magnètiques que cada un tenia al seu abast. En total, van poder reunir 123.894 ressonàncies magnètiques, en les quals ens podem trobar-hi neuroimatges des d'infants de tan sols setze setmanes d'edat, fins a gent major de cent anys. Per un altre costat, també ens podem trobar neuroimatges de persones neurotípiques, així com d'altres que tenen una afecció mèdica, com per exemple la malaltia d'Alzheimer, o amb diferències neurocognitives, com seria el cas del trastorn de l'espectre autista. Cal esmentar que els investigadors van utilitzar models estadístics per poder treure la informació dels escanejos, assegurant-se que les imatges eren comparables les unes amb les altres, tot i no tractar-se de la mateixa màquina de ressonància magnètica.

Els autors de l'estudi, els senyors Seidlitz i Bethlehem, tot i reconèixer que el seu estudi té un gran impacte en el món de la neurociència, donant a conèixer una informació que fins aleshores no havia estat descoberta, reconeixen a la vegada l'existència d'una falta de diversitat en el seu estudi, referent a l'origen de la recollida dels escanejos cerebrals. Majoritàriament, les neuroimatges provenen d'Amèrica del Nord i d'Europa, mentre que tan sols conté tres conjunts referents a Amèrica del Sud i un d'Àfrica; per tant, reflecteix de manera desproporcionada la població del món. Cal destacar la dificultat d'aconseguir accés a les màquines de ressonància magnètica, ja que hi ha milions de persones en tot el món que no poden utilitzar-les.

Per aquest motiu, els autors volen aconseguir que el seu estudi estigui més proporcionat a la diversitat del món: amb aquest objectiu, han creat una pàgina web on es van incorporant noves dades, actualitzant-se periòdicament les taules del creixement cerebral conforme van rebent i aconseguint diferents escanejos cerebrals de diferents parts del planeta.

En conclusió, en l'estudi podem observar el resultat d'un conjunt de gràfics que marquen les diverses mètriques cerebrals que resulten importants referent a l'edat. Per exemple, podem trobar-hi marcades les mètriques del volum de la matèria gris i el gruix cortical mitjà, és a dir, l'amplària de la matèria gris. Aquestes mètriques arriben al punt màxim molt aviat en el desenvolupament d'una persona; en canvi, en l'exemple del volum de la matèria blanca, (és una part del sistema nerviós que està formada per milers de milions d'axons de neurones, els quals s'encarreguen de transmetre la informació processada a la resta del sistema mitjançant senyals elèctriques) aquesta aconseguix el



seu punt màxim al voltant dels trenta anys. Un altre resultat interessant pels neurocientífics foren les dades respecte al volum ventricular, és a dir, la quantitat de líquid cefalorraquidi que hi ha en el cervell, ja que van poder observar com aquest va augmentant amb l'edat però sobretot els hi va sorprendre que de cada vegada va creixent més ràpidament en l'edat adulta.

## 2.4 Les emocions

Quan estem tocant una obra musical o tan sols escoltant una composició musical, és comú que ens faci sentir alguna emoció. Per exemple, una reacció molt habitual que solem experimentar les persones quan interpretem o escoltem música sol ser el que es denomina 'tenir pell de gallina'. Aquesta reacció és una manifestació física de l'emoció que ens provoca la pròpia música.

Pels investigadors, definir el que són les emocions sempre ha resultat ser un tema fascinant, i genera un considerable debat entre ells. L'emoció es pot definir com "un estat afectiu intens i transitori produït per un estímul de l'entorn o una situació interna del propi individu que transforma l'equilibri psicofísic d'una persona i sol anar acompanyat d'expressions facials, motores, etc." (Charles Darwin, 1872). Per altre costat, quan l'emoció perdura en el temps, es coneix com estat d'ànim; els temperaments, en canvi, són la tendència a produir una emoció específica o un determinat estat d'ànim.

Per a Daniel Goleman, (psicòleg nord-americà internacionalment conegut nascut el 7 de març de 1946 a Stockton, Califòrnia. Va estudiar el desenvolupament clínic de la Psicologia i la personalitat a la Universitat d'Amherst, Massachusetts i després va aconseguir el doctorat a la Universitat de Harvard. Es conegut majoritàriament per l'obra que va escriure l'any 1995: *Intel·ligència emocional*).

Cal destacar, que fou el fundador dels serveis d'intel·ligència emocional i del programa de col·laboració per a l'aprenentatge social i emocional a la Universitat de Yale. Principalment la seva bibliografia se centra en la intel·ligència emocional, recolzant-se amb la importància que tenen les emocions humanes) l'emoció fa referència a un sentiment i als pensaments, a l'estat psicològic i biològic, i a la tendència a l'acció que el caracteritza. Realment el desacord entre els investigadors és tan pronunciat que, alguns cops, tampoc coincideixen en l'existència d'aquestes. A partir dels estudis d'Ekman, P., (és un psicòleg nascut el 15 de febrer de l'any 1934 als Estats Units, Washington D.C,

precursor en els estudis de les emocions i la relació amb les expressions no verbals. Cal destacar que va guanyar el premi d'investigació científica del Institut Nacional de Salut Mental l'any 1971 i anys després va tornar aconseguir-lo, com l'any 1976, 1987, et. Va ser denominat una de les cent persones amb més renom del món per la revista *Time* i el trobem en el quinzè lloc entre els psicòlegs més destacats del segle XXI), podem veure com afirma l'existència de les emocions reconegudes per persones de diferents cultures de tot el món; aquestes són la por, la ira, la tristesa i l'alegria. Ekman i Goleman coincideixen a l'hora de pensar en les emocions en diferents grups, o famílies. D'aquesta manera, estableixen vuit emocions principals: la por, la ira, la tristesa, l'alegria, l'amor, la sorpresa, la vergonya i l'amargura. Però dins d'aquestes existeix tota una família d'emocions derivades, com per exemple, en el cas de la por, en les seves emocions derivades s'hi poden trobar l'ansietat, la depressió, la preocupació, el nerviosisme, l'angoixa, el terror, el pànic, la fòbia...

António Damasio es un neurocientífic i neuròleg distingit, va néixer a Lisboa el 25 de febrer de l'any 1944. Cal destacar que es membre de l'Acadèmia Nord-americana de les Arts i les Ciències, de l'Acadèmia Nacional de les Ciències i de l'Acadèmia Europea de les Arts i les Ciències. Gràcies al seu interès per el funcionament del cervell ha realitzat nombrosos estudis respecte els processos neurodegeneratius hi ha permès l'aproximació de les neurociències a la societat.

Damasio fa una classificació, o diferenciació, entre les emocions que experimentem en les primeres etapes de la vida, i per altre costat, les emocions que sentim quan som adults. Seguint amb aquesta classificació, proposa anomenar les primeres emocions que podem sentir com emocions primàries, anomenant emocions secundàries aquelles corresponents a l'edat adulta<sup>4</sup>.

En primer lloc hi ha les emocions primàries, que es produeixen poc després de que un estímul activi l'amígdala i, en conseqüència, poden desencadenar diferents respostes, com per exemple, les endocrines i químiques, musculars, visceral, internes del propi cervell, etc.

---

<sup>4</sup> Cabrelles Sagredo, María Soledad. *Las emociones y la música*, biblioteca virtual Miguel de Cervantes [en línia] 2007 [Consulta: 15/03/2022]  
[https://www.cervantesvirtual.com/obra-visor/las-emociones-y-la-musica/html/?\\_ga=2.14584689.796811701.1656831153-1019841255.1656831153](https://www.cervantesvirtual.com/obra-visor/las-emociones-y-la-musica/html/?_ga=2.14584689.796811701.1656831153-1019841255.1656831153)

En segon lloc, es troben les emocions secundàries, que apareixen un cop hem començat a experimentar sentiments i a formar connexions entre categories d'objectes i situacions per un costat i emocions primàries, per un altre. Això vol dir que, en les emocions secundàries, l'estímul pot ser captat per l'amígdala, però al mateix temps també es veurà analitzat en el procés del pensament i pot activar les corteses frontals que actuen mitjançant l'amígdala. Per aquesta raó, els pacients que presenten una lesió prefrontal no són capaços, per exemple, de generar emocions relacionades amb imatges provinents de diferents situacions i estímuls, però en canvi poden experimentar emocions primàries.

Fixant el punt de mira en l'evolució, veiem com les emocions han participat positivament en el procés evolutiu, afavorint les possibilitats de supervivència gràcies a la ment emocional. Aquesta resulta ser molt més ràpida que la ment racional, i quan està en funcionament - en una situació de perill, per exemple - actua de manera impulsiva i no considera el que està fent. Per aquest motiu, els organismes que, al contrari, utilitzaven la ment racional i es concentraven en pensar el que estava passant en aquell moment, i les opcions disponibles, tenien menys probabilitats de sobreviure. Per tant, les emocions s'han incorporat en el nostre sistema nerviós central en forma de predisposició innata i automàtica. Així com les emocions han estat d'ajuda per al procés evolutiu, en l'actualitat, és a dir en la nova civilització, s'ha de saber controlar la vida emocional, i en alguns moments, per motius socials, és necessari frenar les predisposicions innates.

