



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa



GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

TREBALL FINAL DE GRAU

EVOLUCIÓ I ANÀLISI COMPARATIVA DE LES TÈCNIQUES D' ESTIMULACIÓ AUDITIVA.

MONTSERRAT VENTURA JANÉ

Directora: MARTA FRANSOY BEL

DEPARTAMENT D'ÒPTICA I OPTOMETRIA

JUNY 2018



GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

La Sra. Marta Fransoy Bel com a directora del treball,

CERTIFICA.

Que la Sra. Montserrat Ventura Jané ha realitzat,, sota la seva supervisió el treball **EVOLUCIÓ I ANÀLISI COMPARATIVA DE LES TÈCNiques D'ESTIMULACIÓ AUDITIVA** que es recull en aquesta memòria per optar al títol de grau en Òptica i Optometria.

I per a què consti, signo aquest certificat.

Sra. Marta Fransoy Bel

Directora del TFG

Terrassa, 15 de Juny de 2018



GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

EVOLUCIÓ I ANÀLISI COMPARATIVA DE LES TÈCNiques D' ESTIMULACIÓ AUDITIVA.

RESUM

Introducció: Actualment existeix evidència clínica de l'eficàcia d'utilitzar tècniques d'estimulació auditiva neurosensorial com a complement dels procediments optomètrics i de teràpia visual, sobretot en les dificultats d'aprenentatge.

Objectiu: Aquest treball de final de Grau té un objectiu principal i un secundari.

L'objectiu principal és conèixer com han anat evolucionant al llarg de la història les diferents tècniques d'estimulació auditiva. La cerca bibliogràfica ha permès fer una anàlisi comparativa de les tècniques de neuroestimulació que s'utilitzen actualment, com són Tomatis, Bérard i SENA. Conèixer les característiques comunes i diferencials de les tècniques de neuroestimulació és important per poder diferenciar el seu mecanisme d'acció respecte a altres tècniques més antigues, que utilitzaven també la música com a vehicle terapèutic, com la musicoteràpia i la teràpia dels sons.

L'objectiu secundari és aprofundir en el coneixement de la tècnica Tomatis de reeducació de l'escolta, i per això és primordial començar fent una introducció dels mecanismes funcionals de l'oïda, per poder comprendre que escoltar és molt més que sentir-hi.

Metodologia: El treball comença amb una cerca bibliogràfica, utilitzant les paraules clau oïda, escolta, estimulació auditiva neurosensorial, Tomatis, Bérard, SENA, entre d'altres, en diferents mitjans com PubMed, Google Acadèmic, pàgines web, Medline i la lectura de diversos llibres ^{1, 2, 3, 4 i 5}

Resultats: Amb tota la informació recopilada he fet l'anàlisi comparativa de les diferents tècniques.

Conclusió: En la literatura consultada hi ha evidència de que l'estimulació auditiva millora les capacitats auditives i vestibulars necessàries per desenvolupar les habilitats de lectura i escriptura, tant de nens com d'adults. Com a conseqüència, la integració visual-auditiva també resulta beneficiada. Però, després de valorar els resultats de la cerca bibliogràfica, s'ha constatat que no hi ha referències que es puguin considerar evidències científiques vàlides, atès que no han estat publicades en revistes indexades ni peer-reviewed.

¹Tomatis, A. (2010). *El oído y la voz*. Badalona: Paidotribo

²Roque, P.D.(2007). *La escucha es la vida*. Switzerland: Jouvence S.A.

³Tomatis, A. (1991). *Por qué Mozart, colección Ciencias:Fixot*

⁴Tomatis,A. (1969). *El oído y el lenguaje*. Barcelona: Martínez Roca S.A

⁵Tomatis Development (2010).*El Método Tomatis, una pedagogia de escucha*. Luxemburgo: TOMATIS Développement S.A.



GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

EVOLUCIÓN Y ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS TÉCNICAS DE ESTIMULACIÓN AUDITIVA

RESUMEN

Introducción: Actualmente existe evidencia clínica de la eficacia de utilizar técnicas de estimulación auditiva neurosensorial como complemento de los procedimientos optométricos y de terapia visual, sobretodo en las dificultades de aprendizaje.

Objetivo: Este trabajo de final de Grado tiene un objetivo principal y uno secundario.

El objetivo principal es conocer como han ido evolucionando a lo largo de la historia las diferentes técnicas de estimulación auditiva. Esta búsqueda bibliográfica ha permitido realizar un análisis comparativo de las técnicas de neuroestimulación que se utilizan actualmente, como son Tomatis, Bérard y SENA. Conocer las características comunes y diferenciales de las técnicas de neuroestimulación es importante para poder diferenciar su mecanismo de acción respecto a otras técnicas más antiguas, que utilizaban también la música como vehículo terapéutico, como la musicoterapia y la terapia de sonidos. El objetivo secundario es profundizar en el conocimiento de la técnica Tomatis de reeducación de la escucha, i por eso es primordial empezar haciendo una introducción de los mecanismos funcionales del oído, para poder comprender que escuchar es mucho más que oír.

Metodología: El trabajo empieza con una búsqueda bibliográfica, utilizando las palabras clave oído, escucha, estimulación auditiva neurosensorial, Tomatis, Bérard, SENA, entre otras, en diferentes medios como PubMed, Google Académico, páginas web, Medline y la lectura de diversos libros. ^{1, 2, 3, 4 i 5}

Resultados: Con toda la información recopilada he hecho el análisis comparativo de las diferentes técnicas.

Conclusión: En la literatura consultada hay evidencia de que la estimulación auditiva mejora las capacidades auditivas y vestibulares necesarias para desarrollar las habilidades de lectura y escritura, tanto de niños como de adultos. Como consecuencia, la integración visual-auditiva también resulta beneficiada. Pero, después de valorar los resultados de la búsqueda bibliográfica, se ha constatado que no hay referencias que puedan considerarse evidencias científicas válidas, dado que no han sido publicadas en revistas indexadas ni peer-reviewed.

Tomatis, A. (2010). *El oído y la voz*. Badalona: Paidotribo

Roque, P.D.(2007). *La escucha es la vida*. Switzerland: Jouvence S.A.

Tomatis, A. (1991). *Por qué Mozart, colección Ciencias:Fixot*

Tomatis, A. (1969). *El oído y el lenguaje*. Barcelona: Martínez Roca S.A

Tomatis Development (2010). *El Método Tomatis, una pedagogía de escucha*. Luxemburgo: TOMATIS Développement S.A.



GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

EVOLUTION AND COMPARATIVE ANALYSIS OF AUDITORY STIMULATION TECHNIQUES

ABSTRACT

Introduction. Nowadays, there is wide clinical evidence of the efficacy of using neurosensorial auditory stimulation techniques to complement optometric and visual therapy procedures, especially when there are learning problems.

Aims. This dissertation has two purposes, a main one and a secondary one.

The main goal is to study the evolution of the different techniques of auditory stimulation. This bibliographic research, ends with a comparative analysis of the neurostimulation techniques used nowadays, like Tomatis, Bérard and SENA. It is important to know the common and differential characteristics of neurostimulation techniques in order to differentiate their action mechanisms regarding older techniques that also used music as a therapeutical means, like musicotherapy and sound therapy.

The secondary goal is to deep into the knowledge of the Tomatis technique of listening reeducation, and for this reason it is important to begin with an introduction to the functional mechanisms of the ear, in order to understand that listening is a lot more than hearing.

Methodology. This dissertation begins with a search of the literature using keywords as ear, hearing, listening, neurosensorial auditory stimulation, Tomatis, Bérard and SENA, among others, in different means like PubMed, Medline, Google Academic, web pages, and several books about the topic have been read.^{1, 2, 3, 4 & 5}

Results. With the information gathered, a comparative analysis of the different techniques has been performed.

Conclusion. Literature found gives evidence that auditory stimulation improves auditory and vestibular abilities needed to develop reading and writing skills, in children as well as in adults. As a consequence, visual-auditory integration is also improved. But after evaluating the results of the bibliographic search, it has been found that there are no references that can be considered as valid scientific evidence, since they have not been published in indexed or peer-reviewed journals.

Tomatis, A. (2010). *El oído y la voz*. Badalona: Paidotribo

Roque, P.D.(2007). *La escucha es la vida*. Switzerland: Jouvence S.A.

Tomatis, A. (1991). *Por qué Mozart, colección Ciencias:Fixot*

Tomatis,A. (1969). *El oído y el lenguaje*. Barcelona: Martínez Roca S.A

Tomatis Development (2010).*El Método Tomatis, una pedagogía de escucha*. Luxemburgo: TOMATIS Développement S.A.



GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

EVOLUTION AND COMPARATIVE ANALYSIS OF AUDITORY STIMULATION TECHNIQUES

SUMMARY

Nowadays, there is wide clinical evidence of the efficacy of using neurosensorial auditory stimulation techniques to complement optometric and visual therapy procedures, especially when there are learning problems.

The reason that led me to choose this topic for my final work at Grau is that I have witnessed how life has changed to a patient who received an optometric treatment combined with re-education of the listener in the center where I have performed the external practices.

The visual, auditory and motor system must work coordinated and in an integrated way so that the information that our brain receives through the senses is processed in a multimodal way and we can make an effective response and adjust to the demands of the ' surroundings

For this reason, at the moment, in many visual therapy centers, the need to use complementary techniques, such as rhythmic movement therapy, optometric phototherapy and sensory-auditory stimulation, has been detected to re-educate the listener. The synergy between treatments and coordinated interdisciplinary intervention is fundamental for the perception of the patient's success.

The neurosensory auditory stimulation consists of listening sessions of a sound material that are pieces of music that have received a digital treatment to provoke changes in the reception and analysis of the different frequencies of the sound spectrum. The music treated and prescribed in sessions of varying duration and intensity, with the use of filters, is the vehicle to achieve a neurophysiological effect.

The use of music for its therapeutic properties, however, comes from very far in the history of humanity. That's why work is being done on the evolution of the therapeutic utility of music.

The work begins by making a brief description of the mechanisms of the ear as a sound transducer, which is a mechanical stimulus, to a nervous impulse that will reach different areas of the brain, including the visual-auditory association zone, by virtue of which, when stimulating the hearing,

changes in the visual and parvocellular visual system. These changes that occur in neural networks when performing the right stimulation is the phenomenon called neuronal plasticity and is the purpose of any neurosensory treatment (visual therapy, listening re-education), creating new structures as a basis for to the construction of new abilities. Neural plasticity is treated in the second section of the work.

Below is the evolution of the application of music for therapeutic purposes as an introduction to the current techniques that use music as an element of auditory neurosensory stimulation.

Knowing the different techniques allows the comparative analysis of its mechanisms of action to achieve the main objective of this work, which is to deepen in the knowledge of auditory neurostimulation that is used in a complementary way to the visual therapy in optometry centers.

This dissertation has two purposes, a main one and a secondary one.

The main goal is to study the evolution of the different techniques of auditory stimulation. This bibliographic research, ends with a comparative analysis of the neurostimulation techniques used nowadays, like Tomatis, Bérard and SENA. It is important to know the common and differential characteristics of neurostimulation techniques in order to differentiate their action mechanisms regarding older techniques that also used music as a therapeutical means, like musicotherapy and sound therapy.

The secondary goal is to deep into the knowledge of the Tomatis technique of listening reeducation, and for this reason it is important to begin with an introduction to the functional mechanisms of the ear, in order to understand that listening is a lot more than hearing.

This dissertation begins with a search of the literature using keywords as ear, hearing, listening, neurosensorial auditory stimulation, Tomatis, Bérard and SENA, among others, in different means like PubMed, Medline, Google Academic, web pages, and several books about the topic have been read.^{1, 2, 3, 4 & 5}

With the information gathered, a comparative analysis of the different techniques has been performed.

Literature found gives evidence that auditory stimulation improves auditory and vestibular habilities needed to develop reading and writting skills, in children as well as in adults. As a consequence, visual-auditory integration is also improved.

