

EFECTO MUCANE: UNA ESTIMULACIÓN MUSICAL SIN PRECEDENTES COMO PASO PREVIO PARA SU APLICACIÓN CON NEONATOS PRETÉRMINO

Emilio Mateu Escribano¹

¹Investigador Independiente. C/ Francisco Ribera, 1. Portal 8, 4º B. 28918.Leganés. Madrid. España.627424027 {mateuemilio@gmail.com}

Resumen

La propuesta experimental MUCANE aquí presentada toma su nombre de sus siglas: “MÚsica para el CAMbio de vida de los NEonatos pretérmino” y ha sido aplicada previa superación del comité de ética correspondiente en el laboratorio nº 5 de la Fundación de Investigación Biomédica del Hospital Clínico San Carlos de Madrid. Con ella, se ha profundizado en aquellos aspectos que inciden de forma relevante en la conducta y fisiología de una población de ratas neonatas wistar a través de un conjunto específico de estimulaciones sonoras (ruidos), y de su contrapartida antagonica, mediante estimulaciones melódicas (música) establecidas de forma concreta y singular en su diseño, como paso prospectivo previo para su posterior aplicación con neonatos pretérmino.

El conjunto metodológico proporcionado se ofrece desde una innovadora perspectiva de musicoterapia pasiva, donde puede valorarse el efecto producido por dichas estimulaciones, como huella indeleble, que visibiliza, por un lado, el nivel de ansiedad o depresión y respuesta motriz de los animales sujetos a cada tipo de experimentación, y por otro, el nivel de activación, desarrollo o potenciación neuronales de los tejidos cerebrales de sus respectivos organismos.

Palabras clave: Ruido, estimulación sonora, musicoterapia pasiva, innovación musical, neonato pretérmino.

Abstract

This experimental proposal MUCANE presented here takes its name from its acronym: "It has been applied after passing the corresponding ethics committee in laboratory no. 5 of the Biomedical Research Foundation of the Clinical Hospital San Carlos of Madrid. With it, we have studied in depth those aspects that have a relevant impact on the behaviour and physiology of a population of neonatal wistar rats through a specific set of sound stimulations (noises), and their antagonistic counterpart, by means of melodic stimulations (music) established in a specific and singular way in its design, as a prospective step prior to its subsequent application with preterm neonates.

The methodological set provided is offered from an innovative perspective of passive music therapy, where the effect produced by these stimulations can be assessed, as an indelible trace, which makes visible, on the one hand, the level of anxiety or depression and motor response of the animals subjected to each type of experimentation, and on the other, the level of activation, development or neuronal potentiation of the cerebral tissues of their respective organisms.

Keywords: Noise, sound stimulation, passive music therapy, musical innovation, preterm newborn.

PACS n.º: 43.80.Nd / 43.50.Qp / 43.64.Tk / 43.64.Wn / 43.50.-x / 43.50.Ki / 43.75.-z / 43.75.Cd / 43.75.Zz / 43.60.-c / 43.80.Vj.

1 Introducción

1.1 La finalidad de esta propuesta experimental

Esta propuesta experimental, persigue desde su origen, una finalidad muy singular: “Descubrir, a través de evidencias científicas, si la Música, tiene o no, efectos beneficiosos y permanentes en el desarrollo evolutivo armónico e integral de las personas, incluso, considerando la influencia de dichos efectos antes de su nacimiento”. La comprobación de estos efectos como huella indeleble [1] pretende evidenciar científicamente las activaciones de patrones cerebrales que se alcanzan a través de cualquier práctica musical -y la estimulación musical en todas sus formas, estaría incluida en esta reflexión- “salpicando” de pequeñas manchas casi todas las áreas del cerebro, lo que sin duda, supone un uso más eficiente y económico de sus capacidades. Dicha actividad musical presupone además, integrar funciones de alto nivel representadas por efectos profundos y duraderos sobre el modo de organizar el procesamiento general de la información en el ser humano.

1.2 La música como disciplina de primer orden en la Unión Europea

El Parlamento Europeo [2] sostiene que la Educación Musical es un derecho del ciudadano europeo, y espera de los gobiernos de los países miembros un incremento sustancial de la formación musical en sus escuelas para los próximos años. Por ello, el Consejo Europeo de la Música en la década de los 90 [3] ya concluía que únicamente en las escuelas públicas, los niños y adolescentes podían recibir una enseñanza musical intensa que les permitiera practicar durante toda su vida una actividad musical autónoma y alcanzar un comportamiento artístico y musical responsable. De esta manera, se contempla que el derecho democrático a la formación de las personas para el siglo XXI ha de incluir el derecho a la formación artística de calidad, y de forma específica, a una formación musical de calidad.

En definitiva, todos los niños y adolescentes de las escuelas europeas deberían recibir una formación musical que les conduzca a practicarla a lo largo de su vida. Los gobiernos nacionales de la Unión Europea deben cargar con la responsabilidad de su planificación, y para ello, con el cumplimiento de los objetivos de formación correspondientes [4] que se encuentran contemplados en una serie de documentos clave sobre Educación Musical en las enseñanzas obligatorias, donde, asumiendo las directrices de la UNESCO sobre la importancia de la Educación Artística en el desarrollo integral de la persona, lleva décadas trabajando por la plena inclusión de este área de conocimiento en los currículos de sus estados miembros y encargando a sus instituciones educativas una serie de informes que recojan el estado actual de esta materia en los sistemas educativos de los veintisiete, con la idea de conocer su configuración en las normas educativas de los mismos, para posteriormente y tras su estudio, lanzar las propuestas de mejora oportunas que permitan consolidar su presencia en los currículos nacionales. En general, tampoco ha de subestimarse el papel integrador y la influencia de la música y de la Educación Musical de calidad, para las personas procedentes de diferentes culturas, en temas como la organización del ocio, la formación de la capacidad de juicio y el comportamiento comunicativo y social, etc. como aspectos todos ellos sobresalientes que deben considerarse de forma adecuada y obligatoria.

1.3 Saliendo de mi zona de confort educativa

Desde el punto de vista pedagógico y educativo, me surgían una serie de preguntas que no podía contestar: ¿cómo puedo ayudar desde mi parcela educativa?, ¿cómo se podría atender mejor a los niños?, ¿cuál será la edad más apropiada para contextualizar y ubicar el esfuerzo?, ¿por qué ahora, se diagnostican tantos niños con problemáticas tan diversas?, ¿hacia qué tipo de sociedad nos dirigimos? Pues, por un lado, el propio sistema está suprimiendo y anulando de manera sistemática recursos de primer orden que posee, y por otro, se está viendo obligado a invertir en gasto público para crear y atender otros nuevos, ¿cómo hacer frente a las necesidades actuales derivadas de circunstancias cada

vez más complejas y multiproblemáticas de la escuela y sociedad actuales?, y, ¿cómo hacerlo desde la música? De todo este proceso de reflexión interna pude advertir dos posibles direcciones a la hora de afrontar respuestas. Había que salir de la zona de confort que me proporcionaba el contexto educativo, ya que las circunstancias actuales, no permitían aportar nada nuevo, y se debería empezar por el principio, por el “origen de la vida”, ubicando el esfuerzo y dedicación profesionales a los niños que acababan de nacer, mejor aún, a los niños que ya se encontraban con dificultades, incluso antes nacer. Todo ello, tendría sentido, si salía de mi zona de confort educativa y lo ubicaba en contexto clínico.