El nostre organisme disposa de tres sistemes diferents de resposta emocional, que són: el cognitiu, el motor i el fisiològic. Per començar, el cognitiu és el que qualifica les vivències com agradables o desagradables, per tant és subjectiu i atorga canvis corporals, i és el causant de la reacció emocional. En segon lloc, el motor guia les reaccions d'apropament o allunyament, i és el responsable de les expressions facials, així com de les postures, to de veu, i en general de tots els moviments que realitzem. En tercer lloc, el fisiològic és l'encarregat de produir canvis en l'interior del cos, com pot ser en els músculs, en els sistemes endocrí, immunològic i nerviós central, de tal manera que la persona pot o no adonar-se'n.

En concret, l'emoció de la ira ens provoca un augment del flux sanguini en les mans, mentre que, al mateix temps, augmenta el ritme cardíac i l'adrenalina. En el cas de la por, l'emoció provoca la retirada de la sang de la nostra cara, fent que es torni pàl·lida i

freda i que, al mateix temps, aquesta sang vagi dirigida a les cames per contribuir a l'escapada. En canvi, en el cas de l'alegria, aquesta emoció no ens provoca un canvi fisiològic però sí es produeix una descàrrega d'endorfines cerebrals, que ens proporcionen una sensació de pau i tranquil·litat, i permeten dirigir tota la nostra energia a l'activitat que estem realitzant sense cap mena de distracció. Al contrari, l'emoció de la tristesa ens provoca una disminució de l'energia i de l'entusiasme per realitzar les activitats vitals; això fa que vulguem estar en un lloc segur per evitar les conseqüències de la frustració. Per altra banda, l'emoció de l'amor ens activa el sistema nerviós i ens proporciona un estat de calma i satisfacció que contribueix a la convivència. Per acabar, l'emoció de la sorpresa augmenta el camp visual i això fa que ens arribi més llum a la retina, proporcionant-nos més informació respecte a algun esdeveniment inesperat.

L'amígdala es una estructura que es troba situada al fons dels lòbuls temporals; es tracta d'unes regions que conformen la part inferior lateral de l'encèfal, fent així que quedi l'amígdala a l'altura de l'oïda. Aquesta estructura està formada per un conjunt de neurones relacionades entre si, creant d'aquesta manera una particular estructura (en forma d'ametlla) a nivell anatòmic i es troba localitzada en el sistema límbic.

L'amígdala es el principal nucli de control de tots els nostres sentiments, per tant és aquí on es processen les nostres reaccions emocionals. Per aquest motiu, és la part del cervell que ens permet expressar físicament les emocions, ja siguin positives o negatives; també relaciona els records amb emocions que haguem sentit, controla l'agressivitat, regula la conducta sexual, i controla la por i les reaccions de supervivència més primitives. Per exemple, quan en la nostra vida, en una situació determinada, sentim algun perill, es crea immediatament l'emoció de la por. Gràcies a l'amígdala, som capaços de relacionar el sentiment de por amb la resposta d'escapar: aquesta ho fa possible mitjançant una interacció ràpida amb el sistema nerviós perifèric i el sistema endocrí, fent d'aquesta manera que puguem fugir de les situacions de perill.

L'amígdala té una gran rellevància respecte a aquelles respostes emocionals amb influència notable en el reconeixement, la memòria, l'aprenentatge i en la resposta sobre estímuls afectius. És una estructura encarregada de modelar el contingut emocional, fent així que es creïn respostes vegetatives, és a dir que la valoració cognitiva d'una situació és molt probable que es dugui a terme a partir de la base de valoració

emocional que hem pogut establir prèviament. Per tant, crear unes condicions emocionals favorables ens pot servir d'ajuda per facilitar l'aprenentatge.

Els neuropsicòlegs estudien i posen el seu punt de mira en la cortesa prefrontal; aquí és on els pensaments i l'emoció es veuen enllaçats entre si. Els especialistes solen anomenar-la 'memòria de treball', fent referència a la capacitat d'atenció que es necessita per resoldre un determinat problema o tasca. Segons Goleman, el pensament i el sentiment es troben units, i això fa que tinguem sentiments sobre qualsevol cosa que fem, pensem o imaginem. Per tant, resulta molt important saber controlar i organitzar les dues funcions - pensament i sentiment - formant així la intel·ligència.

## 2.5 L'estat d'ànim respecte al dolor dels altres

La professora i presidenta del departament de Psicologia de la Universitat de Shenzhen, Fang Cui, actualment és membre del consell de la Societat de Ciències Cognitives de Guangdong, conjuntament amb rellevants professors i investigadors científics com Jiaping Cheng, Can Jiao i Yuejia Luo. Amb la col·laboració d'aquests investigadors xinesos, va publicar Fang Cui el 12 d'octubre del 2017 l'article "*Music induced happy mood suppresses the neural responses to other's pain: Evidences from an ERP study*" en la revista Scientific Reports.<sup>5</sup>

Abans de començar a explicar de quina manera es va poder realitzar l'estudi, és important tenir clars alguns conceptes bàsics, com és el cas de l'empatia. Es pot definir com una característica que presenten les persones amb una maduresa psicològica que els permet entendre les emocions i els sentiments de les altres persones. Des que som petits, per ensenyar-nos a comprendre el que és l'empatia sempre ens diuen: l'empatia és posar-se al lloc dels altres. Aquesta habilitat no resulta ser tan fàcil per a la majoria de les persones, ja que, molts cops, la nostra resposta empàtica a les emocions i sentiments dels altres pot estar condicionada per les nostres pròpies experiències i estats emocionals, com indica l'estudi de Van Boven et al, 2003<sup>6</sup>, que a continuació s'exposarà breument per poder donar una explicació més clara. Van participar-hi dos grups de persones: el primer grup havia realitzat vint minuts d'exercicis físics abans de començar l'estudi, i el segon, en canvi, no havia fet cap esforç abans. Un cop el primer grup va acabar l'entrenament físic, van iniciar l'estudi els dos grups, llegint una descripció de

---

<sup>5</sup> (JIAPING, CHENG et al, *Music induced happy mood suppresses the neural responses to other's pain: Evidences from an ERP study, Scientific Reports* 2017, 7, nº 13054)

<sup>6</sup> BOVEN, Van i LOEWENSTEIN, L. G.: *Butlletí de Personalitat i Psicologia Social*, 2003

tres excursionistes que es trobaven perduts a la muntanya sense menjar ni aigua, i havien d'endevinar quina de les dues opcions seria més angoixant per als excursionistes. Els resultats de l'estudi van concloure que el primer grup - el que havia estat fent l'exercici físic abans - tenia més probabilitats d'escollir l'opció de l'aigua, perquè ells mateixos tenien més calor i set, que el segon grup que no havia realitzat cap esforç.

Per altre costat, ens trobem amb un segon concepte que resulta de gran rellevància per a l'estudi, i es tracta de l'estat d'ànim de les persones. El podem definir com un estat psicològic que reflecteix les experiències afectives i emocionals que s'estan tenint. A diferència de les emocions, l'estat d'ànim és més prolongat i menys específic en una situació determinada. Segons la literatura existent, els estats d'ànim que són inferits poden controlar els processos cognitius, els emocionals, el nivell d'atenció dels participants i també els comportaments socioemocionals, com és el cas de la moral i la presa de decisions.

Cal remarcar la importància de tenir en compte l'estat d'ànim d'una persona que es troba participant en un estudi de forma passiva, és a dir, observant, ja que pot ser un factor rellevant respecte a la resposta empàtica que tingui davant la situació donada. Hi ha pocs estudis que hagin comprovat els efectes que poden arribar a tenir l'estat d'ànim de les persones observadores respecte a les seves respostes empàtiques sobre el dolor d'altres persones. D'aquests pocs estudis, n'hi ha algun que sí ha experimentat les respostes empàtiques al dolor que presenten altres persones modificant el seu estat d'ànim, però no resulta fiable per la falta de significació estadística i per tenir una tècnica d'investigació limitada. Per aquest motiu, Fang Cui estava interessada en poder demostrar-ho mitjançant l'experimentació científica.

Per realitzar l'experiment de l'estudi, hi van participar vint-i-sis persones sanes, sense cap antecedent familiar de trastorns neurològics, lesions cerebrals o discapacitat del desenvolupament. L'experiment va ser aprovat pel Comitè d'Ètica Mèdica de la Facultat de Medicina a la Universitat de Shenzhen, Xina.