After assessing the results of the bibliographic search, and finding that there are no references that can be considered as valid scientific evidence, since they have not been published in indexed or peer-reviewed magazines, I have based the content of the work in documentation obtained from books and from different web pages. One problem is that we do not have the certainty that the sources consulted do not have a conflict of interests in their studies. Therefore, the result of the work is a compilation and arrangement of the available information on the evolution of the different techniques of sensory stimulation sensory-sensorial, that has allowed to make a comparative table of the different methods in summary.

As a future proposal, it is clear that we must continue studying and doing research in this field, in order to be able to contrast the clinical evidence that, as in the case that I have presented to the introduction and has motivated my interest in the subject, they appear every day more frequently to the optometric queries.

The objective would be to collect clinical evidence of the effectiveness of applying visual therapy and auditory stimulation to solve learning difficulties. And with the data obtained, make a statistical study that can validate a protocol of action and referrals that saves families not only time and economic resources, but, above all, the anxiety of not knowing how to help their children .

Tomatis, A. (2010). *El oído y la voz*. Badalona: Paidotribo

Roque, P.D.(2007). *La escucha es la vida*. Switzerland: Jouvence S.A.

Tomatis, A. (1991). *Por qué Mozart, colección Ciencias:Fixot*

Tomatis,A. (1969). *El oído y el lenguaje*. Barcelona: Martínez Roca S.A

Tomatis Development (2010).*El Método Tomatis, una pedagogia de escucha*. Luxemburgo: TOMATIS Développement S.A.

ÍNDEX

1.- INTRODUCCIÓ	11
2. L'OÏDA	14
3.-PLASTICITAT NEURONAL.....	19
4.-HISTÒRIA DE L' APLICACIÓ TERAPÈUTICA DE LA MÚSICA.....	21
4.1.-La Musicoteràpia	24
4.2 Teràpia de sons. Sonoteràpia.....	26
4.2.1. Diapasons	28
4.2.2. Bols tibetans	28
4.2.3. Bols de quars.	29
5.- L'ESTIMULACIÓ AUDITIVA EN L'ACTUALITAT	31
5.1 Tècnica Tomatis.	32
5.1.1 Fonaments de la tècnica Tomatis	34
5.1.2. Aplicació de la Tècnica Tomatis	35
5.2. Mètode Bérard.....	41
5.3 Mètode Johansen	43
5.4 Mètode SENA (Sistema d'Estimulació Neuro Audtiva).	44
6. ANÀLISI COMPARATIVA DE LES TÈCNiques D'ESTIMULACIÓ AUDITIVA	46
7. CONCLUSIONS	47
8. AGRAÏMENTS.....	48
9. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES	50
9.1 Bibiografia	50
9.2 Webgrafia.....	51

ÍNDEX DE FIGURES:

Figura 1: Diferència entre escoltar i sentir.....	14
Figura 2: Neuroanatomia de la música. Del so al cervell.	15
Figura 3: Les tres parts de l'oïda.....	16
Figura 4: L'oïda externa.....	16
Figura 5: L'oïda mitjana	17
Figura 6: L'oïda interna	18
Figura 7: La neurona.....	19
Figura 8: Plasticitat neuronal	20
Figura 9: Representació de l'interacció de la música.	22
Figura 10: Musicoteràpia	26
Figura 11: El fetus respon a la música.	26
Figura 12: Els diapasons	28
Figura 13: Bols tibetans	29
Figura 14: Bols de quars	30

1.- INTRODUCCIÓ

La necessitat de realitzar una cerca bibliogràfica sobre les tècniques d'estimulació auditiva neurosensorial com a treball de final d'un Grau en Òptica i Optometria, crec que mereix una justificació, que sorgeix a partir d'una experiència personal.

Començaré, doncs, aquest treball explicant una història...

Durant l'estiu de 2017 vaig quedar impactada pel canvi en la qualitat de vida i la capacitat d'aprenentatge d'un nen del meu entorn, després de rebre un programa Tomatis d'estimulació auditiva neurosensorial combinat amb teràpia visual. I això va ser possible després d'un llarg període de peregrinatge de la família a diferents professionals, començant pel pediatre, quan el nen estava a tercer d'educació primària i no aconseguia aprendre a llegir: Va ser derivat al CSMIJ (centre de salut mental infanto-juvenil), on va ser diagnosticat de TDAH per un psicopedagog i va rebre tractament farmacològic. En aquella època, el nen es queixava de que "hi veia ombres" i per això va ser derivat a l'oftalmòleg, que va descartar qualsevol causa de tipus visual. Val a dir que va ser examinat de salut i desenvolupament ocular i de la visió de lluny. Després d'això, i força desorientats, els pares del nen, abans de decidir començar a medicar el seu fill, van decidir portar-lo a un optmetrista comportamental del que havien sentit a parlar i que era referent en solucionar les dificultats d'aprenentatge. A l'avaluació visual es va detectar hipermetropia latent, insuficiència de convergència disfuncions de la visió binocular que es manifestaven en visió propera i problemes de lateralitat, a més a més d'una dificultat manifesta de mantenir l'atenció en tasques senzilles. Llavors, l'optmetrista comportamental va derivar al nen a un metge especialista en desenvolupament infantil, que va confirmar la desorganització neurològica i la lateralitat creuada, i a un consultor Tomatis per fer una avaluació funcional de l'escolta, que va confirmar greus dificultats en el processament auditiu central.

La intervenció interdisciplinària es va seguir en el següent ordre, en primer lloc l'estimulació auditiva neurosensorial, per ajudar a la reorganització neurològica,

seguit de la teràpia visual, i les habilitats lectores del nen van començar a millorar de manera exponencial. El que no es podia evitar era el retard en el nivell acadèmic que arrossegava, després de tant de temps d'inadaptació al ritme escolar. Així és que, un cop restablert el potencial d'aprenentatge, es va fer repetir curs al nen, en una escola diferent, per evitar la influència de l'etiqueta de “mal estudiant” que podia limitar-lo. El resultat és un nen que va a l'escola content i una família tranquil·la i amb visió de futur pel seu fill.

Amb aquesta “introducció novel·lada” he volgut explicar el motiu que m'ha impulsat a escollir aquest tema pel meu treball de final de Grau: He estat testimoni de com ha canviat la vida a un pacient que va rebre un tractament optomètric combinat amb reeducació de l'escolta en el centre on he realitzat les pràctiques externes.

El motiu que m'ha impulsat a escollir aquest tema pel meu treball de final de Grau és que he estat testimoni de com ha canviat la vida a un pacient que va rebre un tractament optomètric combinat amb reeducació de l'escolta en el centre on he realitzat les pràctiques externes.

El sistema visual, l'auditiu i el motriu han de funcionar coordinats i de manera integrada per què la informació que rep el nostre cervell a través dels sentits sigui processada de manera multimodal i puguem efectuar una resposta eficaç i ajustada a les demandes de l'entorn.⁶

És per aquesta raó que, actualment, en molts centres de teràpia visual s'ha detectat la necessitat d'utilitzar tècniques complementàries, com la teràpia de moviments rítmics, la fototeràpia optomètrica i l'estimulació auditiva neurosensorial per reeducar l'escolta. La sinergia entre tractaments i la intervenció interdisciplinària coordinada és fonamental per la percepció d'èxit del pacient.

L'estimulació auditiva neurosensorial consisteix en realitzar sessions d'escolta d'un material sonor que són peces de música que han rebut un tractament digital

⁶ Ayala, C., Martínez, M. P., i Santiuste, V. Bases Neuropsicológicas del Fracaso Escolar. Madrid: Fugaz Ediciones, Colección Pro-logos (Educación), 2006

per provocar canvis en la recepció i anàlisi de les diferents freqüències de l'espectre sonor. La música tractada i prescrita en sessions de duració i intensitat variable, amb la utilització de filtres, és el vehicle per aconseguir un efecte neurofisiològic.

La utilització de la música per les seves propietats terapèutiques, però, ve de molt lluny en la història de la humanitat. Per això en el treball es fa un recorregut per l'evolució de la utilitat terapèutica de la música.

El treball comença fent una breu descripció dels mecanismes de l'oïda com a transductora del so, que és un estímul mecànic, a impuls nerviós que arribarà a diferents zones del cervell, incloent la zona d'associació visual-auditiva, en virtut de la qual, a l'estimular l'audició es produeixen canvis en el sistema visual magno i parvocel·lular. Aquests canvis que es produeixen en les xarxes neuronals al realitzar l'estimulació adequada, és el fenomen que s'anomena plasticitat neuronal⁷ i és la finalitat de qualsevol tractament neurosensorial (teràpia visual, reeducació d'escolta), crear estructures noves com a base per a la construcció de noves habilitats. La plasticitat neuronal es tracta al segon apartat del treball.

A continuació es presenta l'evolució de l'aplicació de la música amb finalitats terapèutiques com a introducció a les tècniques actuals que utilitzen la música com a element d'estimulació neurosensorial auditiva.

Conèixer les diferents tècniques permet de fer l'anàlisi comparativa dels seus mecanismes d'acció, per aconseguir l'objectiu principal d'aquest treball, que és aprofundir en el coneixement de la neuroestimulació auditiva que s'utilitza de manera complementària a la teràpia visual en els centres d'optometria.

Després de valorar els resultats de la cerca bibliogràfica, s'ha constatat que no hi ha referències que es puguin considerar evidències científiques vàlides, atès que no han estat publicades en revistes indexades ni peer-reviewed.

⁷ Triglia, Adrián. "Plasticidad cerebral (o neuroplasticidad): ¿qué es?" <https://psicologiaymente.net/neurociencias/plasticidad-cerebral-neuroplasticidad> (en línia 5/4/2018)

2. L'OÏDA

Escoltar és molt més que sentir-hi. Escoltar és utilitzar l'audició de manera atenta per extreure informació a partir dels estímuls sonors de l'entorn. Per tant, podem dir que, mentre que sentir-hi és una sensació passiva, per escoltar cal mobilitzar l'atenció, de manera que es un mecanisme actiu de percepció. Entendre depèn de la qualitat de l'escolta, per això és tan important per l'aprenentatge. A més a més, l'escolta és l'únic sentit que es desconnecta a través d'un mecanisme subconscient (l'amígdala del sistema límbic), sense participació de la voluntat, de manera que es pot estar sentint perfectament i no escoltar res. En aquesta situació es parla de "bloqueig de l'escolta" i és la causa de molts dels problemes de comunicació. L'escolta, doncs, es pot considerar la porta d'entrada del comportament.

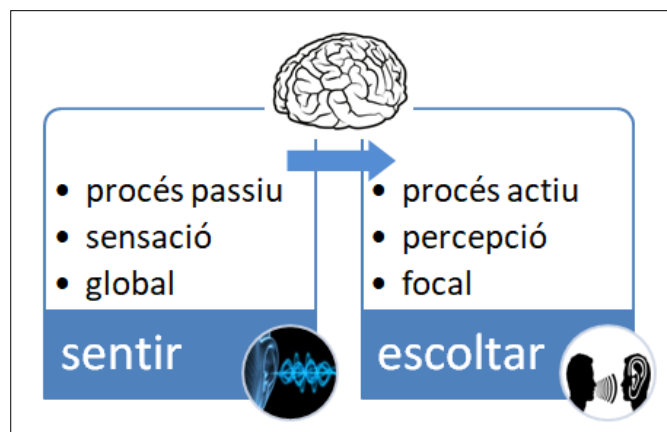


Figura 1: Diferència entre escoltar i sentir

Aprendre i comunicar-se són processos que ens poden semblar corrents pel fet de ser naturals per la majoria de nosaltres. En canvi, una de cada deu persones consideren que és una lluita diària. Així doncs, sovint la capacitat que tenim de processar correctament la informació, es veu afectada.