1.4 De la Educación Musical a la Musicoterapia

La confluencia de las dos premisas anteriores llevaba irrevocablemente a concluir con una única pregunta final, aunque con dos matices: ¿Puedo ayudar con la música a los niños denominados neonatos pretérmino y hacerlo desde un contexto clínico, alejándome así de los entornos educativos, donde se aporten valoraciones cuantitativas que sumen rigor a los previsibles resultados que se pudieran obtener? y, ¿podrían estos resultados favorecer un cambio de dirección en el contexto educativo, de manera que sirvieran como instrumento de legitimación incuestionable de la música? La respuesta resultante proponía resolverse girando la utilización de la música desde la Educación Musical hacia la disciplina de la Musicoterapia, conceptualizaciones éstas que podían relacionarse [5] aunque los objetivos considerados entre ambas cambiaban necesariamente su naturaleza y propósito en función del enfoque metodológico perseguido. Esta vez, apoyándome en el enfoque clínico que me permitía la musicoterapia más vanguardista y el incesante desarrollo de diferentes avances tecnológicos en la actualidad.

1.5 Contextualizando esta propuesta experimental en la musicoterapia pasiva actual

Desde un punto de vista estrictamente musical, tanto las referencias nacionales como internacionales encontradas nos sitúan en el marco tradicional que nos interesa, que no es otro, que el estrechar el cerco conceptual entre Ciencia y Música. De esta forma, la musicoterapia [6] se define como «la aplicación científica del arte de la música y la danza con finalidad terapéutica». Pero, sobre todo, la musicoterapia es una ciencia porque supone «objetividad, colectividad, repetición y verdad». Quizás por ello, el músico impresionista Claude Debussy, definiera la Música como una totalidad de fuerzas dispersas, expresadas en un proceso sonoro que incluía el instrumento, el instrumentista, el creador y su obra, un medio propagador y un sistema receptor [7]. En consecuencia, el concepto de estimulación musical utilizado en la presente experimentación responde a la versatilidad que ofrece la musicoterapia actual, más concretamente en su modalidad pasiva en contraste con su homónima, la modalidad activa o “música en vivo” [8].

2 Metodología

2.1 Las vertientes multidisciplinarias de la propuesta experimental MUCANE

El trabajo multidisciplinar de campo de esta propuesta experimental se ha basado en acotar conceptualmente las tres vertientes utilizadas respecto de sus parámetros iniciales de estudio. En este sentido, los elementos implicados de cada una de ellas han sido los siguientes:

Respecto de la vertiente musical, el elemento inicial de estudio viene representado por la melodía y su tímbrica, como parámetro principal a la hora de abordar las piezas musicales desde una perspectiva también acústica en cuanto a las frecuencias o tonos en las que éstas se definen. Así, nuestra propuesta musical se adapta a los planteamientos, por un lado, del modelo de organización melódica u organización del tono [9] donde se propone por primera vez un modelo del procesamiento musical debidamente abordado en el plano de la percepción melódica, y por otro, al innovador experimento clínico para prematuros, financiado en Suiza por la Fundación Nacional de la Ciencia y la Fundación de

la Primera Infancia, donde se utiliza música especialmente compuesta para estos niños proponiendo un estudio doble ciego, a través de la composición de piezas melódicas especialmente creadas para ellos que simulan entornos de estimulación agradables ligados al despertar, acompañamiento al sueño e interacción en el parto, principalmente para este tipo de neonatos, provocando diferentes ambientes sonoros, cuyo enfoque de musicoterapia desde la modalidad pasiva consigue mejorar significativamente la conectividad funcional entre la red prominente y las redes auditiva, sensoriomotora, frontal, tálamo y precuneus de los prematuros estudiados, proporcionando a éstos una organización de redes cerebrales similar a la de los recién nacidos a término [10].

Para poder valorar adecuadamente la estimulación musical en este diseño experimental y apreciar su efecto compensador, consideramos a nuestro recurso principal, la rata neonata Wistar, como el instrumento clave para estimar en ella, dicho efecto. Iniciamos la “búsqueda” -si se me permite la expresión- para encontrar la “rata musical” que este animal lleva dentro y que derivado de estas estimulaciones musicales viera comprometido su propio organismo y en consecuencia, su comportamiento fisiológico, motor, cognitivo, perceptual, autonómico, e incluso, psicológico y emocional; es decir, su comportamiento global y funcional en la pruebas neuroconductuales realizadas dentro del entorno inmediato tras la experimentación en laboratorio. Así, el desarrollo experimental MUCANE aquí presentado ha comprobado que los animales de la camada sometida o estimulada con música, obtienen valores en los resultados finales muy afines a los del grupo control, lo que quiere decir, que la música les ha servido como efecto compensador a la hora de combatir el estrés provocado por la separación de la madre [11].

Después de sondear y valorar dentro de la Historia de la Música la posibilidad de encontrar los mejores ejemplos musicales respecto de las distintas etapas, autores, géneros, estilos, etc. para poder en un primer intento de aproximación, seleccionar las piezas musicales adecuadas e ir avanzando en la construcción de nuestro “Arca de la música”, nos propusimos plantear un primer filtro de selección de las piezas musicales de cara al diseño experimental de esta parte de nuestro estudio. Independientemente de la selección musical concreta que pudiéramos elegir, éramos conscientes de la necesidad de analizar bien los criterios de selección para asegurar una toma de decisiones lo más objetiva posible a los intereses perseguidos, que no eran otros, que cumplir con los objetivos planteados en el diseño musical de aproximación. Teníamos claro que estos requisitos pasaban por respetar dos elementos principales para poder así optar a una selección definitiva. Por un lado, respetando el rango audible perseguido en el experimento. Véase Figura 1, donde aparece una limitación ética previamente contemplada, situada por coherencia en el valor de presión sonora máximo entendible como razonable, tras el análisis de los valores derivados de los dos informes periciales obtenidos sobre los focos sonoros relativos a ruidos y nivel de presión sonora en la UCIN del HCSC. Derivado de ello, se consideró que el límite de presión sonora de las estimulaciones musicales y/o sonoras estuvieran en un margen máximo comprendido entre 57,8 a 60 dB -este último representó el límite ético máximo de experimentación-, que reflejaba una franja de medidas mínimas a las observadas del conjunto de los análisis de todos los ruidos estudiados.

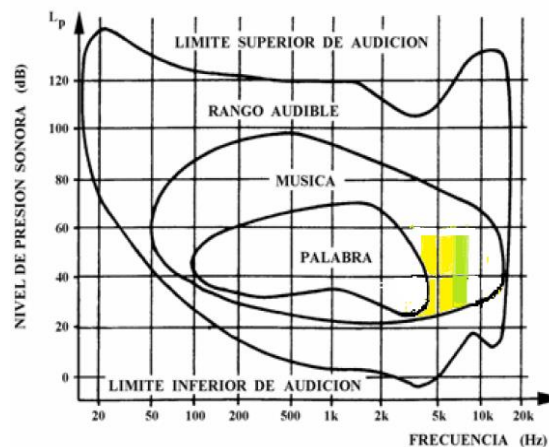


Figura 1 – Adaptación propia sobre el rango audible MUCANE extraído de ondasyacustica.com (2018)

De forma paralela, debíamos apelar convenientemente a la vertiente acústica de la música a través de las melodías siguiendo los planteamientos y conceptualizaciones de la musicoterapia, proponiéndonos ubicar de entrada las estimulaciones musicales en márgenes de alta frecuencia (entre 3.000 a 20.000 Hz) para energizar y que se vieran afectadas favorablemente las operaciones mentales y psicológicas, pero sobre todo, tomando como referencia principal la supuesta excitación producida en las ondas cerebrales como base neurológica de las estimulaciones musicales, con especial consideración sobre las ondas de tipo α (principalmente) [12] y tipo β por su significación en el ámbito de la neuroestimulación auditiva [13]. Así, el espectro de frecuencias musicales que hemos tenido finalmente en cuenta para elegir las piezas musicales, e incluso crearlas, o por qué no, reconstruirlas a través de otras ideas musicales, se ubica principalmente en el primer tramo de la zona amarilla entre 3000 a 6000 Hz, lo que hemos considerado y denominado como “filtro MUCANE” en este estudio o propuesta experimental de investigación. Véase Tabla 1.