El primer que van fer els participants va ser escoltar deu peces musicals del Sistema Musical Afectiu Xinès: aquestes obres eren un conjunt d'estímuls musicals per a la investigació emocional. En total, es tractava d'una sèrie de vint peces musicals: en un primer moment, els participants n'escoltaven deu, que provocaven un estat d'ànim trist, i més endavant, quan ja havien completat tot l'experiment, tornaven a escoltar el

conjunt de peces musicals però aquest segon cop escoltaven l'altra meitat de les obres, que provocaven un estat d'ànim alegre.

Seguidament, quan els participants ja havien escoltat les primeres deu peces musicals, se'ls va fer passar a una habitació on els hi mostraven imatges de mans, peus, braços, és a dir parts del cos en situacions quotidianes de la rutina diària de la vida, situacions que podien resultar doloroses o sense dolor. Cal destacar que a cada esdeveniment que hi havia en les imatges sense dolor, els hi corresponia la mateixa imatge amb un esdeveniment dolorós. En total, l'experiment va constar de seixanta imatges doloroses i seixanta sense dolor. A més, totes contaven amb les mateixes proporcions: en concret, tenien 9 cm d'amplària i 6,76 cm d'altura, i els participants veien les imatges a la pantalla d'un ordinador.

Per tant, l'experiment va contar amb dues sessions: en una, els participants havien escoltat música alegre, i en l'altra, música trista. Concretament, a tretze participants els hi van assignar la primera sessió, que corresponia a la música alegre, i l'altra meitat dels participants van començar per la segona sessió, que es tractava de la música trista. Entre la primera sessió i la segona, els participants realitzaven deu preguntes matemàtiques que consistien en dur a terme multiplicacions de dues xifres per distreure's i per evitar la influència que havia tingut la música de la primera sessió en l'estat d'ànim.

Per altra banda, abans de començar les sessions musicals, havien d'identificar el seu estat d'ànim en una escala de nou punts: el nombre u de l'escala corresponia amb un estat d'ànim infeliç, i el nou marcava un estat d'ànim molt feliç. A continuació, com s'ha esmentat abans, comencen a escoltar les deu peces musicals de les sessions, que corresponen a deu minuts per sessió. Al finalitzar la sessió musical, els participants tornaven a puntuar-se el seu estat d'ànim en la mateixa escala que havien fet servir al principi de la sessió.

A continuació, després de l'escolta musical, els participants passaven a observar les imatges - seixanta en total - en les que hi trobaven tant imatges doloroses com sense dolor. Per assegurar-se que els participants estarien atents en l'observació de les imatges, els van advertir que després de la sessió hi hauria preguntes relacionades amb les imatges que havien vist. Per tant, al final de cada sessió els hi feien tres preguntes respecte a les imatges, com per exemple, "Ha vist a una persona tallant-se la mà quan estava tallant la carn?" Realment aquestes preguntes no tenien tant de pes per a

l'experiment com el tenien altres que, de manera aleatòria, es realitzaven després d'haver vist una imatge dolorosa. Aquestes preguntes aleatòries consistien en saber quin era el grau de necessitat que sentia el participant d'ajudar a la persona que havia vist a la imatge. Per saber-ho, els participants havien de marcar, en una escala de l'u al nou, quina necessitat tenien d'ajudar-lo.

Amb aquest estudi, s'ha pogut donar suport a la hipòtesi de que els estats d'ànim poden alterar l'atenció de les persones sobre els estímuls emocionals que coincideixen amb els seus corresponents. És a dir, l'estat d'ànim positiu que ha estat provocat dificulta el processament dels estímuls negatius. D'aquesta manera, els participants 'alegres' eren menys discriminants i menys sensibles al dolor de les altres persones

Per tant, aquest estudi ha pogut investigar i comprovar com l'estat d'ànim que ha estat provocat mitjançant la música es veu modulats per la resposta neuronal al dolor de la resta de persones. Com s'ha comentat abans, un estat d'ànim positiu produït per la música pot reduir l'activació afectiva, l'intercanvi emocional i la sensibilitat al dolor dels altres; per altra banda, un estat d'ànim trist provocat per la música no aconsegueix aquesta resposta. Per aquesta raó, es demostra que els estats d'ànim dels participants eren un dels principals factors a tenir en compte per al processament del dolor de la resta de persones.

Per concloure, ens quedem amb l'afirmació que ha quedat demostrada en l'experiment: les persones, quan es senten alegres i tenen un estat d'ànim positiu, són menys sensibles al dolor de la resta de persones.

Des del meu punt de vista, l'estudi exposat anteriorment arriba a una conclusió impactant, fent així que les persones siguin condicionades pel propi estat d'ànim. Aquest tret no es pot considerar com un benefici per a les persones, ja que l'empatia és una de les característiques que ens diferencien d'una gran part de la resta d'éssers vius, però mitjançant aquest estudi ha quedat demostrat, en certa mesura, la importància de les emocions.



### **3. La música com a ajuda per a la salut dels humans**

#### **3.1 La música com un art particular i destacat**

En cas d'haver de definir la música de manera concreta i objectiva, com si volgués escriure-la al diccionari, diria que és una art que es forma a partir de la combinació de sons, els quals poden formar una melodia, amb ritmes i una harmonia determinada que sovint resulta acollidora per a la nostra oïda. Per altra banda, si volgués descriure el que és la música de manera subjectiva, diria que és un art particular i temporal diferent a les altres arts.

Per explicar millor el que significa que la música sigui un art particular, es pot emprar la pintura i l'arquitectura com a arts comparatives. En el cas de l'arquitectura, per poder observar l'art de manera completa, es requereix d'uns desplaçaments per tot l'edifici, és a dir, és necessari recórrer tots els passadissos, escales, habitacions, balcons, jardins... Per altre costat, en l'art de la pintura, es requereix uns desplaçaments menors, que serien uns apropaments i uns allunyaments petits per poder apreciar de manera detallada l'art. En canvi, en l'art de la música, aquests desplaçaments o enfocaments en algun aspecte en concret no es poden fer. Això es deu a que la música, com ja s'ha esmentat anteriorment, és un art temporal, que ens arriba a nosaltres directament a la nostra oïda. En especial, es tracta d'un moviment exterior que succeeix a través de nosaltres, i per tant no podem examinar i aïllar en concret els diferents elements que ens arriben. Per tant, comparant la música amb l'exemple de la pintura i de l'arquitectura, en aquests casos sí podem concentrar-nos detalladament en algun aspecte, i fer-ho tant de temps com creiem necessari per comprendre i gaudir de l'obra. Però pel que fa a la música, és ella mateixa qui ens imposa el seu temps a nosaltres. És a dir, el temps va passant i nosaltres no podem decidir fins quan un vol estar sentint algun fragment en concret, sinó que va tot seguit i és d'aquesta manera que ens fa arribar i sentir l'emoció de la música. Evidentment, s'ha d'esmentar que, en el cas de la música gravada, es poden donar les dues opcions, però idealment, la majoria de les vegades que es vulgui escoltar una obra tranquil·lament, l'escoltem de dalt a baix sense interrupcions, com un viatge. En definitiva, en el cas de la música, el sentiment i l'emoció que ens transmet ens arriba directament a nosaltres; en canvi, en l'art de la pintura i l'arquitectura, es necessita una gran concentració en l'obra per poder sentir aquesta emoció. (Téllez, 1981)

La música té molta més importància del que potser se li atorga. Per començar, té un paper realment rellevant dins la societat humana, ja que és capaç d'afectar a les diferents activitats i, sobretot, les interaccions socials, pel seu gran poder de transmetre i afectar els sentiments. Per altra banda, la música està considerada una eina de comunicació per als humans, i genera uns efectes demostrables tant en les funcions cognitives com al cervell. Es pot apreciar gràcies als grans avenços tecnològics que hi ha avui en dia, que ens permeten demostrar com les nostres estructures encefàliques es veuen diferents i canviants quan estem escoltant o fent música.

Entre tots aquests avenços i tècniques tecnològiques, els quals ens permeten aprofundir en la realitat de la relació entre la música i el cervell, una de les més predominants es denomina 'ressonància magnètica funcional'. A partir d'aquesta tècnica de neuroimatge, es pot observar quins són els canvis que es produeixen en el cervell quan s'escolta música. A més, s'ha de destacar que aquests canvis són tant anatòmics com funcionals. Per tant, la música, al contrari del que potser pensen moltes persones - que és un passatemps per passar-ho bé i entretenir-se - realment té un gran poder o efecte, el qual provoca un alterament de la nostra emoció i de la conducta.