L'oïda, en el tractament de la informació exerceix un paper essencial, ja que és una de les principals portes d'accés al nostre cervell. Capta els sons del nostre entorn i dels de la nostra pròpia veu, els transforma en estímuls elèctrics i els transmet al cervell perquè els analitzi.

Quan la comunicació entre l'oïda i el cervell està alterada, es limita la nostra capacitat d'interactuar amb el món exterior. Sovint pot acabar amb una pèrdua de confiança en un mateix que, finalment, acaba per agreujar les dificultats de comunicació i d'aprenentatge.

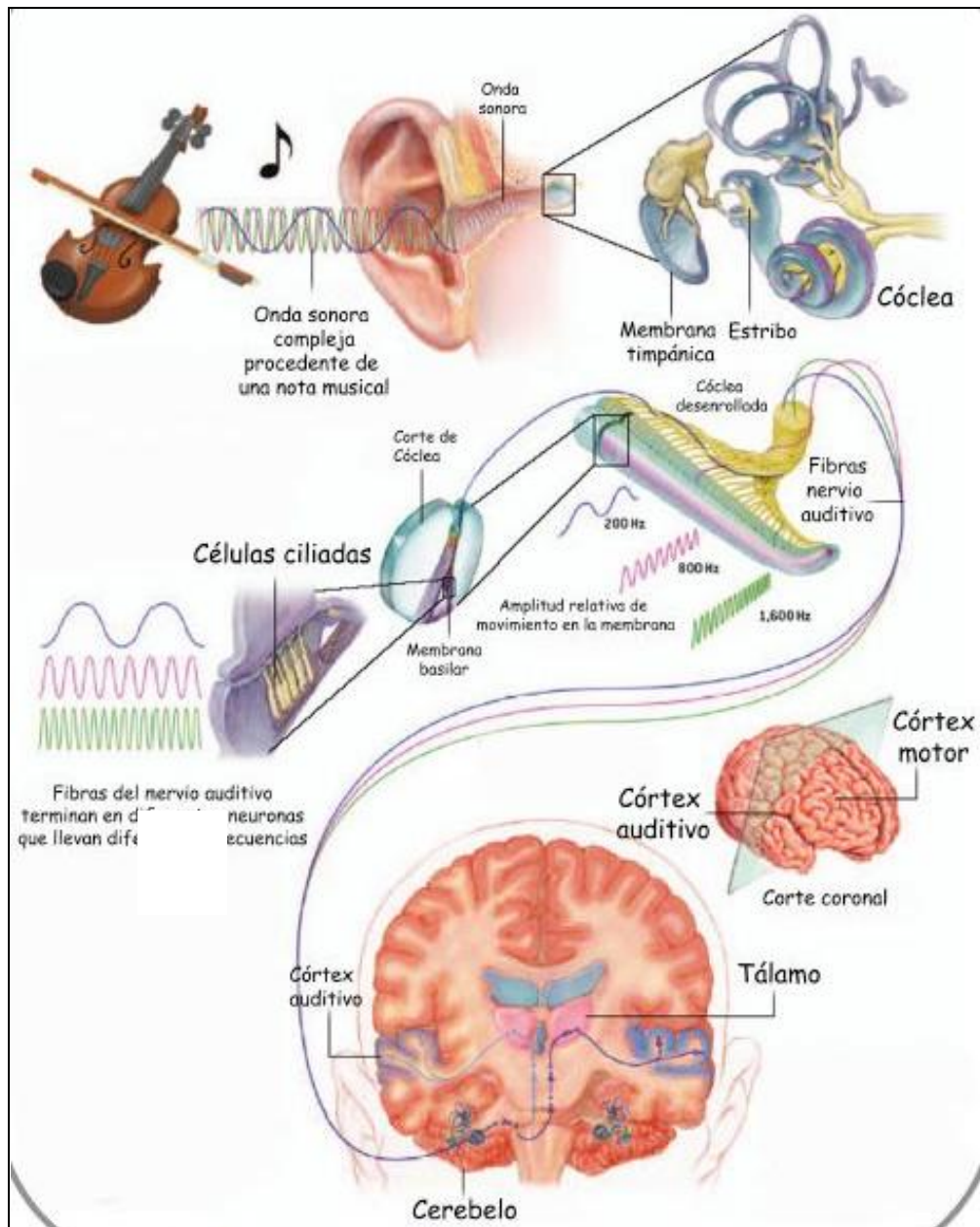


Figura 2: Neuroanatomia de la música. Del so al cervell.

Font: Imatge traduïda de Weinberger N. M. Music and the brain. Scientific American (2006) <https://co.pinterest.com/pin/779826491696693382/>

L'oïda és un dels sentits dels éssers vius amb el que es perceben els sons i s'encarrega de mantenir l'equilibri. Es descriu en tres parts: oïda externa, oïda mitjana i oïda interna. És el primer òrgan sensorial que es desenvolupa. Està finalitzat i plenament funcional des del des del quart mes de gestació. Al cinquè mes de vida del fetus ja és un òrgan adult, acabat, que sap emmagatzemar la informació, guardar la seva empremta al cervell.

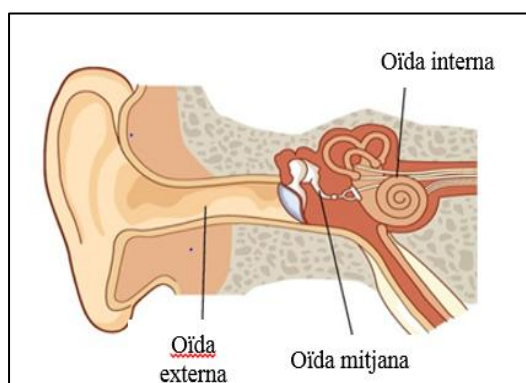


Figura 3: Les tres parts de l'oïda.

Font: <http://www.encyclopediasalud.com.V.Barceló>.

L'oïda externa està formada per dues parts: el pavelló auricular i el conducte auditiu extern. Exerceix a la vegada el paper d'amplificador i de filtre, privilegiant la difusió de certs sons cap a l'oïda interna.⁸



Figura 4: L'oïda externa

Font: <http://www.dive-cr.com/el-oido-del-buzo-y-agua-fria/>

⁸Tomatis, A. (2010). *El oído y la voz*. Badalona: Paidotribo.

L'oïda mitjana és la part de l'oïda compresa entre el timpà i la finestra oval. Transmet els sons de l'oïda externa a l'oïda interna i consta de tres ossets diminuts: martell, enclusa i estrep, per la finestra oval, la finestra rodona i la trompa d'Eustaqui, conducte que desemboca a la fossa nasal per regular la pressió d'aire en la cavitat òssia de l'oïda mitjana.⁹



Figura 5: L'oïda mitjana

Font: <https://www.mitja/presentaci-els-sentits-definitiu>

L'oïda interna està plena de líquid, la perilimfa, que protegeix les dues parts que la formen:¹⁰

- el laberint, que està compost per dues parts: el vestíbul (que conté les cavitats utricle i sàcul) i els canals semicirculars.
- la còclea o caragol, que és un tub llarg enrotllat en espiral a on es troben les cèl·lules de corti, receptors i transductores dels sons a impuls elèctric.

Tant vestíbul com còclea estan plens de l'endolimfa, líquid que, al vibrar, envia el senyal de la freqüència a les cèl·lules de corti.

⁹ i ¹⁰ Tomatis, A. (2010). *El oído y la voz*. Badalona: Paidotribo.

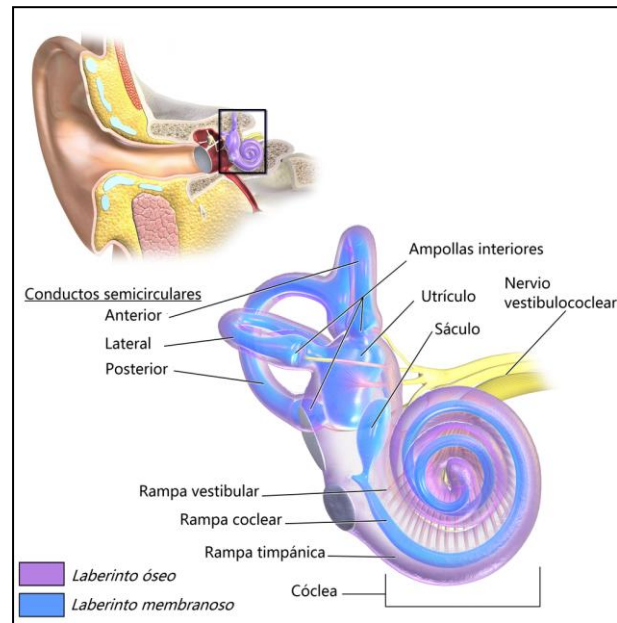


Figura 6: L'oida interna

Font: http://www.biosfera.cat/biosfera_cat_biosfera/?p=5578

3.-PLASTICITAT NEURONAL

L'organització mundial de la Salut (1982) defineix la plasticitat neuronal com l'adaptació funcional del sistema nerviós central per minimitzar els efectes de les alteracions estructurals o fisiològiques sense importar la causa originària.¹¹ Això és possible gràcies a la capacitat que té per experimentar canvis estructurals i funcionals detonats per influències endògenes o exògenes, incloent lesions i malalties que poden ocórrer en qualsevol moment de la nostra vida.¹²

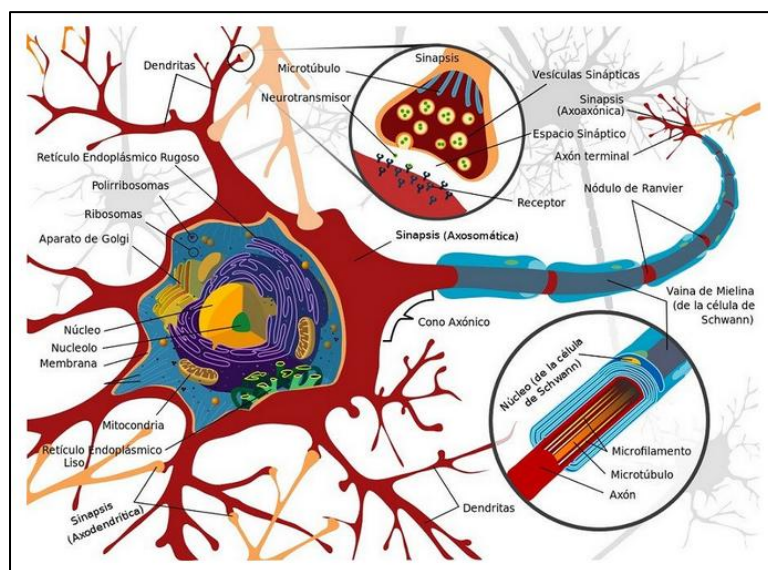


Figura 7: La neurona

Font: <https://psicologiaymente.net/neurociencias/plasticidad-cerebral>

És també la capacitat que tenen les neurones de canviar, tant a nivell estructura com funcional, en resposta a l'experiència. Això és clau durant el desenvolupament del cervell, en el procés d'aprenentatge, de memòria i, com ja s'ha esmentat, quan hi ha alguna lesió. El cervell adult té, durant tota la seva existència, la capacitat de generar noves cèl·lules però té molt poques cèl·lules

¹¹Triglia, Adrián. "Plasticidad cerebral (o neuroplasticidad): ¿qué es?"

<https://psicologiaymente.net/neurociencias/plasticidad-cerebral-neuroplasticidad> (en línia 5/4/2018)

¹² Cantudo, Pablo. "Neurocosas capítulo 19: la plasticidad neuronal

<https://www.muyinteresante.es/ciencia/video/neurocosas-capitulo-19-la-plasticidad-neuronal> (en línia 5/4/2018)

mare i, les que hi ha, estan localitzades en punts molt concrets. Llavors, la capacitat de regeneració del nostre cervell és limitada i per aquest motiu la rehabilitació és tan complicada quan hi ha lesions cerebrals.¹³

Aquesta propietat de generar noves estructures o canviar les que ja hi ha es basa en la capacitat de generar noves neurones i en la capacitat de crear noves connexions neuronals o sinapsis.