Tabla 1 – Frecuencias de las melodías con filtro MUCANE adaptada y extraída de Del Olmo (2009:72)

Notas Musicales	Número de la Octava								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
DO	32,7	65,4	130,8	261,7	523,5	1.047,0	2.094,0	4.188,1	8.376,3
DO# RE b	34,6	69,3	138,6	277,3	554,6	1.109,2	2.218,4	4.436,9	8.873,8
RE	36,7	73,4	146,8	293,7	587,5	1.175,1	2.350,2	4.700,4	9.400,9
RE# MI b	38,9	77,8	155,6	311,2	622,4	1.244,9	2.489,8	4.979,6	9.959,3
MI	41,2	82,4	164,8	329,7	659,4	1.318,8	2.637,7	5.275,4	10.550,9
FA	43,6	87,3	174,6	349,3	698,6	1.397,2	2.794,4	5.588,8	11.177,7
FA# SOL b	46,2	92,5	185,0	370,0	740,1	1.480,2	2.960,4	5.920,8	11.841,6
SOL	49,0	98,0	196,0	392,0	784,0	1.568,1	3.136,2	6.272,5	12.545,0
SOL# LA b	51,9	103,8	207,6	415,3	830,6	1.661,2	3.322,5	6.645,1	13.290,2
LA	54,9	109,9	219,9	440,0	879,9	1.759,9	3.519,9	7.039,8	14.079,6
LA# SI b	58,2	116,5	233,0	466,1	932,2	1.864,5	3.729,0	7.458,0	14.916,0
SI	61,7	123,4	246,8	493,8	987,6	1.975,2	3.950,5	7.901,0	15.802,0

De esta manera se han creado y utilizado las siguientes piezas musicales: M1 = Ángela, M2 = Nino, M3 = Zarza, M4 = Abeja, M5 = Luna y M6 = Bossa. Estas seis melodías o piezas musicales fueron tocadas e instrumentadas a una afinación de 432 Hz para efectuar la grabación original, siguiendo los parámetros acústicos de las frecuencias ubicadas entre 3000 a 6000 Hz, asegurando las estimaciones previas de carga cortical o enriquecimiento neuronal preestablecidas y en consecuencia, la normalización y mejora de los sujetos propuestos para esas estimulaciones auditivas según la previsión indicada en función de su maduración o edad gestacional, respetando siempre, el principio básico de escucha fácil o “easy listening” [14]. Véase Tabla 2.

Tabla 2 – Análisis de piezas musicales MUCANE versus edad gestacional (2017)

CANCIÓN	RITMO	MELODÍA	ARMONÍA	ESTRUCTURA	INSTRUMENTACIÓN
ANGELA	JAZZ WALTZ COMPÁS 3/4	AMBITO de 5ª (SOL 6 – RE 7) 3136,2 a 4700,4 hz	EN A: SOLm/RE EN B: DOm/REm/Mib/FA/SOL	FORMA A - B	VIOLIN PIANO RHODES GUITARRA ACÚSTICA
NINO	BALADA COMPÁS 4/4	AMBITO de 8ª (RE 6 – MI 7) 2350,2 a 5275,4 hz	EN A: REm/SOLm/DO/FA/Mlm REm/LA/Rem EN B: DO7/FA/DO7/FA/DO7/ FA/Rem/Ml/LAmaj7	FORMA A - B	VIOLINES GUITARRA ACÚSTICA
ZARZA	LATIN COMPÁS 4/4	AMBITO de 7ª (MI 6 – RE 7) 2637,7 a 4700,4 hz	REm7/SOL7 DOmaj7/SOL7	FORMA A - A'	VIOLIN PIANO RHODES BATERIA PERCUSIÓN
ABEJA	BALADA ROMÁNTICA COMPÁS 4/4	AMBITO de 11ª (FA# 5 – SI 6) 1480,2 a 3950,5 hz	LA/RE/MILA FA#/Sim/SI7/MI	FORMA Variaciones A - A' - A'' - ...	VIOLINES PIANO RHODES GUITARRA CLÁSICA
LUNA	POP COMPÁS 4/4	AMBITO de 7ª (RE 6 – DO 7) 2350,2 a 4188,1 hz	EN A: REm/A EN B: SOLm/DO/FA/REm/Mlm LA/REm	FORMA INTRO - A - B	VIOLINES PIANO RHODES BAJO ACÚSTICO BATERIA
BOSSA	BOSSA NOVA COMPÁS 4/4	AMBITO de 5ª (SI 5 – FA# 6) 1975,2 a 2960,4 hz	LAmaj7/Sim/Ml/LAmaj7 Sim/DO#m/DO/Sim/MI/ LAmaj7/MI	FORMA A	PIANO RHODES GUITARRA CLÁSICA PERCUSIÓN BAJO ACÚSTICO

La base principal, en este modelo sonoro y/o musical, es que, en las estimulaciones con música (MU), desde el criterio fundamental denominado: “escucha fácil”, la sencillez se aplica a todas las estructuras planteadas: estrofas y estribillos, en general, sin introducciones, ni codas, ni puentes, ni “descansos”, donde la consonancia melódica empaste con la progresión de los acordes y la base rítmica. Todo con extraordinaria sencillez, que nos invite a sumergirnos en un mundo sonoro abierto y accesible, no exento de contenido musical, pero tratando de huir de lo sofisticado y lo complejo. En definitiva, se concede especial atención al ámbito melódico. Todas las melodías giran en un ámbito de quinta, aunque en algunos momentos se extiendan a una octava y una novena. Los entornos melódicos protagonistas están generalmente en ese ámbito de quinta y los intervalos más representativos son de segunda mayor y menor, por lo que se aprecian a menudo efectos en la melodía propios de los grados conjuntos, con el fin de aumentar el apuntado efecto “easy listening”, pero siempre, con un límite ético de presión sonora preestablecido en 60 dB como máximo para su reproducción o estimulación en laboratorio clínico. Respecto de la vertiente técnica, donde el elemento inicial de estudio viene referido a la tipología de ruidos propios de una Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del Hospital Clínico San Carlos de Madrid (UCIN del HCSC, en adelante), donde se registran, graban y analizan cada uno de éstos para su estudio, así como se define el diseño de prototipo de recinto simulador de incubadora denominado “prototipo para roedores”, para la realización de las mediciones acreditadas y pruebas clínicas conforme a una prospección de entorno real materializada en laboratorio clínico donde se lleva a cabo esta propuesta experimental. Se procede a la primera toma de medidas válida para el estudio y se acota la relación de aparatos registrados y analizados susceptibles de producir ruido en la UCIN de HCSC a fecha 15/11/2016 con certificación colegiada quedando clasificada como muestra la Tabla 3. De los 37 aparatos disponibles, se tomó registro a 28 de éstos (marcados en verde).