Un informe publicat el 28 d'agost de 2014 en la revista *Scientific Reports*, de l'editorial *Nature*, que detalla un experiment dut a terme per un equip dels EUA, liderat pel científic Jonathan Burdette, professor del Centre Medic Wake Forest Baptist, Carolina del Nord, ens proporciona informació que ens ajuda a conèixer els efectes i canvis que sofreix el nostre cervell quan estem escoltant una melodia que ens agrada molt, i que fins i tot es podria considerar, en aquell moment, la preferida.<sup>7</sup>

Per començar, quan escoltem la nostra melodia 'preferida', tan sols en els primers acords es produeixen una sèrie regular de canvis comuns en l'activitat cerebral. Abans de la realització d'aquest estudi, no es sabia com es produïa aquesta activitat en el cervell. A partir de l'experiment que es va dur a terme, es va poder observar que, quan les persones estan escoltant cada una la seva melodia preferida, es generen els mateixos prototips de pensaments i records, sigui qui sigui la persona que està gaudint de la melodia. Per tant, els resultats dels descobriments detallats a l'informe en *Scientific Reports* ajuden a explicar perquè diferents persones senten i descriuen els mateixos

---

<sup>7</sup> (R. W. Wilkins, *Network Science and the Effects of Music Preference on Functional Brain Connectivity: From Beethoven to Eminem*, *Scientific Reports*.2014, 4, nº 6667)

sentiments i records quan estan escoltant la seva obra preferida, sigui una composició clàssica, pop, rock, jazz...

Per poder arribar a aquesta conclusió, els investigadors varen comprovar les diferències que hi havia en les xarxes funcionals del cervell, mitjançant les tècniques d'autoimatge esmentades anteriorment, com la ressonància magnètica funcional. A l'estudi, van participar-hi vint-i-una persones, les quals escoltaven diferents tipus de música, com la clàssica, el rock i el rap.

Aquest experiment conclou que l'escolta de la melodia preferida altera la connectivitat entre les àrees cerebrals auditives i l'hipocamp, el qual és una regió que s'encarrega de la memòria i la consolidació de les emocions. D'aquesta manera, els investigadors van poder comprovar que, quan una persona està escoltant la seva música preferida, es produeix una desconexió de les àrees del processament del so del cervell, específicament en les zones on es codifica la memòria. Tal i com afirma Burdette, aquest fet es deu a que, quan estem escoltant la nostra música preferida, no estem creant nous records, sinó que ens impregnem de records i d'emocions vells.

Les conclusions de la investigació varen ser inesperades, ja que les preferències musicals d'una persona són aspectes específics de cada individu, i la música que tria pot tenir una complexitat molt diferent, ja sigui amb el ritme, la lletra si és el cas, l'harmonia, el gènere... és a dir, l'elecció pot diferir considerablement entre una persona i una altra, i tot així les dues experimenten els mateixos records i sentiments.

Aquests descobriments poden ser realment importants en la teràpia musical, ja que aquesta investigació ha demostrat que escoltar la música preferida, a totes les persones que participaren en l'estudi els provocava els mateixos sentiments i records; per tant, si a l'hora de practicar la teràpia musical s'utilitza la música apropiada - és a dir, la música preferida del pacient - es podrà ajudar a involucrar els circuits cerebrals espatllats.

### **3.2 La música i el cervell dels infants**

Els infants tenen al seu voltant un món realment complex, on hi ha constantment canvis en el seu entorn. Alguns d'aquests canvis poden ser els llums, els sons, o les sensacions que experimenten, entre d'altres. L'infant ha de reconèixer els diferents patrons d'aquestes activitats i saber diferenciar-los per saber el que passarà a continuació. Aquesta identificació dels diferents patrons és una habilitat cognitiva de gran

importància, i la millora d'aquesta capacitat en els infants pot representar un gran avantatge a llarg termini respecte a l'aprenentatge.

*L'Institute for Learning & Brain Sciences (I-LABS)* de la Universitat de Washington, als Estats Units, ha realitzat un estudi que mostra que els infants de nou mesos poden millorar el seu processament cerebral fent algunes sessions col·lectives d'activitats incorporant la música. A més, aquest fou el primer estudi en experimentar amb uns patrons rítmics de la música amb l'objectiu de millorar el reconeixement dels patrons del llenguatge verbal. En aquest sentit, la música i el llenguatge comparteixen forts patrons rítmics. De manera semblant que amb la música, el ritme de les paraules el constitueixen les síl·labes tòniques, ajudant a diferenciar un so d'un altre, i a processar millor el llenguatge verbal. Aquesta capacitat de diferenciar els diversos sons del llenguatge ajuda als infants a aprendre a parlar.

L'institut I-Labs va realitzar un experiment per investigar si l'aprenentatge d'un ritme musical per part dels infants podia ajudar-los amb els ritmes del llenguatge. L'experiment va durar un mes: concretament, trenta-nou infants van estar al focus de mira, realitzant dotze classes de quinze minuts en cada sessió (els infants anaven acompanyats dels seus pares).

Aquests trenta-nou infants es van veure dividits en dos grans grups. Un grup de vint realitzava activitats mitjançant ritmes musicals acompanyats per la melodia de la música. Havien de marcar els ritmes amb l'ajuda dels pares colpejant de manera suau. En canvi, els altres deu infants realitzaven sessions de jocs amb cotxes, blocs de joguines i altres objectes que no necessitaven cap moviment que s'hagués de coordinar amb la música, ja que en aquestes activitats la música no estava implicada. És precís remarcar que els dos grups d'infants realitzaven activitats que eren socials, que també necessitaven fer moviments amb el cos, i sobretot, que requerien d'una activa participació per part dels infants. Totes aquestes característiques i circumstàncies resulten ser de gran ajuda a l'hora d'adquirir algun coneixement.

Després d'acabar totes les activitats amb els infants - concretament, una setmana més tard - aquests van anar al laboratori I-LABS per sotmetre's a unes anàlisis del cervell per treure les conclusions pertinents de l'experiment. Per analitzar les respostes del cervell, es va utilitzar una magnetoencefalografia (MEG) per poder observar de forma detallada l'activitat cerebral i identificar la ubicació exacta d'aquesta activitat. En el moment de

l'escàner cerebral, els infants van estar escoltant diferents CD, dels quals uns contenien música i altres, en canvi, contenien sons del llenguatge. Aquests CD de música i de llenguatge havien estat alterats mitjançant unes interrupcions esporàdiques. Cal destacar que en els cervells dels infants, es va poder apreciar una resposta particular per demostrar que hi havia hagut una interrupció en la música i en els sons del llenguatge. Concretament, els investigadors van focalitzar les seves anàlisis en dues regions diferents del cervell: l'escorça auditiva i l'escorça prefrontal. Aquestes dues regions són molt importants per poder mantenir el control de l'atenció i per a la identificació de patrons, és a dir, per a les habilitats cognitives.

Entre les conclusions que es varen treure, es va mostrar que el grup d'infants que va estar jugant i creant un ritme que anés acompanyat de la melodia va tenir unes respostes cerebrals més significatives en relació a la interrupció de la música i dels sons del llenguatge que les experimentades per l'altre grup. Aquestes respostes cerebrals que varen presentar el primer grup d'infants es podien observar tant en l'escorça auditiva com en l'escorça prefrontal. En canvi, l'altre grup d'infants, que havien estat jugant amb moviments, cotxes, blocs o joguines - activitats que no tenien cap relació amb la música - no van aconseguir aquestes respostes tan fortes a l'hora d'identificar la interrupció que va haver-hi durant la prova.

Per tant, en conclusió, els investigadors van poder analitzar i comprovar que els infants que jugaven, i que al mateix temps estaven movent-se per aprendre un ritme musical concret, presentaven unes respostes cerebrals molt més fortes que l'altre grup. Aquest estudi és només una petita mostra de que l'experiència de la música té una gran capacitat i un gran potencial per augmentar les diferents habilitats cognitives que milloren les capacitats dels nens, com per exemple, la de poder esperar tranquil·lament (la paciència), o detectar i reaccionar ràpidament als diferents contratemps que hi puguin haver.<sup>8</sup>

### **3.3 La música en els primers dies de vida dels infants**

Resulta sorprenent comprovar que hi ha infants de tan sols dos mesos d'edat, exposats diàriament a la música, que són capaços de reconèixer detalls musicals específics: no obstant, aquesta és la conclusió a la qual arriba la directora de l'escola d'especialització

---

<sup>8</sup> T.Christina Zhao i Patricia K. Kuhl. *Musical intervention enhances infants' neural processing of temporal structure in music and speech*. PNAS. (2016, 113, 19)

en Neuropsicologia, Daniela Perani, de la Facultat de Psicologia en la Universitat Vita-Salute San Raffaele, Milà, i els seus companys, en el seu article: “*La música en los primeros días de vida. Nature Precedings (2008)*”

Entre els detalls musicals esmentats hi figuren, per exemple, els intervals consonants respecte als dissonants, el to, el *tempo*, el timbre, o les variacions en la mètrica, entre d’altres. Afirmar l’estudi de Perani que això fa pensar que tal vegada els humans tinguem una predisposició neuronal per a la música que es desconeix.