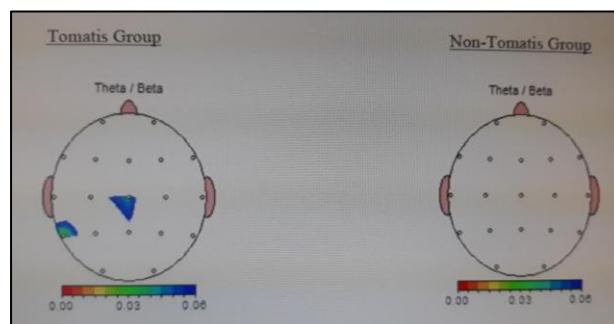


Figura 8: Plasticitat neuronal. Increment de l'activitat cerebral en el grup experimental després de rebre estimulació auditiva.

Font: Sacarin, Liliana, "Early Effects of the Tomatis Listening Method in Children with Attention Deficit" (2013). *Dissertations & Theses*. 44.

L'estimulació auditiva neurosensorial¹⁴ actua com a impulsor de la creació de noves sinapsis, i per tant de noves xarxes neuronals que són la base per la construcció de noves habilitats d'escolta. De la mateixa manera que la teràpia visual ajuda a crear nous circuits neuronals relacionats amb la visió. A la figura 8 podem observar objectivament, a través de mapes cerebrals, com en el grup experimental, que ha rebut l'estimulació, hi ha major activitat cerebral al lòbul temporal esquerre del cervell, el centre del llenguatge (que integra amb el sistema visual parvocel·lular) i al lòbul parietal posterior (que integra amb el sistema visual magnocel·lular), relacionat amb l'equilibri i el sistema motor.

¹³ Maciques, Elaime. "Plasticitat Neuronal" http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-equino/plasticidad_neuronal.pdf (en línia 5/4/2018)

¹⁴ Sacarin, Liliana, "Early Effects of the Tomatis Listening Method in Children with Attention Deficit" (2013). *Dissertations & Theses*. 44. <https://tomatis.com.au/wp-content/uploads/2017/04/Early-Effects-of-the-Tomatis-Listening-Method-in-Children-with-Attention-Deficit.pdf> (en línia 7/4/2018)

4.-HISTÒRIA DE L'APLICACIÓ TERAPÈUTICA DE LA MÚSICA

Els éssers humans han fet música al llarg de tota la història per celebrar el canvi de les estacions i assenyalar amb rituals de pas les transformacions en la vida de cada membre de la comunitat, i han utilitzat el ritme per inculcar el sentit d'unitat entre els membres de les tribus i altres grups.

Des del principi dels temps, doncs, la humanitat ha percebut el poder creatiu i curatiu de la vibració, el ritme i el so. En moltes cultures, el mite de la creació descriu un so o vibració primordial que va crear la matèria del no res. Els antics xinesos i egipcis consideraven la música un element fonamental, el que reflectia els principis rectors de l'univers. Es creia que la música tenia el poder d'aixecar la psique, de canviar el destí de civilitzacions senceres.¹⁵

En el nou mil·lenni, la ciència està confirmant la veritat que hi havia al darrer d'aquesta creença antiquíssima. Al començament de l'univers, el so en forma d'ones vibratòries, podria haver contribuït a organitzar la increïble estructura de grups de galàxies i grans buits que tots sabem que hi ha al firmament. Sabem que la lluna vibra, "sona" com una campana, en un procés anomenat "harmònics de les esferes" L'efecte vibratori de les ones sísmiques (terratrèmols), provoquen sismes submarins, amb unes ones d'una grandària espectacular.

La música no és més que un cas especial d'aquest tipus de vibracions, una ona d'energia que es transmet en forma de polsos mecànics.

La música, el ritme, el to i la vibració del so serveixen per a organitzar la matèria, per crear estructures en l'espai i el temps. Els seus efectes són clars i mesurables, no només en els objectes físics sinó també en entitats biològiques. I arribant al nostre cervell mitjançant l'oïda, la música interacciona a nivell orgànic amb una varietat d'estructures neuronals.

¹⁵Campbell, D. (2003). *El efecto Mozart para niños*. Barcelona: Ediciones Urbano

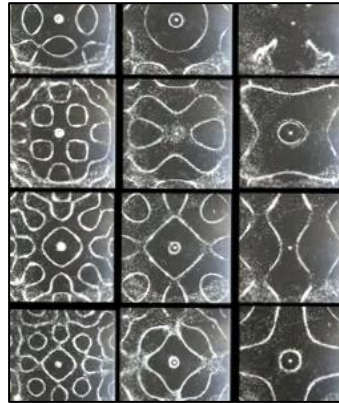


Figura 9: Representació de l'interacció de la música. L'organització de la forma és més complexa conforme augmenta la freqüència.

Font: <https://www.sciencefriday.com/educational-resources/make-a-model-eardrum-to-detect-sound-waves/>

De fet, sabem que dos terços dels cilis de les cèl·lules de corti (els milers de borrisols diminuts de l'oïda interna ordenats com les tecles d'un piano) reaccionen solament a freqüències musicals més altes (3.000 a 20.000 hertz). Això ens diu que en alguna època els éssers humans es comunicaven principalment amb cants o sons.

La comunicació humana va evolucionar des del cant als grunyits tipus primat fins arribar a la parla moderna.¹⁶

Els nadons tenen una extraordinària receptivitat a la música. El cervell del nadó és capaç de reconèixer unitats estructurals de la música com la tonalitat, l'alçada i el ritme.¹⁷

Això succeeix perquè el laberint madura en l'embrió, i la còclea en el fetus. Als quatre mesos i mig de gestació l'oïda ja està completament desenvolupada i és funcional, de manera que es configura com la principal font d'estímul de l'exterior que rep el nen que s'està formant i és el principal inductor del desenvolupament i maduració del sistema nerviós. És per aquesta raó que

¹⁶Roque,P.D.(2007). *La escucha es la vida*. Switzerland:Jouvence S.A.

¹⁷ Misseroni, D. *et al.* Cymatics for the cloaking of flexural vibrations in a structured plate. *Sci. Rep.* 6, 23929; doi: 10.1038/srep23929 (2016). <https://www.sciencefriday.com/educational-resources/make-a-model-eardrum-to-detect-sound-waves/> (en línia 8/4/2018)

L'estimulació amb sons té un impacte directe en el funcionament del cervell, creant noves sinapsis i millorant la fluïdesa de la transmissió del senyal.

Els sistemes que utilitza el cervell per processar els sons de la música o bé són idèntics als sistemes que utilitza per la percepció, la memòria i el llenguatge o bé estan lligats fonamentalment a ells, principalment gràcies al lòbul prefrontal.

Quan els nens (o els adults) presenten immaduresa auditiva d'origen neurològic poden tenir diferents problemes tant en la parla com amb l'escriptura. Per combatre aquests tipus de problema es pot recórrer a l'estimulació auditiva neurosensorial, que ajuda al nen a millorar la discriminació auditiva i el llenguatge parlat i escrit.

4.1.-La Musicoteràpia

La utilització terapèutica de la música te les seves arrels en la prehistòria, en què s'aplicava en els rituals màgics, religiosos i de curació. Els primers escrits que fan al·lusió a la influència de la música sobre el cos humà, són els "papirs" egipcis descoberts per Petrie en la ciutat de Kahum el 1889. Aquests papirs daten al voltant de l'any 1500a.C. Va ser a l'antiga Grècia a on es van plantejar els fonaments científics de la musicoteràpia.¹⁸ Els principals personatges van ser. Pitàgores, Plató i Aristòtil.

La musicoteràpia és un procediment dissenyat per què el terapeuta, utilitzant la música, el so, el ritme, la melodia i l'harmonia, amb un pacient o grup de pacients, ajudi a facilitar i promoure la comunicació, l'aprenentatge, l'expressió, la mobilitat, l'organització o altres objectius rellevants, amb el fi d'aconseguir canvis i satisfer necessitats físiques, mentals, emocionals, socials i cognitives.

La primera obra de Musicoteràpia¹⁹ com a tal, escrita a Espanya es deu al monjo cistercenc Antonio José Rodríguez i porta el títol *Palestra crítica-médica* (1744)²⁰. En un dels seus volums anteposa una medicina psicosomàtica a la tradicional i considera a la música com un mitjà de modificar l'estat d'ànim de les persones.

És més arriba a confirmar que: *“la música es una ajuda eficaç en tot tipus de malaltia.”*

Amb l'aplicació de la música es pretén descobrir potencials i restituir funcions de l'individu perquè aquest assoleixi una millor organització intrapersonal i interpersonal i consegüentment una millor qualitat de vida, mitjançant la prevenció i rehabilitació. La musicoteràpia és capaç de millorar la nostra salut

¹⁸Palacios, José. “El concepto de musicoterapia a través de la Historia”
<http://musica.rediris.es/leeme/revista/palacios04.pdf> (en línia 5/4/2018)

¹⁹Revista científica de América Latina y el Caribe, España y Portugal.Revista Interuniversitaria de formación del Profesorado, nº42,Diciembre 2001,pp 19-31.

²⁰ Rodríguez, A. J. (1744). “Palestra crítica-médica”Universidad de Madrid.
<file:///C:/Users/feerc/Downloads/4%20BANDRES.pdf> (en línia 5/4/2018)

física i psicològica. Hillecke²¹ i el seu equip del centre Alemany d'investigació de la musicoteràpia (2005) descriu sis factors a que contribueixen a l'efectivitat d'aquesta mateixa. A continuació, s'exposa cada un d'aquests factors.

- **Modulació o factor atencional.** Aquest factor s'ha utilitzat tant per activar com per distreure, per exemple en casos d'elevat estrès. La música té la capacitat d'atraure la nostra atenció de manera més potent que altres estímuls sensitius.
- **Modulació o factor emocional.** La música és capaç de modular emocions i de provocar en nosaltres respostes emocionals, implicant àrees corticals i subcorticals, per això està indicada en el tractament de trastorns emocionals com la depressió, l'ansietat o l'estrès posttraumàtic.
- **Modulació o factor cognitiu.** Aquest factor implica la memòria associada a la música (codificació, emmagatzemant i recuperació) i als diversos aspectes implicats en l'anàlisi de la música. La música, com entitat neurocognitiva, comporta diverses funcions cognitives en el seu processament.
- **Modulació o factor motor conductual.** La música és capaç d'evocar patrons de moviment inclús de manera inconscient. Aquest fet implica la possibilitat d'utilitzar la música mitjançant l'estimulació del ritme en la rehabilitació de pacients amb danys cerebrals i en el tractament de pacients amb malalties del moviment.
- **Modulació comunicativa o factor interpersonal.** La música implica comunicació i es pot utilitzar per entrenar habilitats de comunicació no verbal, que pot ser molt útil en el cas de les alteracions conductuals i els trastorns d'espectre autista.
- **Modulació perceptiva.** L'entrenament musical millora la percepció acústica i això repercuteix en altres processos com la comprensió del llenguatge.

²¹«Musicoterapia». https://es.wikipedia.org/wiki/Musicoterapia#Historia_de_la_musicoterapia (en línia 9/4/2018)



Figura 100: Musicoteràpia

Font: <https://www.google.com/search?q=musicoteràpia>

4.2 Teràpia de sons. Sonoteràpia

L'origen de la teràpia de sons es remunta als primers éssers humans que van utilitzar el so com a mitjà per invocar poders o forces que permetien al xaman o al guaridor fer el ritual de sanació. Es tracta de l'aplicació de la veu i instruments musicals i vibrators sobre el cos físic. Els éssers humans han fet ús del so des de la seva creació per obtenir i expressar informació sobre el món que els envolta, per comunicar-se entre ells, per transformar-se i per sentir-se units.