Tabla 3 – Aparatos susceptibles de producir ruido en la UCIN del HCSC (2016)

MATERIAL COMPLETO susceptible de producir ruido en UCIN de HCSC (15/11/2016):

Nº	EQUIPO - VARIABLES	GRABADO	CTR	TR	TM	PS	I	F	NPS	DE
1.	Sensor Medics 3100 A VIASYS ***	N								
2.	Oxido Nítrico INOmax Dsir	S								
3.	Respirador Babylog 8000 Draequer	S								
4.	Sipap Infant Flow Carefusion	S								
5.	Sipap Arabella Hamilton Medical	S								
6.	Cpap Infant Flow System Eme	S								
7.	Sistema de flujo Fisher and Paykel	S								
8.	Cámara humidificadora Fisher and Paykel Healthcare	S								
9.	Invos Oximeter Somanetics	S								
10.	Monitor Función Cerebral Olympic 6000 (CFM 6000***)	N								
11.	Monitor Electrocardiografía Draeger Infinity kappa***	N								
12.	Pulsioxímetro Nellcor Covidien	S								
13.	Pulsioxímetro Máximo Radical 7	S								
14.	Tensiómetro Philips Sure Sing VS3	S								
15.	Mezclador Biomed Devices	S								
16.	Fototerapia fría Bilisof***	N								
17.	Fototerapia caliente Ardo Amelux***	N								
18.	Hipotermia Inspiration Healthcare Tecotherm Neo	S								
19.	Incubadora Draequer Caleo (dentro - fuera)	S								
20.	Incubadora América medix mod.sm401 (no grabado-bebé)	N								
21.	Incubadora de transporte Giraffe (no grabado-bebé)	N								
22.	Respirador de Transporte Biomed Crossvent 2+	S								
23.	Bomba de perfusión sistema jeringa Alaris Guardalis Plus	S								
24.	Bomba de perfusión Alaris vs Plus Guardalis	S								
25.	Bomba de alimentación Enteral Alaris Enteral	S								
26.	Sacaleches Spectra	S								
27.	Sacaleches Mamivac Sensitive cth	S								
28.	Calientabiberones Barkey	S								
29.	Gasómetro Gem Premier 4000	S								
30.	Ordenador monitor Lenovo torre y teclado hp	S								
31.	Ordenador HP Compaq lp 1905 torre del teclado Nec	S								
32.	Ordenador HP 1740***	N								
33.	Conductos Aire Acondicionado (en sala***)	S								
34.	Ecocardiógrafo Mindray	S								
35.	Cuna térmica Draeger Babytherm 8004 (no grabado-bebé)	N								
36.	Sacaleches Medela	S								
37.	Conductos Aire Acondicionado (en pasillo-cuarto***)	S								

LEYENDA: (N = NO / S = SI)

CTR – Comportamiento Temporal del Ruido (qué parámetro utilizar para su cuantificación)

TR – Tipo de Ruido (estable, fluctuante, impulsivo...)

TM – Tiempo de Medición (en segundos)

PS – Potencia Sonora (energía acústica de la fuente emisora de ruido)

I – Intensidad (en dB)

F – Frecuencia (en Hz)

NPS – Nivel de Presión Sonora (cuantificación de esta energía en un punto del medio)

DE – Dosis de Exposición (alto, medio, bajo – a la que se ve sometido el neonato)

(*** – Muy ruidoso) / (*** – ruido despreciable al oído)

Todo ello, acompañado de los certificados de calibración y verificación de los aparatos utilizados (Sonómetro Tipo 1 CESVA SC310 y Calibrador Acústico RION NC74) en las fechas de 27/07/2018 y 28/07/2018 respectivamente, a través del laboratorio profesional LACAINAC [15].

Los criterios de selección de estos focos sonoros fueron tres: 1. Registrar el mayor número de ruidos posibles. 2. Ordenar y clasificar dichos ruidos. 3. Elegir una relación reducida de los ruidos más representativos. Finalmente, los focos sonoros se seleccionaron atendiendo de forma directamente proporcional a los funcionamientos atencionales (regularidad en su utilización, tiempos de exposición, etc.) y se estimó una selección de los seis ruidos más significativos por su relevancia para su tratamiento posterior en estudio profesional de sonido, antes de utilizarlos ya tratados en laboratorio clínico.

Estos seis aparatos/ruidos, en una segunda campaña de medición acreditada a fecha de 02/10/18, figuran en la Tabla 4 por ser considerarlos los más relevantes para este estudio y la propuesta experimental con ratas Wistar neonatas planteada, sobre todo, por la elevada significación que podía extraerse de su uso y utilización permanentes con los neonatos pretérmino en el día a día de la UCIN de HCSC de Madrid.

Tabla 4 – Aparatos/ruidos seleccionados para la propuesta experimental MUCANE de Sánchez Cid, M. (2018)

DÍA		02/10/2018							
		TEMP	HUM	SPL 1 dBA	DENTRO REC OMNI FAM		FUERA REC CAR FAM		
0A	SALA PRINC			58,8 a 63,1	-20,1 SON 003				
0B	SALA ANEXA	24,6	22,8 ³	57,7 a 61					
1	INCUBADOR	26,5	22	58*	-18,9	SON 002			
2	RESPIRAD			59	-20	SON 006	-28,9	SON 004	
3	SACALECH			58,2			-35,7	SON 008	
4	ARABELLA			59,7	-20,8	SON 015	-32,9	SON 011	
5	HIPOTER			59,2	-21,1	SON 017	-31,3	SON 016	
4	ALTO FLUJO			59,9	-20,7	SON 019	-29,4	SON 018	
La incubadora CALEO		marca	menos de	47 dBA	en su pdf.				
ND9 CALIBRATOR		94 y 114 dB a 1000 Hz		IEC942 CLASS I					
SONÓMETRO SL-5868P		IEC 651 TYPE 2		ANSI 1.4 TYPE 2					

GRABADO CON ZOOM H4 n A 44.1 y 16

* Al existir sonido en el entorno, este han podido influir en la medida.

De todo ello, la comunidad científica posee evidencias sustantivas sobre la incidencia que estos ruidos suponen y las complicaciones que se derivan con los neonatos pretérmino que las sufren, al margen, de que éstas, han aumentado en la actualidad en muchos países, refleja unos logros ciertamente limitados en la prevención de situaciones de alto riesgo [16], en comparación con los avances médicos que han reducido la mortalidad de los nacimientos prematuros en estas dos últimas décadas. Sin embargo, cabe señalar que la Ley 16/2003, de 28 de mayo, de Cohesión y Calidad del Sistema Nacional de Salud de nuestro país, estableció la necesidad de elaborar garantías de seguridad y calidad que deben exigirse para la regulación y autorización por parte de las comunidades autónomas de la apertura y puesta en funcionamiento en su respectivo ámbito territorial de los centros, servicios y establecimientos sanitarios. Por ello, desde este estudio se pretenden aportar algunos aspectos esenciales que pueden servir de referencia, especialmente ligados al entorno sonoro, pues de los requisitos contemplados en el R.D. 1277/2003, de 10 de octubre, que desarrolla la mencionada Ley 16/2003, que establece las bases generales sobre la autorización de centros, servicios y establecimientos sanitarios, de forma explícita se definen y relacionan las condiciones específicas que se han de garantizar para asegurar la calidad y seguridad de la que deben ser objeto estos entornos sanitarios y/o asistenciales.