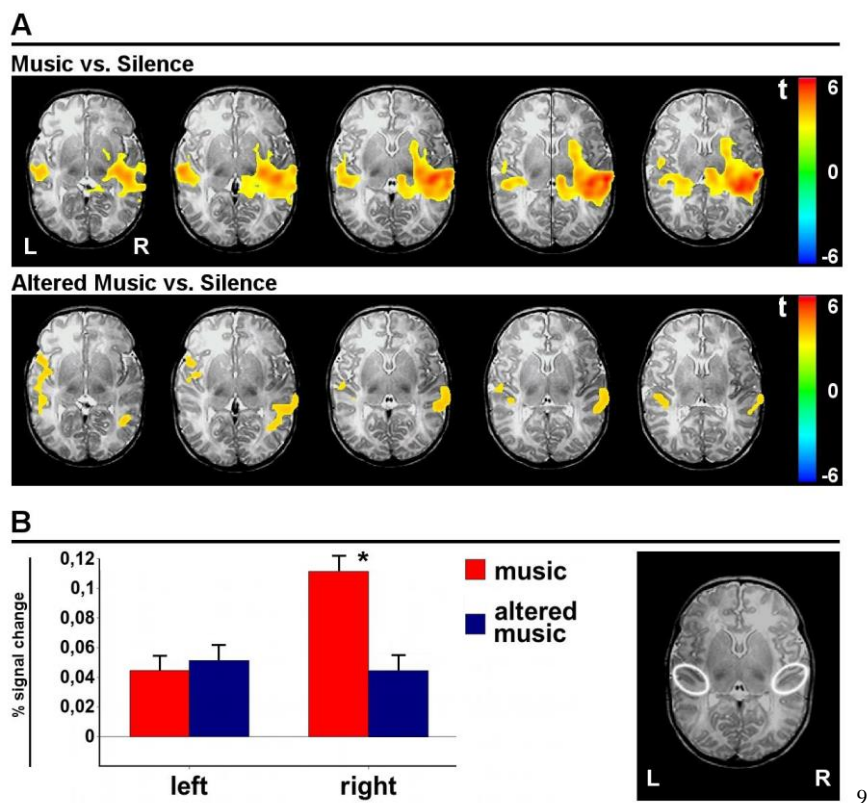
Amb aquest estudi, es va proposar investigar si els éssers humans posseeixen una especialització neuronal, la qual es va desenvolupant cada cop que una persona s’exposa a la música al llarg de la seva vida, o si en canvi no existeix tal especialització, i tots els humans ja tenen una predisposició neurobiològica, sense necessitar de cap funció determinada dintre del seu cervell per poder aprendre i entendre la música. Per exemple, en el cas dels adults, per escoltar música es necessita un sistema neuronal específic amb més pes per part de l’hemisferi dret del cervell per poder comprendre la melodia, el to, l’harmonia, la forma i el significat de la música. En canvi, en el cas dels infants, queda per establir com és el seu sistema de processament de la música.

L’estudi en qüestió es va començar a realitzar a partir d’un grup de nadons d’entre un a tres dies de vida. Mitjançant la utilització de la ressonància magnètica funcional (fMRI), els investigadors van poder estudiar imatges de les neurones del processament musical, mentre els bebès eren estimulats per música en diferents formes. Els estímuls de la música eren diversos: concretament, es van utilitzar un total de tres conjunts diferents. El primer consistia en fragments petits d’obres originals per a piano del segle XVIII i XIX, com per exemple, la Suite francesa nº1 en D de J. S. Bach; una Sonata en mi, de Scarlatti; l’obra *Six Moments Musicaux*, op. 94, No.3 de Schubert; Andante en do, també de Schubert; els trenta quatre *Valses sentimentales*, op. 50 de Schubert; les Invencions en dues parts, nº5 en mi bemol, i nº11 en sol J.S. Bach; dues Sonates en re de Scarlatti, i la Sonata en sol per a piano de Mozart. Aquest primer estímulo de música occidental el conformaven fragments de vint-i-un segons de cada una de les obres mencionades, en dues seqüències amb un total de set minuts.

En el cas del segon i tercer conjunt d’estímuls musicals, aquests consistien en música ‘alterada’: és a dir, es van manipular els fragments del primer estímulo per poder formar el segon i tercer conjunt. El segon conjunt incloïa els mateixos fragments que van aparèixer en el primer, però en aquesta ocasió, totes les notes havien estat desplaçades

un semitò per dalt. I en el cas del tercer conjunt d'estímuls musicals, la veu principal, la qual duia la melodia, havia estat modificada, pujant-la un semitò. Per tant, amb la melodia alterada, el fragment musical sonava més dissonant, i la clau tonal, més ambigua. El procediment amb aquests tres conjunts musicals consistia en anar-los rotant i, després de cada un d'ells, introduir un bloc de silenci de la mateixa duració. En total, els nadons van escoltar dues seqüències de set minuts cada una, entre els conjunts musicals i els blocs de silenci. Per exemple: primer, sonava el conjunt de música nombre un, de vint-i-un segons de durada, i tot seguit, entrava un silenci que també durava vint-i-un segons: a continuació, entraria un altre conjunt, com per exemple, el segon. I així tot seguit fins arribar a set minuts per seqüència.

En tot moment, el comportament dels nadons, mentre estaven realitzant els diferents estudis, va estar controlat per una càmera i un micròfon. Per tant, quan els nadons escoltaven els diferents estímuls, es trobaven tranquils i quiets. I just quan veien que algun nadó es trobava inquiet, l'exploració s'interrompia immediatament.



Un dels grans resultats va ser l'observació de la gran diferència en l'activació del cervell quan els infants estaven escoltant els conjunts d'estímuls musicals que havien estat

<sup>9</sup> Perani, Daniela et al, *Music in the first days of life*. *Nature*, 2008

modificats respecte als conjunts musicals originals. Concretament es va poder observar que s'activava i s'expandia la xarxa de l'hemisferi esquerre i això feia que fos poc probable que els infants només estiguessin produint un processament auditiu acústic. Per tant, els conjunts d'estímuls que havien estat alterats tenien una sintaxi musical més complexa. Aleshores, aquests conjunts d'estímuls tenien el centre tonal més ambigu, i a cada canvi de tonalitat que es presentava, els infants havien d'establir-ne un de nou.

Com a curiositat rellevant, aquesta activitat que s'expandeix cap a l'hemisferi esquerre serà molt important per al processament sintàctic del llenguatge que experimentaran els nadons més endavant durant el seu desenvolupament.

Quan els nadons escoltaven el conjunt de música original, s'observava una activació predominant en l'hemisferi dret, és a dir, l'hemisferi que s'encarrega de controlar les expressions no verbals i de la interpretació de les imatges. Per exemple, s'encarrega de controlar la intel·ligència espacial, la percepció, la capacitat per expressar emocions i poder captar-les, entre d'altres. En canvi, quan escoltaven els conjunts de música alterada, les activacions més predominants es varen veure en l'hemisferi esquerre, és a dir, l'hemisferi esquerre és l'encarregat de la comunicació verbal i se li atribueixen diferents funcions, com per exemple; la capacitat d'anàlisi, la lògica, la memòria verbal, la lectura o la escritura. Per tant, d'aquesta manera els cervells dels infants són capaços de rebre molta música, i de diferenciar i desxifrar petits detalls en les seqüències musicals.

En conclusió, el resultat de l'estudi sembla demostrar que els éssers humans, quan neixen, ja tenen una arquitectura neuronal que serveix per al processament de la música.

### **3.4 Aplicació tecnològica: música específica per a pacients**

La música ens proporciona rellevants ajudes per a la nostra salut. Quan estem estressats, escoltar una música relaxada ens pot proporcionar calma i fa que puguem reduir les nostres pulsacions cardíaques si estan molt elevades. Arran d'aquest fet, entre d'altres, s'han dut a terme estudis per demostrar que la musicoteràpia redueix l'ansietat un 44% i també redueix un 28% el dolor.



Tenint en compte l'ajuda que la música ens pot oferir, l'empresa britànica MediMusic, la qual utilitza la ciència i la intel·ligència artificial per millorar la fisiologia humana respecte múltiples casos de salut, ha creat una aplicació digital i un dispositiu de transmissió anomenat MediBeat, que permet realitzar llistes de reproduccions musicals personalitzades a pacients amb l'objectiu de poder reduir l'ansietat i el dolor.<sup>10</sup>

Específicament, l'aplicació s'adapta al pacient, i crea les llistes de reproducció musicals concretes de vint minuts de música relaxada a partir de l'edat, el gènere, l'origen ètnic, la nacionalitat i recolzant-se en la ciència sociològica i la psicologia. L'ordre de la reproducció també està organitzat de tal forma que ajudi a reduir la freqüència cardíaca i regular les hormones de l'estrès -com per exemple, el cortisol- i, per altre costat, per afavorir la relaxació a través d'hormones com la dopamina i la oxitocina.