És la teràpia més antiga del món, des de que els primers éssers humans van seure al voltant del primer foc, i la mare²² quan canta cançons de bressol al seu nadó.



Figura 11: El fetus respon a la música.

Font: <https://www.marrecsandco.cat/neixer-creixer-acompanyats-musica/>

²² Kornblum, Nestor. "Sonoteràpia". <https://www.saludterapia.com/glosario/d/116-sonoterapia.html> (en línia 9/4/2018)

El so és una energia mecànica que es desplaça en l'espai, tant és així que la veu aguda d'una soprano (de freqüències superiors als 8000 Hz, les més energètiques) pot arribar a trencar un vidre amb la veu aguda d'una soprano, quan és emesa amb suficient intensitat. Les ones sonores es propaguen en l'aire, desplaçant les molècules fins a arribar a l'objecte adjacent, que no té altra opció que transmetre i/o esmorteir les vibracions rebudes. Com el vidre té un coeficient de deformació molt baix i no pot vibrar en sintonia amb el so, el resultat és que es trenca.

En l'última dècada, l'ús del so com a modalitat terapèutica, la sonoteràpia s'ha convertit en un enfocament de treball per les comunitats científica i mèdica. En aquesta teràpia es treballa la pura vibració. La base científica de la sonoteràpia descansa sobre el principi de la "ressonància en simpatia", quan un objecte vibrant provoca vibracions en un altre.

En la sonoteràpia es restableix l'harmonia i coherència en tots els nivells de l'ésser humà. Tot l'univers està en estat de vibració això l'inclou. Cada òrgan, os, cèl·lula i qualsevol altra part del cos (i el seu camp magnètic), té una freqüència de vibració corresponent a l'estat saludable. La malaltia, segons aquest model, és un estat de dissonància i es produeix quan no es pot entrar en l'estat de ressonància amb totes les parts del cos o amb l'entorn.

La metodologia de la sonoteràpia consisteix a restaurar la salut, projectant la freqüència de ressonància saludable sobre el teixit afectat, per retornar-lo a la seva freqüència normal.

Per produir els sons terapèutics s'utilitzen diferents instruments:

- Diapasons
- Bols tibetans
- Bols de quars

4.2.1. Diapasos

Els diapasos, al vibrar, emeten uns sons purs, representats per ones sinusoïdals pures, és a dir, sense harmònics, amb una intensitat suficient com per què la vibració es projecti. Així creen un pont entre el so i l'estructura de la matèria. També vibren com ho fa l'ésser humà segons les proporcions harmòniques específiques de la geometria de la seva estructura.

El fenomen de la ressonància es reforça pel seu ús o al voltant del cos. De l'àtom a la molècula, de l'ADN a les cèl·lules, el cos està fet de formes geomètriques que s'ajusten unes amb altres per formar el total. Els diapasos, en coincidir exactament amb la majoria de les raons i ràtios naturals vitals, són capaços de sintonitzar la vibració del cos i tornar-la a posar en la seva vibració "òptima" i sana.



Figura 12: Els diapasos

Font: <http://www.olivier-magnetiseur-naturopathe.fr/les-diapasos/>

4.2.2. Bols tibetans

Els bols tibetans es construïen a partir de 7 metalls sagrats. Aquests són: or, plata, mercuri, coure, ferro, estany i plom, creant així uns instruments singulars.

Quan hom comença a colpejar o moure'ls amb diferents tipus de palets, es transformen en l'aire vibracions inesperadament càlides, profundes i perceptibles. A causa de al qualitat del so que emeten, les freqüències que desprenen poden commoure profundament, transferint el seu poder transformador.

El ser humà es troba en contínua vibració. Cada molècula, cèl·lula, teixit, òrgan, glàndula, os i fluid del nostre cos té la seva freqüència de vibració. El mateix

succeeix amb cada centre energètic del cos i cada camp electromagnètic. La ciència de la cimàtica²³ prova més enllà de tot dubte, que qualsevol so proper a l'organisme humà originarà un canvi en el cos físic i en els seus camps electromagnètics. Aquest canvi, si es repeteix suficients vegades, acaba integrant-se en l'organisme.

La majoria de malalties comencen a nivell energètic, la programació mental i les emocions poden arribar a ser tòxics pel cos, cristal·litzant-se en un patró de resposta poc saludable. Aquest patró, al repetir-se de manera habitual, arriba a manifestar-se en el cos físic. El so és capaç de disoldre les cristal·litzacions o energies potencialment perjudicials molt abans que arribin al cos físic, i això és prevenció en el seu estat més pur.²⁴



Figura 133: Bols tibetans

Font: <https://www.esdiari.com/bols-tibetans-per-kaori-ishihara/>

4.2.3. Bols de quars.

Són una evolució dels bols tibetans. Estan fets principalment de cristall de quars (silici) i tenen unes qualitats sonores úniques. Produeixen una ona sinusoidal pura creant un so multidireccional molt expansiu. Aquests trets fan que el so ens embolcalli i penetri en l'organisme, a nivell profund, equilibrant-lo

²³ Misseroni, D. *et al.* Cymatics for the cloaking of flexural vibrations in a structured plate. *Sci. Rep.* 6, 23929; doi: 10.1038/srep23929 (2016). <https://www.sciencefriday.com/educational-resources/make-a-model-eardrum-to-detect-sound-waves/> (en línia 8/4/2018)

²⁴ Centre de Teràpies Naturals, la Garriga. "Meditació amb bols de quars". <http://www.ctnlagarriga.es/meditacio-amb-bols-de-quars>. (en línia 15/4/2018)

Mitjançant sons es crea un ambient propici per la relaxació, per la introspecció i per alliberar la ment.

Els participants, un cop estirats i amb actitud de calma, s'han de deixar portar pels estímuls auditius externs que se'ls ofereix i gaudir de l'experiència tal com es presenti, ja que una mateixa persona la pot viure de forma molt diversa depenent de quin sigui el seu estat d'ànim.

Així doncs, pot ser que tingui una sensació agradable de relaxació profunda, o poder li venen a la ment records molt llunyans que semblaven oblidats, o aspectes d'un mateix que cal treballar, etc.

Els Bols Biosònics, també coneguts com Bols de Quars²⁵, en ser fregats suaument amb una baqueta especialment dissenyada, emeten polsos acústics d'alta freqüència vibratòria que poden ser traduïts en notes musicals i vuitenes harmòniques.

El quars és un potenciador natural i un transmutador de l'energia densa cap a freqüències més subtils. Per això el so dels bols de quars és tan intens i profund. Tots els bols ajuden a equilibrar l'organisme i a calmar la ment (disminuir la freqüència de les ones cerebrals de beta a alfa (de 8 a 12 Hertz). Cada bol, però, emetrà una nota diferent, en funció del diàmetre i el gruix. Això fa que tingui un efecte específic especialment important per una zona del cos.²⁶



Figura 144: Bols de quars

Font: <https://batecinspira.com/barcelona-inspira-shirai-10-jun-2018/>

²⁵Centre de Teràpies Naturals, la Garriga. "Meditació amb bols de quars".

<http://www.ctnlagarriga.es/meditacio-amb-bols-de-quars>. (en línia 15/4/2018)

²⁶Kornblum, Nestor. "Sonoterapia". <https://www.saludterapia.com/glosario/d/116-sonoterapia.html> (en línia 9/4/2018)

5.- L'ESTIMULACIÓ AUDITIVA EN L'ACTUALITAT

D'ençà que es va començar a desenvolupar l'electrònica analògica (1958) i posteriorment la digital, es va tenir l'oportunitat de tractar la música per seleccionar les freqüències que es necessitaven utilitzar amb els pacients, segons els símptomes que aquests presentaven, com ara mancances de concentració, comunicació i aprenentatge entre d'altres. Es tracta d'activar els circuits neurològics bloquejats per restaurar la capacitat d'escoltar.

Alfred Tomatis, otorrinolaringòleg francès (Nice, 1 de gener de 1920 – Carcassonne, 25 de desembre de 2001), va ser el primer en descobrir la plasticitat neuronal aplicada al sistema auditiu. Des de 1947, va començar a investigar en les àrees de l'audiologia i la fonologia, esperonat pel seu pare que era cantant d'òpera i li derivava aquells companys que havien perdut la capacitat d'afinació. Les troballes clíniques en aquests casos, juntament amb les seves investigacions el varen conduir a la formulació de tres lleis fonamentals que es van anomenar "Efecte Tomatis" i que li van valer el reconeixement de l'Acadèmia de les Ciències i l'Acadèmia de Medicina de Paris l'any 1957). Aquests descobriments aprofundeixen els estrets vincles que existeixen entre l'oïda, la veu i el sistema nerviós i constitueixen la base de la tècnica d'estimulació auditiva neurosensorial que porta el seu nom i de totes les que, fonamentant-se en aquest, s'han desenvolupat posteriorment.

La tècnica de reeducació de l'escolta, basada en l'efecte Tomatis es fonamenta en l'estimulació mitjançant peces musicals de Mozart, Cant Gregorià, Valsos i la veu materna filtrada passa-alt. Ell va idear un aparell, l'oïda electrònica, que a través de dos canals, feia arribar aquesta música, per conducció aèria i òssia prèviament filtrada o desfasada entre les dues conduccions. Mitjançant l'oïda electrònica es pot amplificar i/o filtrar una gravació de música just a la freqüència o banda freqüencial en què el pacient escolta de manera deficient. Amb l'estimulació continuada i per la llei de romanència, s'aconsegueix restaurar la capacitat

d'escoltar a totes les freqüències, sempre i quan el sistema auditiu no tingui un problema estructural-bioquímic o fisiològic.²⁷

El metge francès Guy Bérard (1916-2014), que a la dècada dels 50 va ser pacient i deixeble d'Alfred Tomatis, va desenvolupar el mètode que porta el seu nom, amb una tecnologia diferent, que no permetia estimular per conducció òssia. Per aquest motiu, la tècnica Bérard és indicat principalment per problemes de llenguatge, mentre que la tècnica Tomatis arriba a incidir a l'esfera emocional gràcies a la sincronització dels sons rebuts per cadascuna de les conduccions.

Després de Bérard han anat apareixent diferents teràpies auditives de neuroestimulació, com per exemple la tècnica Samonas, Johansenn i el Sistema d'Estimulació Neuro-Auditiva (SENA).

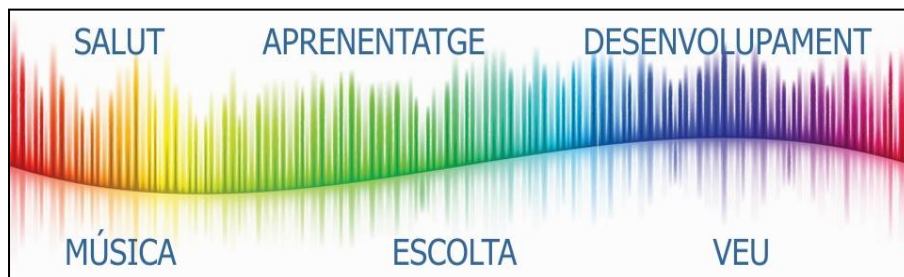


Figura 15: Àmbits d'aplicació de l'estimulació auditiva neurosensorial

Font: <http://www.martaserranonell.com/>

5.1 Tècnica Tomatis.

El Dr. Alfred Tomatis, (1920-2001), otorinolaringòleg, psicòleg, investigador i inventor va desenvolupar una pedagogia que estimula el cervell mitjançant el sistema auditiu amb el fi de restaurar l'escolta. Va ser pioner en l'àmbit de les neurociències, El Dr. Tomatis va dedicar tota la seva vida a millorar la tècnica que porta el seu nom, i que actualment és present a tot el món, per ajudar amb eficàcia al número més gran de persones que presenten dificultats de comunicació, d'atenció i d'aprenentatge. La tècnica Tomatis, mitjançant un tractament de la

²⁷ Descubre el Método Tomatis. www.tomatis.com (en línea 7/5/2018)

música i de la veu d'una forma molt especial, ajuda a nens i també a adults a millorar la seva capacitat d'escolta.