Del mismo modo, la base principal para este modelo sonoro y/o musical en cuanto a las estimulaciones con ruido (R) desde el criterio fundamental denominado: escucha fácil o “easy listening”, se vuelve a aplicar con sencillez en su reproducción toda la tipología de focos sonoros encontrada, pero siempre, con el límite ético de presión sonora preestablecido en 60 dB como máximo para su estimulación en laboratorio, igual que ocurría, con las reproducciones o estimulaciones de su contrapartida antagónica. Cabe anticipar también otro aspecto sobresaliente desde el punto de vista de la física del sonido, pues los focos sonoros representativos del estudio poseen la particularidad de que producen ruidos de bajas frecuencias situados en valores ≤ 1000 Hz [17] siendo registrados y grabados directamente en entorno real. En consecuencia, estos focos de ruido se presuponen estímulos aversivos muy activadores, cuya carga emocional negativa quedará reflejada a nivel funcional en los resultados obtenidos.

Respecto de la vertiente médica, el elemento inicial de estudio viene representado por la localización cortical de los estímulos sonoros y/o musicales recibidos, y el efecto que a éstos se le presuponen, respectivamente, dentro del organismo del animal. En sentido general, el recorrido de la onda sonora tiene un itinerario mecánico desde el pabellón auricular hasta llegar al nervio auditivo del oído interno. En su vertiente fisiológica, la música, como cualquier estímulo acústico, es detectada a nivel coclear y posteriormente la información es conducida a través de la vía auditiva ascendente hacia la corteza auditiva. La vía auditiva aferente involucra a los núcleos cocleares, complejo olivar superior, lemnisco lateral, colículo inferior y núcleo geniculado medial del tálamo [18]. Desde el tálamo auditivo existen conexiones directas a la amígdala cerebral que están implicadas en respuestas relacionadas a la emoción que produce un estímulo auditivo [19]. Por tanto, la corteza auditiva humana se localiza en el giro temporal superior en relación a la fisura lateral. Desde un punto de vista histológico, la corteza auditiva primaria (Área 41) se ubica en la región medial del giro de Heschl, justo en la porción anterolateral del mismo plano, mientras que la corteza auditiva secundaria (Área 42) se encuentra lateral al área 41. Posterior al giro de Heschl se encuentra el Planum Temporale, que se describe como la corteza auditiva de asociación (Área 22), que basa su participación en el procesamiento de estímulos tanto auditivos como de otras modalidades [20]. Todo ello, cuando el sistema auditivo se ve desarrollado de forma completa y no posee ninguna patología auditiva, como entendemos ocurre con el diseño experimental propuesto. Véase Figuras 2.

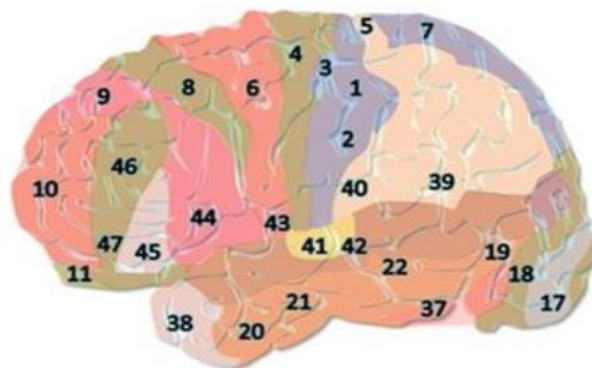
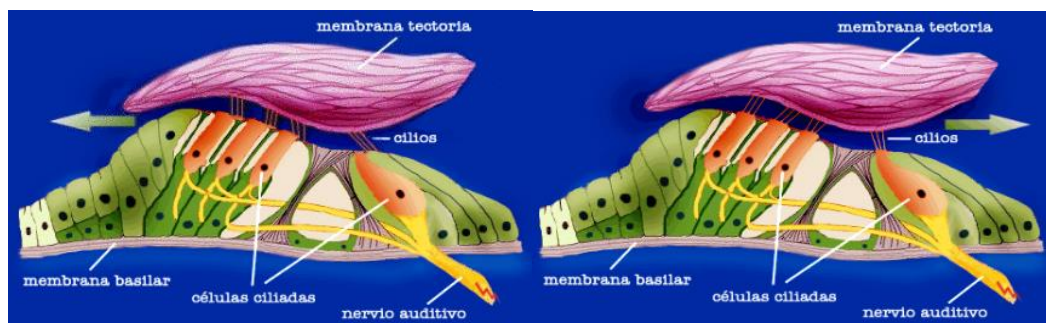


Figura 2 – Localización cortical de la Música (áreas 22, 41, 42) extraído de la web neurovida.com (2024)

En este sentido, la Corteza Auditiva (área 41 y 42) que se localiza en los giros transversales (o de Heschl) de la corteza temporal. En esta área cerebral termina la radiación auditiva proveniente del núcleo geniculado medial del tálamo (la que está tópicamente organizada), de tal forma que los tonos graves están representados lateralmente en la corteza mientras que los tonos agudos, están representados en la zona de entrada medial. De entre todas las áreas primarias sensoriales, la función de esta área es detectar los cambios de frecuencia y de localización de la fuente sonora para que luego la información se dirija al área auditiva secundaria. Así, la estimulación en esta área produce sensaciones auditivas burdas, como susurros, zumbidos o golpeteos y las lesiones en esta zona pueden producir dificultad de la ubicación del sonido en el espacio y pérdida de la audición.

De la misma manera, el Área Auditiva Secundaria o Área Psicoauditiva (área 22 y 42) se relaciona con la comprensión del lenguaje oral (vocalizaciones en caso de la rata Wistar). En esta área se sigue procesando la información auditiva proveniente de la corteza auditiva primaria, para después pasar a un área asociativa superior (área 22) que es la fundamental para interpretar los sonidos asociados a la comprensión del lenguaje hablado en el ser humano [21, p.156].

El itinerario mecánico de la onda sonora cambia cuando se dan ciertos mecanismos en el oído interno. La percusión del estribo sobre la ventana oval de la cóclea provoca una sucesión de presiones intermitentes en el líquido (perilinfia) que llena la rampa vestibular. Estas ondas de presión hacen oscilar [21, p.158] hacia arriba y hacia abajo la fina membrana basilar sobre la que descansa el órgano de Corti, por lo cual éste oscila al compás de este movimiento acompasado. De esta manera, debido a que están los extremos de los filamentos de sus células ciliadas fijados a la membrana tectoria, estos cilios realizan un movimiento de cizalla de un lado a otro. Véase Figura 3 donde puede visualizarse ese proceso auditivo.