Els pacients escolten la música a través d'uns auriculars, i compten a més amb un monitor de freqüència cardíaca que porten al canell. A partir d'aquí, els pacients escolten la música seleccionada, provocant que el seu cervell tingui una resposta contundent, ja que la música es un gran estímul pel cervell. Tot seguit, el dispositiu digital de MediMusic capta les característiques rellevants de l'ADN digital d'una peça musical, i així queda registrat el resultat que ha tingut la peça sobre el pacient. Cal esmentar que el monitor de freqüència cardíaca que porten al canell envia el registre de pulsacions a l'aplicació MediMusic, i d'aquesta manera es pot saber quin efecte fisiològic ha tingut una peça musical respecte a una altra sobre el pacient. De tal forma, si una peça musical hagués fet que el pacient tingués una resposta que no s'esperava, tot d'una l'aplicació intercanvia la llista de reproducció per fer que el pacient aconseguixi una relaxació.

Aquesta aplicació digital, més el dispositiu de transmissió MediBeat, estan pensats per millorar el ritme cardíac dels pacients, reduir l'ansietat, l'estrès, el dolor, etc.: és a dir, millorar la qualitat de vida dels pacients i, al mateix temps, fer més àgil el treball d'atenció mèdica per part del personal sanitari.

Els assajos clínics que es varen fer al *Lancashire Teaching Hospitals Foundation Trust* per posar en pràctica l'aplicació MediMusic varen proporcionar uns resultats molt favorables. Concretament, com a exemple va reduir fins un 22 % la freqüència cardíaca en els pacients amb demència durant la pandèmia de la Covid-19.

---

<sup>10</sup> (Team, *Intelligent app soothes patients with music*, *Nature*. 2021, 8 nº 46)

Per tant, recolzant-se en aquests estudis, l'ús de l'aplicació podria afavorir el tractament de la demència, el dolor crònic, el preoperatori així com el postoperatori, la malaltia d'Alzheimer, o l'odontologia, tot ells a través de la millora de la resposta motora com a part d'un programa de rehabilitació física.

### **3.5 El Trastorn de l'Espectre Autista i la música**

El Trastorn de l'Espectre Autista (TEA) és una condició del neurodesenvolupament que es caracteritza per provocar dificultats de comunicació social i comportaments restringits i repetitius, entre els símptomes més comuns. El TEA es una condició que acompanya als afectats al llarg de tota la seva vida i sol ser diagnosticat a partir dels quatre anys d'edat: la majoria de les estratègies d'intervenció que existeixen a l'actualitat es comencen a aplicar en nens menors de sis anys, per tant, és important el diagnòstic precoç. Les famílies amb nens amb TEA cerquen constantment tractaments conductuals i psicosocials per ajudar als seus fills en la realització de les feines i la rutina diàries, fent que el seu dia a dia resulti més senzill. Desgraciadament, avui en dia existeixen poques evidències contrastades sobre quins tractaments són els més eficaços per poder auxiliar de manera positiva als nens amb TEA.<sup>11</sup>

Els nens amb TEA en edat escolar generalment no participen en entorns socials: com a resultat, disminueixen les oportunitats per al desenvolupament sociocomunicatiu. Segons l'article '*L'ús de la musicoteràpia per a la millora de la comunicació de nens amb Trastorn de l'Espectre Autista a les Aules Obertes Especialitzades*', a la *Revista Complutense de Educación*, diversos assaigs aleatoris amb nens amb TEA han demostrat que la música té efectes positius respecte al compromís emocional, la interacció social, la comunicació i les relacions entre pares i fills. Per altre costat, l'article afirma que els efectes positius de la música s'han demostrat més enllà dels nens amb TEA, ja que els que compten amb un desenvolupament típic estan més predisposats a jugar amb altres nens després d'una experiència musical compartida, i també, si han compartit interaccions musicals conjuntes, poden millorar l'empatia emocional.

Tal com s'ha esmentat ja en alguns punts anteriors, s'han dut a terme estudis de neuroimatge a fi de poder demostrar que la participació en diferents activitats musicals de persones amb un desenvolupament típic provoca canvis cerebrals estructurals i

---

<sup>11</sup> ( Sharda, Mega et, al. *Music improves social communication and auditory-motor connectivity in children with autism*, *Nature*. 2018, 8 n<sup>o</sup> 231)

funcionals. Les activitats musicals que motiven aquests canvis involucren múltiples regions cerebrals a través de l'audició, l'emoció, el moviment, el plaer i la memòria. D'aquesta manera, l'activitat musical, mitjançant l'efecte terapèutic, aconsegueix canvis cerebrals funcionals i estructurals no relacionats amb la música.

Malauradament, les proves basades en la neurociència que demostraven l'efectivitat de la interacció entre la música i les persones amb TEA eren limitades i, fins l'any 2016, inexistents. Per tant, l'existència d'una connexió real entre els efectes que pot proporcionar la música amb els canvis que experimenta el cervell en les persones amb autisme era una incògnita. Per aquest motiu, la Universitat McGill, de Montreal, Canadà, va posar en marxa una investigació per descobrir els avantatges de la música en persones amb TEA, i poder recolzar les seves conclusions amb neuroimatges.

La neuroimatge, o ressonància magnètica funcional (rsfMRI), permet mesurar, en estat de repòs, la connectivitat cerebral mitjançant el nivell d'oxigen en sang entre les regions cerebrals distribuïdes espacialment.

Entre abril i desembre de 2016, a la Universitat McGill es va realitzar un assaig amb nens amb TEA, amb l'objectiu d'esbrinar si, realitzant una intervenció recolzada en la música, es podia millorar la comunicació social, la connectivitat cerebral funcional en l'edat escolar i la qualitat de vida familiar en nens amb TEA. Es va dur a terme aquest assaig comparant dos grups aleatoris de nens: un d'ells tenia la música com a principal intervenció de control, i en canvi l'altre comptava amb una intervenció de control sense música.

El procés de les dues intervencions va durar entre vuit i dotze setmanes. Els dos grups van celebrar sessions setmanals de quaranta cinc minuts, realitzades sempre pel mateix terapeuta. En el primer grup, van emprar instruments musicals, cançons i pulsacions rítmiques, mentre que, al mateix temps, es centraven en la comunicació, la integració sensoriomotora, l'educació social i la interacció musical. En canvi, en el segon grup, la intervenció tenia el pes enfocat en el joc de comparació activa, i comptava amb l'atenció del terapeuta, sense fer servir la música. En això radicava la gran diferència entre els dos grups.

Sens dubte, el resultat de l'estudi canadenc pot representar un avenç molt interessant de la neuroplasticitat, impulsada per la música. Gràcies a aquest assaig, es va poder demostrar, per primera vegada, que la intervenció de la música altera l'activitat cerebral

funcional en els nens amb TEA, de tal manera que es produeix una millora de la comunicació funcional. Per tant, aquest assaig reforça la hipòtesi de la utilitat de la música com a eina terapèutica per a persones amb TEA.

### 3.6 La música es troba a la ment

En el capítol anterior, hem pogut observar com la participació musical resulta beneficiosa per a les persones que presenten una malaltia neurodegenerativa, com per exemple, la demència o la malaltia de Parkinson. Tot i així, les persones que desgraciadament han quedat paralitzades i quasi no poden realitzar moviments musculars solen quedar excloses dels beneficis esmentats i tan sols tenen la facultat passiva d'escoltar la música.

A partir d'una investigació realitzada en la Universitat de Plymouth, Regne Unit, pel compositor i especialista en música per ordinador, Eduard Miranda, amb la col·laboració de científics informàtics de la Universitat d'Essex, va ser possible crear una interfície per a les persones paralitzades, i d'aquesta manera beneficiar-se elles de la música, de la mateixa manera que ho fan les altres persones que compten amb mobilitat muscular. Aquesta interfície, és a dir, aparell electrònic, connecta el cervell i l'ordinador, fent possible la reproducció musical mitjançant la capacitat intel·lectual de les persones.<sup>12</sup>

Miranda va crear una nova manera de relacionar el sistema de l'ordinador i la música, fent que els dos interactuessin directament amb el cervell de les persones paralitzades, captant fins els mínims impulsos elèctrics de les neurones. Aleshores, el desenvolupament d'interfície cervell i ordinador (BCI) fa possible als pacients controlar les funcions de l'ordinador tan sols utilitzant la ment; d'aquesta manera ofereix noves possibilitats d'utilitzar la música, ja sigui per passar temps d'oci o de forma terapèutica per ajudar a qualsevol persona que presenti una discapacitat física greu que hagi estat causada per algunes lesions cerebrals o de la medul·la espinal.

Per poder utilitzar la interfície, els pacients primerament han d'aprendre a produir estats mentals concrets que puguin ser detectats mitjançant tecnologies d'escàner cerebral. Per aconseguir arribar a aquest punt, Miranda i els seus companys informàtics van optar per emprar el sistema anomenat electroencefalografia (EEG), en el qual els

---

<sup>12</sup> (Ball, *Music is all in the mind*, Nature. 2011)

electrons del cervell capten les senyals nervioses dèbils. A més, compta amb uns temps de resposta ràpids i resulta més pràctic i econòmic que la utilització de tècniques d'escaneig cerebral, com és el cas de la ressonància magnètica.