Es tracta d'un enfocament complementari als tractaments mèdics i als acompanyaments terapèutics tradicionals. La tècnica és reconeguda a i testada en diversos països des de fa dècades. A la pàgina oficial de la tècnica es poden trobar més d'un centenar d'estudis científics que demostren l'eficàcia de l'estimulació auditiva en diferents àrees de la vida.²⁸

La tècnica Tomatis es practica actualment en més de 2.000 centres especialitzats que ofereixen sessions d'escolta personalitzades gràcies a una tecnologia única anomenada oïda electrònica. Es va dissenyar especialment per tractar la música i la veu a partir d'uns paràmetres molt específics.²⁹ El mecanisme més important és l'anomenat "bàscula electrònica" consta d'un procediment no invasiu únic que permet realitzar efectes de contrastos sonors mitjançant el pas sobtat de les freqüències greus a les freqüències agudes. Aquest vaivé de freqüències provoca que l'oïda efectuï un important esforç d'adequació i estimula el cervell. Una vegada avaluades les habilitats d'escolta del pacient, el professional Tomatis estableix un programa de sessions que s'adapta al seu perfil i que es pot seguir en el centre o en el al seu domicili.³⁰

Durant les sessions anomenades "passives", escoltarà música de Mozart amb uns cascos que li transmeten el so mitjançant uns auriculars (conducció aèria) i també per vibració òssia (conducció òssia). En les sessions "actives", realitzarà exercicis de lectura i de repetició amb el mateix casc però equipat amb un micròfon. En aquest últim cas, es tracta la seva veu instantàniament per treballar activament el bucle audiovocal.

²⁸ Tomatis, A. (1998). *El oído y la vida, colección Respuestas Salud*: Robert Laffont.

²⁹ Gabinete Médico Fonoaudiológico. "Medicina Integrativa"
<http://tumedicinaintegrativa.com/2014/06/06/evidencia-cientifica-en-el-metodo-tomatis/> (en línia 7/5/2018)

³⁰ Lara, Fernanda. "Estudio de seguimiento al efecto del Método Tomatis."
<https://tomatisassociation.org/estudio-de-seguimiento-al-efecto-del-metodo-tomatis-en-las-habilidades-comunicativas-linguisticas-cognitivas-y-emocionales-de-ninos-de-6-a-7-anos/> (en línia 7/5/2018)

Com les patents de l'oïda electrònica original de Tomatis ja van caducar, s'han desenvolupat i comercialitzat diversos mètodes d'estimulació auditiva, tots ells basats en els fonaments de la investigació realitzada per Alfred Tomatis. En el punt 6 d'aquesta memòria es presenta una taula-resum amb l'anàlisi comparativa de tots ells.

5.1.1 Fonaments de la tècnica Tomatis

La tècnica Tomatis és un mètode pedagògic que permet millorar l'escolta de persones que presenten alguna disfunció en el sistema auditiu. El seu funcionament es basa en un aparell que produeix contrastos musicals mitjançant canvis sobtats i imprevisibles del timbre i de la intensitat de la música. Aquest efecte sorprèn el cervell i activa als seus mecanismes d'atenció. Es diu que el cervell es posa en posició d'escolta. El so es transmet per l'aire mitjançant el canal de l'oïda, també es transmet mitjançant una vibració de la part superior dels cascos, aquesta vibració es diu conducció òssia.

La conducció òssia transmet el so directament a l'oïda interna, preparant-la així per rebre el so transmès a través del timpà. El pas al canal 2 fa que els músculs de l'oïda es tensin i a la inversa el retorn al canal 1 permet que es relaxin. D'aquesta manera se sotmet als músculs de l'oïda a uns exercicis d'estirament i contracció que ajuden a estabilitzar les pressions de líquid i aire dins l'oïda interna.

Gràcies a l'efecte Tomatis, el múscul de l'estrep es tensa i es relaxa, el que permet millorar la regulació de l'oïda interna i preparar-la per rebre el so. A nivell més general, el canvi sobtat de timbre i intensitat estimula tot el sistema auditiu. El vestíbul i la còclea realitzen la tasca essencial de proporcionar energia al cervell. Al ser transformats per la còclea, els impulsos nerviosos que provenen de sons d'altres freqüències estimulen al cervell molt més que els de baixa freqüència. El canal 2 activa intensament la part inferior de l'escala mitjana o conducte coclear i afavoreix la recepció de les altes freqüències i la seva transmissió al cervell.

Aquesta transmissió es realitza transformant la vibració acústica percebuda en un estímul elèctric. El missatge elèctric es transmet al còrtex auditiu i a les zones corticals perifèriques directament connectades al còrtex prefrontal. Aquest últim assimila i analitza la informació rebuda.

A la vegada aquesta informació assimilada és redirigida de tornada a l'oïda, el que afavoreix no sols la percepció de la informació acústica i la capacitat de concentració en ella sinó també la millora de programes motors que afecten funcions motores fines i gruixudes.

Aquest vaivé entre el cervell i els receptors de l'oïda interna ens permet comprendre que en realitat l'oïda és un òrgan sensomotor que exerceix un paper decisiu en el nostre desenvolupament personal. És per això que la tècnica Tomatis actua de forma natural i no invasiva sobre el sistema auditiu i el cervell. Això condueix a millores en l'aprenentatge, l'atenció, la comunicació, la lectura, l'escolta i el processament de la informació.

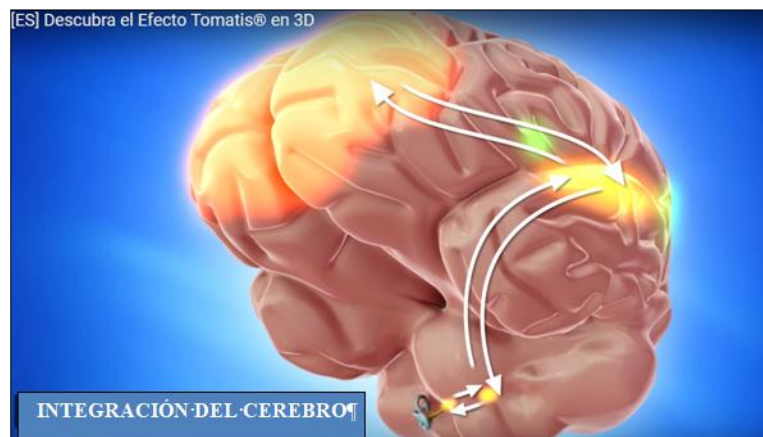


Figura 16: Representació de la integració cerebral

Font: <https://www.youtube.com/user/TomatisDeveloppement>

5.1.2. Aplicació de la Tècnica Tomatis

En aquest apartat, es pretén donar a conèixer els diferents àmbits d'aplicació pels que s'utilitza actualment aquesta tècnica.

5.1.2.1. Trastorns de l'aprenentatge i del llenguatge

En primer lloc, es destaca l'aplicació en l'àmbit dels trastorns específics i les dificultats d'aprenentatge, perquè és l'àrea en què visió i escolta estan més relacionades, ja que llegir és associar el reconeixement d'un grafema al fonema que recordem que li correspon. Assenyala que el terme Magaña, M.R (2015)³¹ assenyala que el terme trastorns en l'aprenentatge s'aplica de forma general als problemes que plantegen obstacles al rendiment acadèmic o escolar. Un nen o adolescent presenta problemes escolars quan els seus resultats escolars estan per sota de les seves capacitats intel·lectuals.

Aquests trastorns són barreres que impedeixen que l'estudiant arribi als indicadors d'assoliment per cada nivell acadèmic, generant un retard significatiu en el seu desenvolupament i escolaritat, per no haver aplicat les estratègies de tractament adequades i oportunes per facilitar la superació d'aquesta barrera i continuar amb el seu desenvolupament.³² Són trastorns d'origen neurobiològic i corresponen al fet que certes zones del cervell no s'han desenvolupat correctament durant el període prenatal. No es poden explicar ni per una falta d'intel·ligència, ni per un medi ambient socioeconòmic desfavorable ni tampoc per un gran problema psicoafectiu.³³

Les dificultats específiques es subdivideixen en dificultats en aptituds escolars, en llenguatge i parla, motores i d'atenció. Segons Romeu i Bes (1994).³⁴

Els trastorns específics de l'aprenentatge serien:

- **Dificultats en aptituds escolars:** Discalculia, disgrafia, dislèxia i disortografia.

³¹Magaña, M. R.(2015). *Transtornos específicos del aprendizaje*.: Faros

³²Tomatis Development (2010).*El Método Tomatis, una pedagogia de escucha*. Luxemburgo: TOMATIS Développement S.A.

³³Tomatis Development (2010).*El Método Tomatis, una pedagogia de escucha*. Luxemburgo: TOMATIS Développement S.A.

³⁴Romeu, A.,& Bes, J. (1994). *Dificultades de los niños que son causa de fracaso escolar. El niño y la escuela. Dificultades escolares*. Barcelona, España: Leartes

- La discalculia fa referència a la dificultat per sumar i restar, per realitzar operacions de càlcul. Confonen els números, els inverteixen o els escriuen a l'inrevés.
- La disgrafia es relaciona amb un nivell d'escriptura inferior al que els hi correspon, ometen lletres o junta paraules.
- La dislèxia és una dificultat per aprendre a llegir i a escriure. El nen presenta dificultats per l'aprenentatge i desenvolupament de la lectura comprensiva i en la fluïdesa.
- La disortografia és la impossibilitat d'aplicar les regles ortogràfiques, com a seqüela de la dislèxia, en ocasions, tot i haver-la superat.
- **Dificultats en el llenguatge i la parla:** Quan hi ha problemes en el desenvolupament de l'articulació, el desenvolupament del llenguatge expressiu (dislàlia i disfàgia) i/o el desenvolupament del llenguatge receptiu.
 - La dislàlia és la dificultat per pronunciar un fonema determinat, sense invertir les lletres.
 - La disfàsia és el retard en l'aparició del llenguatge oral i escrit associat a problemes perceptius.
- **Dificultats motores:** desenvolupament de la coordinació motora: fina o gruixuda, presentant problemes de lateralitat o falta de coordinació visomotora.

Les dificultats motores s'evidencien en les deficiències en l'organització espacial, no sap dibuixar amb perspectiva i té dificultats per localitzar objectes per un retard psicomotriu.

- **En el TDH:** és una de les causes més esteses del fracàs escolar.

5.1.2.2 Trastorns de l'atenció

L'atenció és la capacitat de seleccionar i mantenir en la consciència un coneixement exterior o un pensament. Correspon a un estat general d'alerta i de vigilància que permet al sistema nerviós ser receptiu a qualsevol tipus d'informació que arribi.

Els trastorns afecten nens o adults que no poden mantenir concentrats durant períodes suficientment llargs en una feina que cal realitzar, inclús si aquesta exigeix poc esforç intel·lectual i té un caràcter rutinari o familiar. La tècnica Tomatis pot tenir una acció molt positiva en l'atenció selectiva, com que es basa en una bàscula electrònica que provoca un contrast sonor destinat a sorprendre constantment el cervell per mantenir-lo alerta. L'objectiu és ajudar-lo a desenvolupar mecanismes automàtics de detecció del canvi, el que té com a conseqüència el reforç de l'atenció selectiva.³⁵

5.1.2.3 Trastorns afectius i emocionals

La tècnica Tomatis actua sobre el sistema límbic (part mitjana del cervell) al que el sistema auditiu està connectat. Aquesta part és, entre altres coses, responsable del mecanisme de l'emoció, la memòria i l'aprenentatge. Per una altra banda, l'òrgan de l'oïda mitjà anomenat còclea té el paper de càrrega cortical. Així, per la seva acció sobre el sistema límbic i el còrtex prefrontal, la tècnica Tomatis va intervenir en la regulació dels trastorns de l'emoció en relació amb la depressió i l'ansietat. Tindrà a més a més una acció eficaç en la regulació de l'estrès.