Cilios con movimiento hacia la izquierda

Cilios con movimiento hacia la derecha

Figura 3 – Movimiento de cizalla de los cilios extraído de la web: xteccat.com (2024)

En consecuencia, la endolinfa que baña los cilios posee una diferencia de potencial eléctrico en relación a la perilinfia de los canales vecinos, por lo tanto, la cóclea actúa como un acumulador. A esa circunstancia hay que añadir que entre la superficie y el interior de cada célula ciliada existe una diferencia de potencial eléctrico. Todo este conjunto, más el movimiento de cizalla de los cilios, provoca que las células ciliadas se exciten generando impulsos eléctricos que circulan por sus axones. Los diferentes axones se unen para formar el nervio auditivo que transporta estos impulsos al cerebro.

Por tanto, de la misma forma que un micrófono transduce las diferencias de presión de aire generadas por la voz de quien habla en impulsos eléctricos, la cóclea transduce también el movimiento de las células ciliadas en impulsos eléctricos. Las oscilaciones de la membrana basilar se propagan a lo largo de toda la cóclea (de la misma manera que si se sacude una cuerda por un extremo ésta serpentea hasta el otro), sin embargo, si el sonido es agudo la ondulación producida es más marcada en la base (entrada) de la cóclea, mientras que cuanto más grave sea, la ondulación se desplazará de forma más marcada hacia la parte interior.

En conclusión, cada frecuencia hace oscilar de forma máxima la membrana basilar en un punto determinado del caracol y solamente se estimulan las células ciliadas de aquella región, las que están “especializadas” en aquella frecuencia. Todo ello se refiere a un tono puro lógicamente, pero cada palabra y cada sonido del mundo real está formado por multitud de frecuencias. Por ello, el habla o cualquier sonido complejo provocan que se estimulen simultáneamente diversas regiones de la cóclea. Este es uno de los elementos clave para incidir en la neuroestimulación tonotópica derivada de la ubicación de frecuencias que de forma natural [21, p.162] se produce a la entrada de la cóclea. Dicha base conceptual es el referente principal donde descansa la propuesta musical MUCANE aquí presentada. Véase Figura 4.

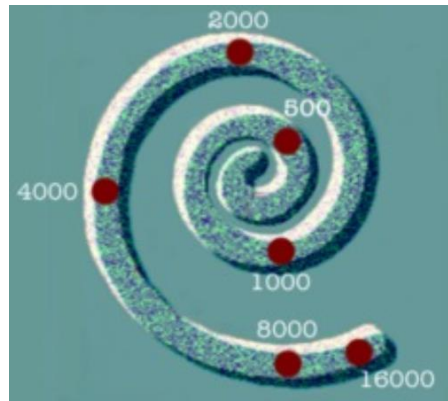


Figura 4 – Ubicación de las frecuencias en la cóclea extraído de la web: imagui.com (2024)

Finalmente, el nervio auditivo, formado por una multitud de axones, transporta el impulso eléctrico codificado al cerebro, haciendo algunas sinapsis hasta los centros auditivos subcorticales. En esta penúltima estación ya es posible discriminar las intensidades o presiones sonoras y las frecuencias de los sonidos, pero todavía no se puede percibir una estructura rítmico-melódica o entender qué palabra se ha dicho. Para ello, es necesario que los impulsos lleguen a su destino final [21, p.164], las áreas auditivas corticales. Una vez allí, se realiza una descodificación, que permite la percepción auditiva propiamente dicha.

2.2 Las ratas neonatas Wistar: el mejor recurso

La rata neonata Wistar se convierte en un recurso inigualable para poder destinarlo a la propuesta experimental planteada de este modelo, pues en la mayoría de los laboratorios que realizan fenotipos conductuales con ratas, y a pesar de la cantidad de variabilidad que persiste en el comportamiento de estos animales, en la FIB del HCSC se dan unas condiciones de cría y vivienda altamente estandarizadas para poder utilizar a este animal como recurso. De esta manera, pueden desde sus instalaciones, involucrar patrones de comportamiento individuales específicos consistentes en el tiempo generándose unas condiciones ambientales estables en su entorno.

Desde un punto de vista biológico más específico, la epigénesis (del griego epi: sobre - génesis: generación, origen, creación) predice que los órganos del embrión son formados por medio de inducción por parte del ambiente, es decir, que las características de los seres vivos no se encuentran preestablecidas, sino que adquieren su disposición a medida que avanza el desarrollo. Este es un concepto muy interesante de cara a las estimulaciones sensoriales de este modelo experimental.

Por otro lado, tenemos como recurso el binomio música-ruido y sus efectos sobre la fisiología y comportamiento animal. No solo su presión sonora, frecuencia, duración, etc. influye, también existen otros aspectos como la capacidad auditiva de la especie y cepa del animal, la edad y estado fisiológico en el momento de la exposición, entre otros factores relevantes. Por tanto, los sonidos con significado a niveles de intensidad o presión sonora relativamente bajos pueden tener un efecto considerable en la fisiología y comportamiento del animal al comprometer su sistema límbico y los centros superiores implicados en la determinación del contexto y significado [22].

Teniendo como recurso a estos animales con un espectro de sonidos audible más amplio que el humano, con una sensibilidad auditiva que se localiza cerca de los 40 Hz [23] y con capacidad hasta los 80.000 Hz, donde, las ratas Wistar concretamente, poseen un límite auditivo más alto, en torno a los 50.000 Hz. La literatura científica informa en diferentes estudios que existe liberación elevada de dopamina al ser estimuladas musicalmente convirtiéndose en un mecanismo neuroquímico que puede explicar los sentimientos de recompensa que aporta la música [24]. Lo cierto es que estimula ciertas estructuras como la amígdala, el córtex, el hipocampo y el hipotálamo, de manera que los canales de atención del cerebro se ven afectados por estímulos auditivos significativos, y muy específicamente, en los momentos críticos de la formación de la audición fetal [25].

Cabe señalar también que la vocalización ultrasónica que provoca el cuidado materno comienza después del nacimiento y aumenta en intensidad hasta 8º día. Sus oídos se abren sobre el día 3 y la capacidad de ser condicionados a las señales auditivas está presente sobre el día 4 o 5 postnatales. Todas estas circunstancias resultan favorables para que las estimulaciones sonoras y/o musicales recibidas tengan su efecto entre los días establecidos de n1 (día 1 postnatal) a n5 (día 1 postnatal) del modelo experimental planteado.

2.3 El prototipo de roedores para el modelo sonoro y/o musical propuesto

El conjunto de reproducibilidad sonora final se realiza con sonómetro tipo 1 modelo SOLO, con micrófono MCE-212, preamplificador PRE-21S y su correspondiente software de acústica para la adquisición y post procesamiento de datos dBTRAIT32 de la firma 01dB, materializando técnicamente las mediciones obtenidas a partir de los diferentes registros de audio de los ruidos existentes y referidos al interior de las incubadoras neonatales, así como de las composiciones musicales creadas y de los registros de ruido apuntados en dichas incubadoras mezclados con las composiciones musicales apuntadas. Véase Figura 5 donde se aprecia el sistema de captación y verificación utilizado en la confirmación de las medidas preestablecidas para validar el sistema de reproducción de audio empleado, dando lugar a la estimación del conjunto de reproducibilidad sonora ofrecido con límite ético de 60 dB.



Figura 5 – Sistema de reproducibilidad sonora fina de García-Calderón Montejo, E. (2019)

3 Resultados

En cuanto a las pruebas neuroconductuales, se muestra la comparativa de estas pruebas sobre el test OF y test SF:

En primer lugar, reflejar una limitación importante de entrada en el experimento. Aquí la comparativa ofrecida, se realiza con una (Camada 1b) de crías de un grupo de control anterior donde los animales son absolutamente normales y no han sido separados de la madre en ningún momento ni estimulados con las 2 horas con silencio que estaban prescritas, es decir, no se ha producido, como hubiera sido lo indicado, haber contado con una (camada 1a) donde las crías si hubieran sido separadas de sus madres para ser expuestas a 2 horas de estimulación de silencio como estaba previsto.