Anteriorment, s'han fet estudis utilitzant el desenvolupament d'interfície cervell i ordinador, però tan sols s'han concentrat en canviar de lloc les imatges que hi havia plasmades a la pantalla de l'ordinador. En aquest cas, Miranda i el seu equip van aconseguir anar molt més enllà, i van permetre als pacients tocar i compondre música.

Van posar en pràctica, al *Royal Hospital for Neurodisability* de Londres, el nou sistema d'interfície en una pacient que havia estat diagnosticada amb síndrome d'enclaustrament, és a dir, presentava una forma de paràlisi quasi total provocada per lesions cerebrals. Quan varen passar dues hores utilitzant el nou sistema d'interfície, ja va aconseguir aprendre com funcionava i estava tocant juntament amb una pista d'acompanyament. La pacient va afirmar: "tornar a tenir el control ha estat genial".

La utilització del sistema per part dels pacients consisteix en aprendre a relacionar les senyals cerebrals específiques que aquests necessiten amb una activitat determinada guiada per un estímul repetitiu, com pot ser; l'auditiu, el visual o el tàtil. Cal esmentar que requereix d'una gran concentració.

Seguidament, aquest procés provoca l'aparició d'un patró localitzat i diferenciat en la senyal de l'electroencefalografia. A continuació, en la pantalla de l'ordinador es poden veure diferents imatges o 'botons' que parpellegen; cada un d'ells activa una situació musical. Aleshores, els pacients han de seleccionar les imatges que veuen a la pantalla mitjançant l'atenció d'aquest.

Cal esmentar les característiques que poden proporcionar les imatges de l'ordinador; per exemple, una imatge determinada pot generar una melodia a partir d'un conjunt de notes establertes. A més, els pacients poden modificar el grau d'intensitat de la senyal de control, i d'aquesta manera canviar la intensitat d'atenció, fent així que el resultat es vegi reflectit en la grandària de la imatge. Aleshores, el sistema permet seleccionar qualsevol nota mentalment a partir de la regulació de la intensitat de pressió.

Una vegada assabentats els pacients de la mecànica que necessita el sistema per poder funcionar, amb pràctica poden crear melodies com si estiguessin tocant les tecles d'un piano. Els investigadors remarquen que la pràctica del sistema és el factor principal per

poder tocar i compondre melodies de la mateixa manera que ho és l'aprenentatge d'un instrument musical.

Aquest estudi va ser publicat el divuit de març de l'any 2011 per l'escriptor científic Philip Ball en la revista *Nature*.

## **4. Beneficis de la música per al dia a dia**

### **4.1 Llistat d'interès respecte als beneficis**

La música ens afecta de moltes maneres diferents, molts cops no som conscients de l'efecte que ens produeix. Per començar, la música afecta a les nostres emocions. Podem generar sentiments de plaer, por o tristesa.

Tal com s'explica al primer capítol, 'Neurociència i música', en tot el gènere audiovisual es pot apreciar un clar exemple del gran efecte que ens proporciona la música. És a dir, si agafem tan sols les imatges d'una escena d'una pel·lícula a la qual se li canvia la melodia que porta de fons, es pot apreciar i experimentar la gran importància que té la música, en aquest cas en el món dels audiovisuals; com les pel·lícules, els vídeos de publicitat, les sèries o els jocs. Canviant la melodia, amb freqüència una escena perd el sentit i pot fer que s'interpreti la pel·lícula en general, o algun tret dels personatges, de forma errònia. Un clar exemple es pot apreciar en les pel·lícules de por, ja que la música que està composta per aquestes pel·lícules sol generar angoixa i misteri. En aquest cas, si traguéssim la melodia d'aquestes pel·lícules, no ens provocarien totes les emocions que ens fan sentir i no li trobaríem gaire sentit, pel fet que la música juga un paper de gran pes.

Els músics presenten una gran capacitat de percepció, coordinació, moviment i audició, entre d'altres qualitats. Això fa que, potencialment, poden tenir algunes parts del cervell més desenvolupades. Per exemple, presenten un gran desenvolupament del cerebel, la qual s'encarrega de la percepció del ritme. A més, els dos hemisferis del cervell estan molt connectats mitjançant una estructura de fibres nervioses, les quals s'agrupen al cos callós, una estructura que connecta els dos hemisferis cerebrals i és l'encarregat de coordinar les funcions dels dos.

Per altre costat, el simple fet d'escoltar música ja ens pot proporcionar diversos beneficis. Un d'aquests beneficis és l'efecte tranquil·litzador que ens pot generar. Així com ja s'explica en el segon capítol, 'La música com a ajuda per a la salut dels humans', la musicoteràpia és una disciplina amb un desenvolupament cada vegada més extens, que aporta significants resultats.

La música activa els centres de recompensa i plaer del cervell. També produeix òxid nítric, es genera una alliberació de serotonina i, a més, redueix els nivells de cortisol que resulta ser l'hormona responsable de l'estrès i l'ansietat.<sup>13</sup>

Per altre costat, no són totes les persones que poden beneficiar-se del poder de la música. Hi ha persones que no els hi agrada la música: es tracta d'un trastorn anomenat anhedonia musical. Aquest trastorn està relacionat amb les vies nervioses que connecten l'oïda amb el sistema de recompensa del cervell, i impedeix que les persones afectades puguin sentir plaer a l'hora d'escoltar música.<sup>14</sup>

La música ens pot proporcionar una connexió emocional compartida. És a dir, quan diverses persones escolten a la vegada la mateixa música, aquesta pot estimular les neurones cerebrals de cada una d'elles, fent que les persones que estan escoltant i compartint la música es connectin, i es formi una experiència o fins i tot una connexió emocional provocada pel ritme de la música.<sup>15</sup>

#### **4.2 L'entrenament musical millora la memòria verbal**

A partir de l'estudi *L'entrenament musical millora la memòria verbal*, publicat el 12 de novembre del 1998 a la revista *Nature* per Agnes S. Chan - professora del departament de Psicologia de la Universitat de Hong Kong, i directora del centre d'investigació per al benestar Neuropsicològic - amb la col·laboració dels científics Yim-Chi Ho i Mei-Chun Cheung, es pot comprovar com, mitjançant imatges per ressonància magnètica, la regió del pla temporal esquerre del cervell és més gran en músics que en els no músics.<sup>16</sup>

Aconseguir millorar la capacitat de la memòria verbal mitjançant la formació musical pot resultar una mica inusual: normalment les persones que estan interessades en millorar les seves capacitats de memòria verbal solen utilitzar mètodes basats en entrenaments mnemotècnics i compensatoris, és a dir, posen en pràctica tècniques que serveixen per ajudar a recordar informació; per exemple, inventen una oració curta i fàcil de recordar

---

<sup>13</sup> National Geographic España. *Música, cerebro y hormonas, una relación muy estrecha* [ en línia] 25/03/2019.[Consulta 5 de febrer de 2022].

<sup>14</sup> National Geographic España. *Música, cerebro y hormonas, una relación muy estrecha* [ en línia] 25/03/2019.[Consulta 5 de febrer de 2022].

<sup>15</sup> National Geographic España. *Música, cerebro y hormonas, una relación muy estrecha* [ en línia] 25/03/2019.[Consulta 5 de febrer de 2022].

<sup>16</sup> (Agnes S. Chan, *Music training improves verbal memory*, *Nature*. 1998, 396 nº 128)



perquè els ajudi a relacionar-la amb paraules claus, i així aconseguir memoritzar la informació de manera més senzilla.

L'estudi esmentat va puntualitzar l'efecte del desenvolupament neocortical afiliat en la formació musical, és a dir, va afectar a l'àrea cerebral que permet totes les funcions mentals superiors i les funcions executives especialment localitzades al lòbul frontal, com són: la consciència, el pensament lògic, la capacitat de raonament, entre d'altres; per fer-ho, van estudiar els records verbals i visuals de seixanta adults. Aquest estudi es va dur a terme en el departament de Psicologia a la Universitat Xinesa de Hong Kong.

Així com ja s'ha esmentat, va ser necessària la col·laboració de seixanta persones, concretament joves estudiants de l'esmentada universitat. De les seixanta, la meitat havia comptat durant sis anys amb una formació musical i instrumental abans dels dotze anys d'edat. Per contra, l'altra meitat no havia experimentat cap mena de formació musical.

Per poder valorar la memòria verbal de cada persona, les participants van realitzar una tasca d'aprenentatge, la qual consistia en escoltar, tres cops i amb molta atenció, una llista de setze paraules, a fi de poder recordar el màxim possible de mots. La llista tenia quatre categories diferents: verdura, mobles, països i membres de la família. Cal esmentar que la lectura es va fer de manera aleatòria. Una vegada havia acabat l'escolta de la llista, les participants havien de recordar i reproduir el màxim nombre possible de paraules.