5.1.2.4 Trastorns de la comunicació

Qualsevol distorsió de l'escolta massa arrelada porta a cap la pèrdua inclús el desig d'escoltar, el que a la vegada va generar una disminució del desig de comunicar, ja sigui per resignació, ja sigui per falta de confiança, conseqüència de les dificultats trobades per poder fer-lo eficaçment. L'escolta es caracteritza a la vegada per una real intenció de comunicar, així com per una qualitat de percepció i interpretació del missatge sonor rebut. L'escolta es valora doncs per la qualitat d'aprofitament de la nostra audició i no pel seu nivell de sensibilitat. És precisament treballant sobre la recepció i l'emissió del so que la tècnica Tomatis actua eficaçment en la comunicació.

³⁵Tomatis Development (2010). *El Método Tomatis, una pedagogia de escucha*. Luxemburgo: TOMATIS Développement S.A.

5.1.2.5 Trastorns psicomotors

Es tracta de dificultats relatives a un retard en l'execució de gestos que no necessiten ser apresos culturalment per una educació explícita, i que generalment arriben naturalment amb el temps. Aquests trastorns impliquen doncs la relació de gestos que tenen un caràcter global en l'àmbit corporal. Per exemple, els nens que presenten tals dificultats no aconseguiran coordinar els braços ni les cames quan nèixen, correran de qualsevol manera, els hi costarà mantenir en equilibri sobre un peu o baixar escales. L'oïda té una funció motriu gràcies a un òrgan intern anomenat vestíbul. El paper del vestíbul és dirigir els mecanismes de l'equilibri. A causa de la seva acció directa sobre el vestíbul, la tècnica Tomatis actua directament sobre la regulació del to muscular i per tant de la verticalitat, però també sobre els trastorns de la lateralitat.³⁶

5.1.2.6 Trastorn generalitzat del desenvolupament

Són trastorns seriosos i precoços, caracteritzats per retards i alteracions del desenvolupament de les capacitats d'interaccions socials, cognitives i de la comunicació. Els circuits nerviosos que connecten l'oïda al cervell contenen neurones particulars anomenades "neurones mirall" que exerceixen un important paper en la construcció de la cognició social, és a dir, el conjunt de procediment que permeten atribuir algunes intencions, idees i inclús comprendre el seu estat emocional. La tècnica Tomatis ha mostrat la seva eficàcia per ajudar a persones que s'ofereixen trastorns de l'autisme i comportaments associats.

5.1.2.7 Desenvolupament personal i benestar

El moviment és important per conservar una bona forma física, de la mateixa manera es deu exercitar el cervell, estimuland-lo mitjançant l'enviament de missatges sensorials perquè el cervell influeixi dinamisme i relaxació.

³⁶Tomatis Development (2010). *El Método Tomatis, una pedagogia de escucha*. Luxemburgo: TOMATIS Développement S.A.

Aquesta estimulació pot ser insuficient quan el cervell activa un mecanisme de protecció que pot ocórrer durant un xoc emocional o quan el medi ambient extern l'agredeix. Pot ser el cas de persones que s'enfronten a una reorganització del ritme de vida, a un increment de responsabilitats, a la pèrdua de punts de referència, a la pressió social. El soroll és necessari per a la nostra realització personal. Com més ric és en aoníacs elevats, més el seu afecte és eficaç. L'acció estimulante de la tècnica Tomatis es veu reforçada amb un efecte relaxant en l'àmbit corporal, el que comportarà una acció positiva en la regulació de l'ansietat i l'estrès.

5.1.2.8 Millora la veu i la Musicalitat

Un dels àmbits històrics de la tècnica Tomatis està en relació amb la millora de la musicalitat i la veu parlada o cantada. Gràcies a una acció directa sobre el mecanisme cerebral que lliga percepció i acció. La recepció i l'anàlisi d'un missatge sonor tindrà conseqüències sobre el mode de reproduir aquest missatge, de manera parlada, cantada o mitjançant un instrument musical. L'emissió vocal de qualitat no exigeix solament una bona escolta del missatge sonor que ve de l'exterior, sinó també i sobretot una bona auto escolta, és a dir, la capacitat d'utilitzar la mateixa veu com la font sonora a analitzar i controlar amb exactitud, en intensitat i qualitat.

5.1.2.9 Preparació al part

Mentre la mare espera al nadó li transmetrà tota la paleta dels seus estats afectius i emocionals, tant positius com negatius. És la raó per al qual és important que, durant aquest període excepcional pel qual es refereix a la comunicació, la futura mare es troba en les millors condicions possibles de relaxació i serenitat. Per una altra banda el fetus percep la veu materna. Aquesta veu constitueix una espècie de

substància sonora afectiva primordial i capital per al desenvolupament tant físic com psíquic del nen. És per tant primordial que el nen la percebi plament. ³⁷

5.1.2.10. Aprenentatge de llengües

Durant el seu desenvolupament, el nen haurà de seleccionar els elements sonors compatibles amb el seu entorn lingüístic, i marginar al mateix temps aquells que estan absents de les estructures fonètiques que percep en el seu entorn habitual. Però aquesta codificació, en ser específica en cada llengua, anirà a construir ràpidament un fre a l'aprenentatge d'una altra llengua doncs una llengua estrangera no serà conforme als patrons sonors de la llengua materna interioritats des de la tendra infància. Així doncs una llengua és abans que res una música, és a dir, un conjunt de ritmes i sorolls específics. Aquests ritmes i sorolls constitueixen la base sonora fonamental sobre la qual totes les altres adquisicions se sobreposen. L'objectiu de la tècnica Tomatis és donar a qualsevol persona que desitgi aprendre una llengua estrangera, la possibilitat d'apropiar-se veritablement d'aquests ritmes i sorolls permetent a l'oïda adaptar-se eficaçment a ells, amb el fi de poder analitzar-los i reproduir-los.

5.2. Mètode Bérard

El Mètode va ser creat l'any 1960 i desenvolupat per l'otorinolaringòleg francès Guy Bérard. Va ser quan va començar a perdre agudesesa auditiva i pronosticat per alguns especialistes que arribaria a la sordesa absoluta, que es va especialitzar en l'audició i va investigar com evitar aquell destí. Aquesta circumstància és la que el va portar a conèixer al Dr. Alfred Tomatis, qui li va prescriure les sessions d'escolta per treballar per la recuperació de la funció d'escolta. Mitjançant un enginyós tractament de rehabilitació complementari, que ell va idear i

³⁷Tomatis Development (2010). *El Método Tomatis, una pedagogia de escucha*. Luxemburgo: TOMATIS Développement S.A.

perfeccionar durant alguns anys, es va curar i va millorar la seva qualitat de vida i les perspectives de futur de molta gent.

El Mètode Bérard, conegut també com a Auditory Integration Training (AIT), permet al sistema nerviós central modular adequadament el flux d'informació sonora i interpretar correctament els estímuls auditius, incrementant la capacitat comunicativa i la correcta adaptació al medi ambient.

En ser una estimulació neuro-auditiva, genera noves connexions neuronals en àrees específiques del cervell donant lloc a una major maduresa i energia intel·lectual, entre altres beneficis.

El sistema consisteix a escoltar música modificada (principalment simfònica) i filtrada mitjançant l'aparell nomenat Audiokinetron i un aparell específic (Eareducator) dissenyats per aquest fi pel Dr. Bérard, basant-se en l'oïda electrònica de Tomatis. Amb aquesta tecnologia es poden seleccionar, en intervals de dècimes de segon, freqüències greus, mitges i agudes, que s'emfatitzen o eliminen de l'espectre sonor, modificant la intensitat del so i els canals d'entrada en funció del disseny del programa personalitzat de treball.

L'aplicació del Mètode es realitza a partir d'un estudi individual de cada cas, a on analitza la percepció auditiva i es defineixen els filtres a aplicar.

El Dr. Bérard definia el seu Mètode com una reeducació de la forma de processar el so, és a dir, que el seu efecte incideix directament, en l'àmbit neurològic, i concretament, en el processament auditiu central.

La tècnica, a més d'actuar sobre la percepció, incideix també sobre el comportament, per la relació entre audició i conducta.

L'estímul sonor que aporta el Mètode estimula, a la vegada, la part vestibular de l'oïda, responsable de l'equilibri, la coordinació i la resposta motriu, per això també repercuteix en elles.

És una tècnica passiva, no requereix participació del pacient, no psicològica, no invasiva, no farmacològica, compatible amb qualsevol altre tipus d'intervenció.³⁸

5.3 Mètode Johansen

L'estimulació auditiva Johansen ha estat desenvolupada³⁹ a Dinamarca pel Dr. Kjeld 1975 a partir del treball original de Chirtian A. Volf i consisteix a escoltar durant uns minuts al dia música que ha estat específicament dissenyada per estimular camins neuronals que es fan necessaris en cada cas d'índole intel·lectual, atencional, emocional o social.

Cada terapeuta autoritzat per Johansen realitza un informe del pacient i determina les seves necessitats concretes per poder realitzar la gravació específica del CD. Aquesta gravació es realitza exclusivament la central espanyola de Johansen IAS i supervisada per la seva directora Alícia Bastos. Els terapeutes autoritzats han estat formats en un curs que els habilita per oferir les variables requerides, en el nivell de sutilesa i rigor que fan efectiva la teràpia.

Aquesta teràpia auditiva pot tractar a nens i adolescents amb un o alguns dels següents problemes:

- Pronunciació de sons incorrecta
- Pobre enteniment del llenguatge
- Dislèxia
- Problemes de lectura
- Problemes d'escriure
- Dispràxia
- Autisme

³⁸«Método Bernard en España?». <https://www.metodoberard.com/> (en línia 30/5/2018)

<http://www.yves-castaing-osteopata.com/es/blog/metodo-berard>

³⁹Terapia de Estimación Auditiva Johansen. <http://www.johansenias.es/metodo/> (en línia 30/5/2018)

- Problemes para entendre i retenir informació i instruccions
- Mala concentració
- Problemes d'autoconfiança i autoestima

Procediment pel pacient que vol accedir al tractament del mètode individualitzat Johansen:

- Avaluació a càrrec d'un terapeuta autoritzat pel Mètode Johansen
- Diagnòstic que inclou el resultat d'una audiometria sobre la qual treballen per seleccionar i equalitzar la música.
- Gravació en un CD que se li administra al pacient directament.
- Recepció del CD en el mateix domicili, amb totes les instruccions necessàries sobre la manera de procedir, el nombre de pistes, tipus música i també el temps que hi ha d'escoltar-se cada dia i el nombre de setmanes que dura el tractament.
- Revisió i avaluació dels progressos per part del terapeuta, mitjançant audiometria entre altres instruments avaluació i gravació d'un nou CD per continuar el procés terapèutic i consecució d'objectius.
- Aconseguits els objectius es deixa la teràpia auditiva.

5.4 Mètode SENA (Sistema d'Estimulació Neuro Auditiva).

Jordi Galcerán, mestre i audiòleg, va ser el creador i impulsor del mètode SENA, l'any 2005, amb la intenció de millorar els mètodes d'estimulació auditiva existents. La millora va consistir principalment en la incorporació de la tecnologia digital i l'enginyeria de so a l'estimulació auditiva. SENA és un programa informàtic dissenyat per l'avaluació de la percepció auditiva per nens i adults.

El Mètode SENA és un sistema d'estimulació neuro-auditiva que el pacient rep mitjançant uns auriculars connectats a un ordinador, des d'on un programa transforma l'estructura harmònica del so de la música, amb l'objectiu de millorar

el processament auditiu central i la percepció auditiva. El tractament consta de 10 sessions de 45 minuts cadascuna i no és invasiu.