Con la camada “GC” se valora test OF con variable: “entradas al centro”. De esta manera, la estadística se valora siempre con una ANOVA de comparación múltiple mediante test de Bonferroni [26] - comentado con anterioridad, donde (*) supone una significación de $p < 0.05$ al comparar con el GC-. Los animales expuestos a R y M tienen menos entradas en el campo abierto, indicando que la manipulación y la separación de la madre durante la prueba ha sido suficiente para generar un aumento de ansiedad generalizado en las dos camadas al llegar a adultos. Si que es cierto que la camada expuesta a M muestra una tendencia a una menor ansiedad (traducida en mejor respuesta en el medio) que los sujetos de la camada expuesta a R. Sin embargo, la diferencia no es estadísticamente significativa.

Se pone de manifiesto el problema de la falta de tiempo que ha habido, al no contar con una camada 1a que tuviera a sus crías con 2 horas al día de separación de la madre en la jaula de estimulación con S. Por tanto, la camada estimulada con M los sujetos ofrecen una tendencia a una menor ansiedad que los expuestos a R en esta prueba, pero el resultado no tiene significación estadística, posiblemente por no haber desarrollado el experimento de la forma prevista e indicada que hubiera sido utilizar protocolo exacto con la camada 1a. Véase Figura 6.

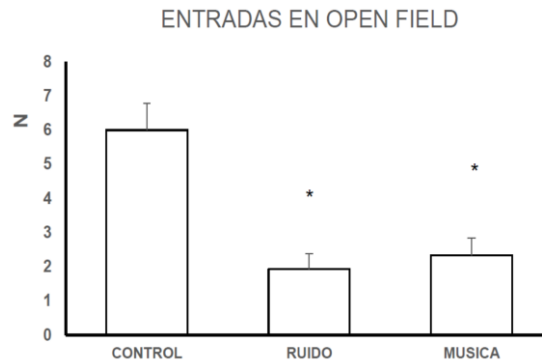


Figura 6 – Comparativa de entradas al centro en OF del Laboratorio nº 5 de la FIB del HCSC (2020)

Con la camada “GC” se valora test de NF: agua - variables: trepar / nadar / flotar. Los animales expuestos a R están más tiempo nadando, pero menos tiempo trepando o en situación de climbing (alpinismo). Este último indicador, es más específicamente un test de huida, que apunta, tras su análisis y valoración, que los animales estimulados con R reflejan menos repuesta de huida (lucha) al estar deprimidos. En conclusión, se puede sugerir que el mayor tiempo de natación puede ser más producto de hiperactividad, pero que la reducción del tiempo trepando sugiere un evidente componente depresivo que claramente es menor en la camada estimulada con M. Es decir, los estimulados con R trepan menos que con M, lo que sugiere que los animales estimulados con R están más deprimidos, ya que estimular con R ofrece peor respuesta del animal al medio. Véase Figura 7.

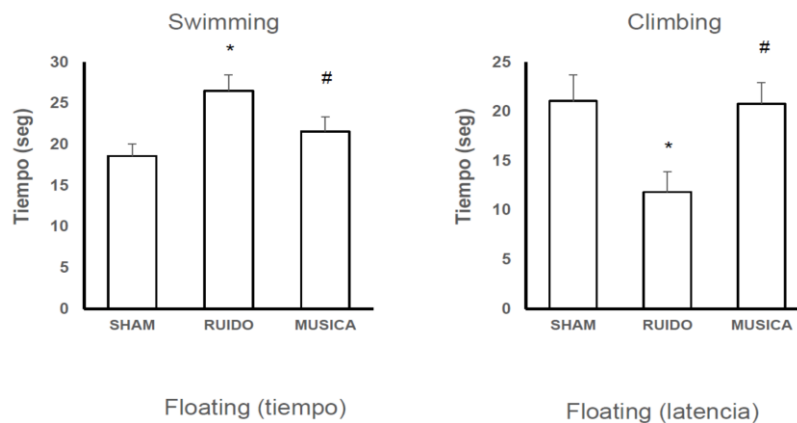


Figura 7 – Comparativa del Swimming y Climbing en NF del Laboratorio nº 5 de la FIB del HCSC (2020)

Con los animales expuestos a M no presentan la conducta de desesperanza que sugiere la reducción de tiempo trepando o en la situación de climbing (alpinismo), lo que evidencia un efecto positivo directo de la exposición con M, y más aún, cuando confirmamos esta circunstancia con los datos de latencia. Es decir, el tiempo que tardan en dejar de moverse o quedarse flotando inertes. Este tiempo es menor en los animales estimulados con R (para algunos autores de la literatura científica de referencia, este indicador es más predictivo de conducta depresiva que el hecho en sí de un mayor tiempo en el que puedan estar flotando), por tanto, la estimulación con M normaliza esta respuesta.

En consecuencia, los animales estimulados con M trepan más, y junto a los hechos de latencia, es decir, que tardan más tiempo en llegar a la situación de abandono (flotar), evidencian menos ansiedad y componente depresivo que los sujetos estimulados con R. En consecuencia, la estimulación con M ofrece mejor respuesta del animal al medio. Véase Figura 8.

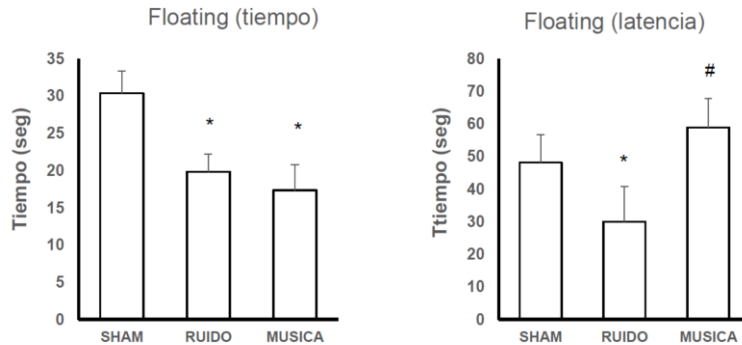


Figura 8 – Comparativa en situación de floating en NF del Laboratorio nº 5 de la FIB del HCSC (2020)

En cuanto a las pruebas histológicas, las dos zonas cerebrales (corteza prefrontal y corteza pario temporal) estudiadas tanto en hemisferio izquierdo como en derecho de cada sujeto de cada grupo de experimentación con la variable de la densidad neuronal (muerte celular) no hay diferencias en la densidad neuronal entre los diferentes grupos, lo que indica que las diferencias antes comentadas en las pruebas neuroconductuales se deberían más a alteraciones funcionales (de circuitos de neurotransmisores) que a un daño físico sobre el tejido cerebral.

En conclusión, no hay diferencias en la densidad neuronal entre los diferentes grupos. Es decir, no hay más daño cerebral por el hecho de estimular de diferente forma. Véase Figura 9. Sin embargo, ello no significa que no haya habido alteraciones funcionales importantes, que es lo que si evidencia la experimentación realizada.