Per altra banda, per determinar la memòria visual, es va utilitzar deu imatges senzilles, les quals havien de dibuixar de memòria utilitzant la 'Benton Visual Retention Test' (la 'prova de retenció visual de Benton', que, com indica el seu nom, analitza i comprova la capacitat visual de les persones).<sup>17</sup>

Els resultats de l'estudi són els següents: per un costat, es va observar com els adults que tinguessin una formació musical van aconseguir enrecordar-se de més paraules de la llista respecte a les persones sense cap formació musical; específicament va augmentar un 16% el nombre de mots esmentats. Per l'altre costat, el resultat respecte a la memòria visual, tant en les persones amb formació musical com sense, no va suposar una diferència contrastada. Aquest fet va sorprendre als investigadors; per

---

<sup>17</sup> Sivan A. B., *Benton Visual Retention Test: Manual 5th ed.* (Psychol Corp., San Antonio), 1992

aquest motiu, van optar per assegurar-se i repetir les dues tasques, tant l'aprenentatge de la memòria visual com la tasca per avaluar la memòria verbal.

Per entrenar i progressar la nostre memòria verbal resulta molt més pràctic i senzill, sobretot per als nens, realitzar un entrenament instrumental en comptes d'utilitzar estratègies mnemotècniques, ja que tocar un instrument probablement constitueix, per a la gran majoria, una activitat agradable i divertida. Per altre costat, a les persones que presenten algun problema amb el llenguatge, els hi resulta més senzill la pràctica instrumental, ja que aquesta no requereix d'una abundant habilitat verbal.

Finalment, els resultats obtinguts van demostrar que l'entrenament musical pot tenir un efecte a llarg termini en la millora de la memòria verbal. Per tant, la formació musical durant la infància pot comptar amb efectes positius al llarg dels anys respecte a la memòria verbal. Conjuntament amb la investigació d'alguns factors - com l'edat a la qual comencen la formació musical, i el temps que duen a terme aquesta formació - altres investigadors podran expressar detalladament els corresponents resultats.

## 5. Conclusió

Aquest treball aspirava a agrupar i comprovar una sèrie d'afirmacions sobre els beneficis de la música per a les persones. La seva realització m'ha permès assabentar-me dels avantatges que pot aportar la música a les persones. Inicialment, no sabia cert si totes les característiques positives, les quals eren esmentades en el dia a dia en publicacions digitals i en articles de revistes científiques, eren vàlides. Amb motiu d'aquesta sospita, i amb un gran interès per la meua part d'esbrinar i conèixer la veritat respecte al que ens pot proporcionar la música com a persones, he pogut verificar l'evidència d'aquesta afirmació.

Per començar, un dels primers beneficis obtinguts per la música és la seva capacitat per generar-nos un estat de calma quan estem alterats o estressats. A més, si en una situació determinada una persona es troba en un estat agitat, mitjançant l'ús de la música l'individu en qüestió pot aconseguir relaxar-se de mica en mica, disminuint les pulsacions cardíques elevades.

En segon lloc, s'ha demostrat que la música a llarg termini pot millorar la capacitat de la memòria verbal a través de la pràctica musical. Així doncs, la formació musical dels nens durant la seva infància pot ser determinant per poder desenvolupar i aprofitar-se d'aquest efecte positiu de la música.

Cal destacar els beneficis que pot aportar la música a les persones que presenten una malaltia neurodegenerativa com, per exemple, és el cas de la demència, la malaltia de Parkinson o la malaltia d'Alzheimer.

Seguint en el camp de la salut, s'ha demostrat mitjançant assaigs aleatoris que la música proporciona efectes positius respecte al compromís emocional, la interacció social, la comunicació i les relacions entre pares i fills en nens amb trastorn de l'espectre autista. Per primera vegada, l'any 2016 es va demostrar que la intervenció de la música altera l'activitat cerebral funcional en nens amb TEA, creant una millora de la comunicació funcional.

He pogut reunir aquestes evidències per mitjà de la recerca d'investigacions científiques i estudis sobre la neurociència i la musicoteràpia. Per exemple, ho podem veure en l'estudi esmentat en l'apartat 3.2 (*'Music intervention improves infants' neural processing of temporal structure in music and speech'*), a partir del qual va quedar

demostrat que la música té la capacitat de poder augmentar les diferents habilitats cognitives, a més de presentar respostes cerebrals significatives a l'escorça auditiva i a l'escorça prefrontal.

Des del meu punt de vista, em resulta impactant i sorprenent la manera en què la música pot influir tant en el nostre cervell. Realitzant aquest treball, m'he adonat que la música hauria d'ocupar un lloc de més prestigi en la societat actual - com per exemple, en la civilització grega, que sí li atorgava una importància majúscula. Actualment, en el món de l'educació, la majoria de les vegades, tant el professorat educatiu de l'ensenyança obligatòria, com els ministres que elaboren les respectives lleis educatives i els corresponents plans d'estudis, no tracten a la música amb el respecte que es mereix. La música constitueix un element que ens pot proporcionar nombrosos beneficis per a la vida, tant si es tracta d'un infant que acaba de néixer, com d'una persona major. Gràcies al desenvolupament d'aquest treball, he pogut esbrinar la veritat que hi havia darrere les publicacions digitals respecte als beneficis que ens aporta la música. Cal destacar que m'entusiasma molt la idea de que totes les persones poguessin arribar a conèixer les inestimables possibilitats que ens pot oferir la música, i així tinguessin l'opció d'adaptar la música en les seves vides i aconseguir beneficiar-se d'ella.

## 6. Bibliografia

### Articles d'investigació

- Ball, Philip. *Music is all in the mind*. Revista *Nature*. 18/03/2011. [en línea]. [Consulta: 23 de gener de 2022]

- BDJ Team, volum 8, article nº 46. *Intelligent app soothes patients with music*. Revista *Nature*. 18/06/2021. [en línea]. [Consulta: 18 de octubre de 2021]

- Cabrelles Sagredo, Maria Soledad. *Las emociones y la música* [en línea]. [Consulta: 15 de març del 2022]

<https://www.cervantesvirtual.com/obra-visor/las-emociones-y-la-musica/html/>

- Cheng Jiaping, Jiao Can, Luo Yuejia, Cui Fang. *Music induced happy mood suppresses the neural responses to other's pain: Evidences from an ERP study*. Volum 7, article nº 13054 Revista *Nature*. 12/10/2017 [en línea]. [Consulta: 15 de abril de 2022]

- S. Chan Agnes, Ho Yim-Chi Cheung Mei-Chun. *Music training improves verbal memory*. Volum 396, article nº 128 Revista *Nature*. 12/11/1998 [en línea]. [Consulta: 10 de abril de 2022]

- Seidlitz, Jakob. *Your brain expands and shrinks over time — these charts show how*. Revista "Nature". 6/04/ 2022 [en línea]. [Consulta: 24 de febrer de 2022]

- Sharda, Megha; Tuerk, Carola; Chowdhury, Rakhee; Jamey, Kevin; Foster, Nicholas; Custo-Blanch, Melanie; Tan, Melissa; Nadig, Aparna & Hyde, Krista. *Music improves social communication and auditory–motor connectivity in children with autism*. Volum 8, article nº 231. Revista *Nature*. 23/ 10/2018 [en línea]. [Consulta: 14 de abril de 2022]

- Wilkins R.W, Hodges, D. A., Laurienti, P. J., Steen, M. & Burdette, J. H. *Network Science and the Effects of Music Preference on Functional Brain Connectivity: From Beethoven to Eminem*. Volum 4 article nº 6130. Revista *Nature*. 28/08/2014 [en línea]. [Consulta: 10 de gener de 2022]

## **Literatura**

- Collins, Anita. *The music advantage. How Music Helps Your Child Develop, Learn, and Thrive*. New York, tarcherperigee, 2021. ISBN: 9780593332122
- Gómez Domínguez, Daniel. *Neurociencia. Estructura y funciones del cerebro.*, edición nº 1, editorial Libsa, 2020. ISBN: 978-8466232708
- Téllez, José Luis. *Para acercarse a la música*. Salvat, 01/01/1981. ISBN: 978-8434578227

## **Vídeo**

- Punset Casals, Eduard; Koelsch, Stefan. Música y Neurociencias. 8/06/2011 (vídeo 28 min). [en línea]. [Consulta: 1 octubre de 2022]

<https://www.youtube.com/watch?v=cc89J2qRtCQ>

## **Pàgina web**

- National Geographic España. *Música, cerebro y hormonas, una relación muy estrecha* [en línea] 25/03/2019. [Consulta: 5 de febrer de 2022]

[https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/musica-cerebro-y-hormonas-relacion-muy-estrecha\\_14069](https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/musica-cerebro-y-hormonas-relacion-muy-estrecha_14069)