La percepció auditiva afecta a l'equilibri, coordinació motora, orientació espacial, adquisició i desenvolupament del llenguatge a la lectoescriptura a l'atenció i a la memòria.⁴⁰

L'avaluació de la percepció auditiva permet relacionar l'audició amb els problemes d'aprenentatge, d'atenció, de lectoescriptura, d'habilitats musicals o l'adquisició de llengües estrangeres.

Una vegada avaluada la percepció auditiva es dissenya un programa d'estimulació individual, personalitzat i específic per a cada pacient. Els 10 dies d'estimulació és suficient per a millorar la percepció auditiva. Aquesta millora té el seu reflex en els problemes d'equilibri, coordinació motora, orientació espacial, adquisició i desenvolupament del llenguatge, lectoescriptura, atenció, memòria, habilitats musicals i adquisició de llengües estrangeres.⁴¹

⁴⁰SENA, Sistema de Neuroestimulación Auditiva. <https://senasystem.com/tratamiento-sena/> (en línia 30/5/2018)

⁴¹Waveme “Entrenamiento auditivo” http://www.waveme.cat/es/metodo_sena.htm (en línia 30/5/2018)

6. ANÀLISI COMPARATIVA DE LES TÈCNiques D'ESTIMULACIÓ AUDITIVA

Com a resum de les característiques comunes i diferencials de les diferents tècniques d'estimulació auditiva neurosensorial exposades, es presenta la següent taula:

Nom de la tècnica	Creador	Època	Fonaments	Diagnòstic	Tractament	Programació
TOMATIS	Alfred Tomatis (1929-2001)	1950	Lleis Tomatis Plasticitat neuronal	Audiolatròmetre es fa el Test d'escolta	Oïda electrònica	13 seccions de 2h
BÉRARD	Guy Bérard (1916-2014)	1960	Lleis Tomatis Plasticitat neuronal	Audiometria tonal	Audiokinetròn i Earducartor	Seccions de 10h
JOHANSEN	Dr.Kjeld	1963	Lleis Tomatis Plasticitat neuronal	Audiometria tonal	CD	Número de seccions individualitzades
SENA	Jordi Galceran	2005	Lleis Tomatis Plasticitat neuronal	Audiometria tonal	Programa informàtic	10 seccions de 45'

7. CONCLUSIONS

Després de valorar els resultats de la cerca bibliogràfica, i constatar que no hi ha referències que es puguin considerar evidències científiques vàlides, atès que no han estat publicades en revistes indexades ni peer-reviewed, he basat el contingut del treball en documentació obtinguda de llibres i de diferents pàgines web. Un problema és que no tenim la certesa que les fonts consultades no tenen conflicte d'interessos en els seus estudis. Per tant, el resultat del treball és una recopilació i ordenació de la informació disponible sobre la evolució de les diferents tècniques d'estimulació auditiva neurosensorial, que ha permès confeccionar una taula comparativa dels diferents mètodes a tall de resum.

Com a proposta futura, queda palès que cal continuar estudiant i fent recerca en aquest àmbit, per poder contrastar les evidències clíniques que, com en el cas que he presentat a la introducció i ha motivat el meu interès en el tema, van apareixent cada dia amb més freqüència a les consultes optomètriques.

L'objectiu seria recollir evidències clíniques de l'eficàcia d'aplicar teràpia visual i estimulació auditiva per solucionar les dificultats d'aprenentatge. I amb les dades que s'obtinguessin, fer un estudi estadístic que pugui validar un protocol d'actuació i derivacions que estalviï a les famílies no només temps i recursos econòmics, sinó, sobretot, l'angoixa de no saber com ajudar els seus fills.

8. AGRAÏMENTS

M'agradaria agrair a totes les persones que m'han ajudat de diferents maneres perquè jo hagi pogut realitzar el primer TFG meu al cap de 51 anys. No m'agradaria pas deixar d'anomenar alguna persona en aquest apartat.

Agraieixo en primer lloc a la meva tutora Marta Fransoy perquè ha estat un referent al llarg de la meva carrera universitària, primer com a docent que tants coneixements m'ha aportat i finalment com a tutora.

I com no, als meus estimats fills Ferran, al Gerard i al meu maridet Manolo per la seva paciència i comprensió al llarg de tots aquests anys

També vull donar gràcies a la Cristina Rovira que sense ella tampoc hagués pogut dur a terme i finalitzar com cal el meu TFG.

Gràcies a totes les companyes, companys, professors, professores, secretàries, conserges, que han passat al llarg de tota la meva carrera; Sandra Núria, Laura, Saloua, Joan, Marina, Ritxard, Marc, Alba, Yali, Patrícia, Xènia, Sara, Eva, Ludmila, Rosa, Mariona Montse, Francesca, Carme, Ramon, Quique, Joan Lluís, Montse, Elisabeth, Lali, Lluïsa, Elvira, Núria, Olgai especialment a l'Aurora i al José Luís.

Moltes gràcies Maria Alba i Andreu per donar-me aquesta força quan a vegades em desapareixia.

No puc deixar-me a la Pili, la Toni, la Lupe, el Marcel, el Pepo, la Maria del Valle i la Ginette que m'han anat animant durant tots aquests anys perquè pogués arribar a la fi de la meva carrera.

No puc oblidar dels meus germans Elisabet, Jaume, pare Jaume i cunyat/des i nebots/a pel seu suport incondicional.

Gràcies també a totes les persones que treballen amb mi al Cap i als consultoris i especialment a la Carme i al Dr.Alva.

També agrair al servei d'oftalmologia i optometria de l'Hospital del Vendrell, a direcció, a la Judith i Montserrat i especialment al Dr. Cuadrado per la seva confiança.

I a la meua àvia Amèlia amb els seus 106 anys que sempre ha entès el meu interès per formar-me encara més culturalment i com ella diu m'ha esperat al fet que acabés aquest meravellós GRAU que tant m'agrada.

Finalment, vull anomenar d'una manera especial i emotiva a la meua mare Roser Jané Jané que morí fa 23 anys i encara està present a la meua vida i de ben segur que ella ha estat la persona més important i a qui hagués fet més feliç veure a la seva filla Montserrat Ventura Jané graduada com a Òptica- Optometrista. Gràcies mare per haver-me fet tal com sóc.

I en acabar vull agrair a la Laura Jordan i a la Silvia Edo per el gran suport i aprenentatge en realitzar les pràctiques pel TFG.

9. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

9.1 Bibliografia

- Ayala, C., Martínez, M. P., i Santiuste, V. Bases Neuropsicológicas del Fracaso Escolar.
Madrid: Fugaz Ediciones, Colección Pro-logos (Educación), 2006
- Campbell, D. (2003). *El efecto Mozart para niños*. Barcelona: Ediciones Urbano
- Madaule, P. (1994). *Escuchar: Despertar a la vida*. Barcelona: El Patria.
- Magaña, M.R. (2015). *Transtornos específicos del aprendizaje*.:Faros
- Tomatis, A. (2010). *El oído y la voz*. Badalona: Paidotribo
- Tomatis Development (2010). *El Método Tomatis, una pedagogia de escucha*.
Luxemburgo: TOMATIS Développement S.A.
- Tomatis, A. (1998). *El oído y la vida, colección Respuestas Salud*: RobertLaffont,
- Tomatis, A. (1996). *Escuchar el Universo, colección Respuestas*: Robert Laffont
- Tomatis, A. (1991). *Por qué Mozart, colección Ciencias*:Fixot
- Tomatis, A. (1989). *Hacia la escucha humana, colección Respuestas*: ESF.
- Tomatis, A. (1987). *La oreja y la voz, colección Respuestas*:Robert Laffont
- Tomatis, A. (1969). *El oído y el lenguaje*. Barcelona: Martínez Roca S.A
- Revista científica de América Latina y el Caribe, España y Portugal. Revista
Interuniversitaria de formación del Profesorado, n°42, Diciembre 2001, pp 19-31.

Romeu, A., & Bes, J. (1994). *Dificultats de los niños que son causa de fracaso escolar.*

El niño y la escuela. Dificultades escolares. Barcelona, España: Leartes

Roque, P.D.(2007). *La escucha es la vida.* Switzerland: Jouvence S.A.

9.2 Webgrafia

Plasticitat neuronal

Triglia, Adrián. "Plasticidad cerebral (o neuroplasticidad): ¿qué es?"

<https://psicologiaymente.net/neurociencias/plasticidad-cerebral-neuroplasticidad> (en línea 5/4/2018)

Cantudo, Pablo. "Neurocosas capítulo 19: la plasticidad neuronal

<https://www.muyinteresante.es/ciencia/video/neurocosas-capitulo-19-la-plasticidad-neuronal> (en línea 5/4/2018)

Maciques, Elaime. "Plasticitat Neuronal"

http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-equino/plasticidad_neuronal.pdf (en línea 5/4/2018)

Sacarin, Liliana, "Early Effects of the Tomatis Listening Method in Children with Attention Deficit" (2013). *Dissertations & Theses.* 44. <https://tomatis.com.au/wp-content/uploads/2017/04/Early-Effects-of-the-Tomatis-Listening-Method-in-Children-with-Attention-Deficit.pdf> (en línea 7/4/2018)

Història de la Música:

Misseroni, D. *et al.* Cymatics for the cloaking of flexural vibrations in a structured plate. *Sci. Rep.* 6, 23929; doi: 10.1038/srep23929 (2016).
<https://www.sciencefriday.com/educational-resources/make-a-model-eardrum-to-detect-sound-waves/> (en línia 8/4/2018)

Musicoteràpia

Rodríguez, A. J. (1744). “Palestra crítica-médica”Universidad de Madrid.
<file:///C:/Users/feerc/Downloads/4%20BANDRES.pdf> (en línia 5/4/2018)

Palacios, José. “El concepto de musicoterapia a través de la Historia”
<http://musica.rediris.es/leeme/revista/palacios04.pdf> (en línia 5/4/2018)

“Musicoterapia”.
https://es.wikipedia.org/wiki/Musicoterapia#Historia_de_la_musicoterapia (en línia 9/4/2018)

Teràpia de Sons

Kornblum, Nestor. “Sonoterapia”. <https://www.saludterapia.com/glosario/d/116-sonoterapia.html> (en línia 9/4/2018)

Centre de Teràpies Naturals, la Garriga. “Meditació amb bols de quars”.
<http://www.ctnlagarriga.es/meditacio-amb-bols-de-quars>. (en línia 15/4/2018)

Mètode Tomatis

Lara, Fernanda. “Estudio de seguimiento al efecto del Método Tomatis.”

<https://tomatisassociation.org/estudio-de-seguimiento-al-efecto-del-metodo-tomatis-en-las-habilidades-comunicativas-linguisticas-cognitivas-y-emocionales-de-ninos-de-6-a-7-anos/> (en línea 7/5/2018)

Gabinete Médico Fonoaudiológico. “Medicina Integrativa”

<http://tumedicinaintegrativa.com/2014/06/06/evidencia-cientifica-en-el-metodo-tomatis/>
(en línea 7/5/2018)

Descubre el Método Tomatis. www.tomatis.com (en línea 7/5/2018)

Mètode Bérnard

“Método Bérnard en España”. <https://www.metodoberard.com/> (en línea 30/5/2018)

<http://www.yves-castaing-osteopata.com/es/blog/metodo-berard>

Mètode Johansen

Instituto de Psicología Neuro-Fisiológica. “Transtorno de Procesamiento Auditivo”

http://www.inpp.es/?page_id=475 (en línea 30/5/2018)

Terapia de Estimación Auditiva Johansen. <http://www.johansenias.es/metodo/> (en línea 30/5/2018)

Mètode SENA

SENA, Sistema de Neuroestimulación Auditiva. <https://senasystem.com/tratamiento-sena/> (en línea 30/5/2018)



Waveme “Entrenamiento auditivo” http://www.waveme.cat/es/metodo_sena.htm (en
línea 30/5/2018)