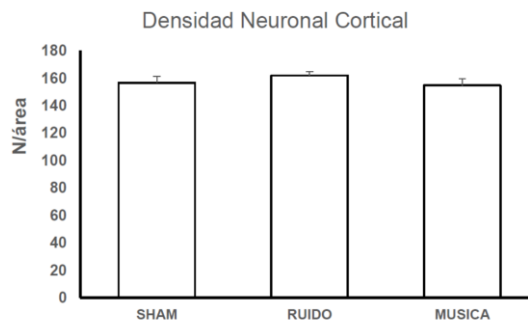


Figura 9 – Comparativa de la densidad neuronal entre camadas del Laboratorio nº 5 de la FIB del HCSC (2020)

4 Conclusiones

La primera conclusión y la más evidente, es que el efecto de la separación de la madre y las 2 horas de estimulación con silencio no ha podido verificarse lo que supone claramente una limitación importante del estudio, que podrá valorarse como elemento de discusión. Sin embargo, los animales expuestos a M normalizan estas respuestas, haciendo que se comporten con respuestas análogas a los sujetos del GC (recordemos, camada con sujetos que no han sido separados de la madre), es decir, invierten significativamente más tiempo trepando. Esto resulta de suma relevancia porque en la prueba de OF (campo abierto), y también en el computo temporal de flotación inerte o en situación de floating (flotar),

tanto los sujetos de las camadas estimuladas con R como los estimulados con M, se comportan igual. Sin embargo, esta circunstancia evidencia o sugiere, que su separación materna y ese período de estrés que supone esta circunstancia, tienen efectos a largo plazo en el animal respecto a su comportamiento en el medio. En definitiva, el hecho de separar a los sujetos de la madre, independientemente de la estimulación recibida, evidencia efectos significativos a largo plazo sobre la ansiedad y cierto componente depresivo [27]. En consecuencia, separar a los sujetos de la madre les perjudica en su etapa adulta. Aquí no se aporta gráfica estadística, sin embargo, se trata de un hecho suficientemente contrastado en la literatura científica.

Pese a todo lo expuesto anteriormente, los animales expuestos a M no presentan la conducta de desesperanza que sugiere la reducción de tiempo trepando o en la situación de climbing (alpinismo), lo que evidencia un efecto positivo directo de la exposición con M, y más aún cuando confirmamos esta circunstancia con los datos de latencia, donde el tiempo invertido es menor en los animales estimulados con R y, por tanto, la estimulación con M normaliza esta respuesta. Por ello, una tercera conclusión es que los animales estimulados con M trepan más, y junto a los hechos de latencia, evidencian menos ansiedad y componente depresivo que los sujetos estimulados con R. En consecuencia, la estimulación con M ofrece mejor respuesta del animal al medio.

En resumen, y extrapolando estos datos en la dirección de aplicar este modelo de diseño experimental con los neonatos pretérmino (ya no de forma prospectiva, sino como evidencias científicas derivadas de la experimentación realizada), las pruebas neuroconductuales realizadas en laboratorio clínico arrojan evidencias significativas sobre el hecho de que la separación de la madre y su consecuente exposición al estrés, que es lo que tendrían todos los niños prematuros por el mero hecho de estar ingresados en una máquina incubadora, tiene efectos perjudiciales a largo plazo, aumentando la ansiedad y las respuestas depresivas en referencia a sus etapas posteriores, entre otras variable de referencia [28]. Una conclusión final reside en el hecho de estimular a los neonatos pretérmino con M, pues se indican evidencias de efectos beneficiosos a largo plazo para combatir el aumento de la ansiedad y respuestas depresivas, entre otras variables de mejora [29], [30]. En definitiva, estimular a los niños prematuros con Música ayuda sustancialmente su neurodesarrollo a nivel funcional y produce muchos beneficios en su etapa posterior.

Referencias

- [1] Altenmüller, E. & Gruhn, W. (1998). La investigación de la función cerebral y la educación musical. *Eufonía. Didáctica de la Música, 10: La investigación en música*, 51-76. Graó. Barcelona.
- [2] Conferencia de Palermo (1994). Conclusiones. *La enseñanza musical en las escuelas públicas*. Palermo.
- [3] Consejo Europeo de la Música (1994). Formación musical para todos. *El derecho democrático a la formación incluye el derecho a la experiencia artística*. Bratislava.
- [4] López García, N. & De Moya Martínez, M. (2017). Documentos clave de la Unión Europea sobre Educación Musical en las enseñanzas obligatorias. *Revista Electrónica Complutense De Investigación En Educación Musical RECIEM, 14, 171-186*. Recuperado de <https://doi.org/10.5209/RECIEM.52409> [Confirmado el 27, 06, 2024].
- [5] Bruscia, K.E. (1997). Definiendo Musicoterapia. *Amaru. P.*, 29. Salamanca.
- [6] Poch, S. (1981). Musicoterapia. *Boletín de la Sociedad Española de Pedagogía Musical. n° 2*, 29. Madrid.
- [7] Grout, D. & Palisca, C.V. (2001). Historia de la música occidental: la música europea desde la década de 1870 hasta la Primera Guerra Mundial. *Alianza Música. 3a Edición, 845-94*, Madrid.
- [8] Del Olmo, M^a J. (2009). Musicoterapia con bebés de 0 a 6 meses en cuidados intensivos pediátricos. (Tesis Doctoral). *Facultad de Ciencias de Medicina. UAM, 93-94*. Madrid.

- [9] Peretz, I. & Coltheart, M. (2003). Modularity of music processing. *Nature Neuroscience*, 6 (7): 688-91. Université de Montréal.
- [10] Lordier, L., Meskaldji, D.E., Grouiller, F., Pittet, M.P., Vollenweider, A., Vasung, L., Borradori-Tolsa, C., Lazeyras, F., Grandjean, D., Van De Ville, D. & Hüsli, P.S. (2019). Music in premature infants enhances high-level cognitive brain networks. *Proc Natl Acad Sci U S A* 116(24):12103-12108. DOI: 10.1073/pnas.
- [11] Castelhana-Carlos, M. J. & Baumans, V. (2009). El impacto de la luz, ruido, limpieza de las cubetas y transporte interno sobre el bienestar y estrés de las ratas de laboratorio (revisión de la traducción del original al español). Instituto de Investigación de Ciencias de la Vida y de la Salud (ICVS), *Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Minho, Campus de Gualtar, 4710-057. Braga, Portugal*; y *Departamento de Animales, Ciencia. y Sociedad, División de Laboratorio de Ciencia Animal, Universidad de Utrecht, Países Bajos. Animales de laboratorio*; 43: 311– 327. DOI: 10.1258/la.2009.0080098.
- [12] Bravo, V. M. & Lucero, O. (2009). Análisis de la “Sonata para dos pianos K 448” y “El Efecto Mozart” que produce en los seres humanos (Tesis doctoral). *Instituto Politécnico Nacional. Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Unidad Profesional “Adolfo López Mateos”, 2-63. México D.F.*
- [13] Tomatis, A. (1991). Pourquoi Mozart?, 35-45. Fixot. París.
- [14] Online Radio Box, Web (2024). Easy Listening “fácil escucha - audición fácil”. Melodías sencillas, pegadizas y relajantes. Recuperado de la web https://onlineradiobox.com/es/genre/easy_listening/ [Confirmado el 22,06,2024].
- [15] LACAINAC (Laboratorio de Calibración de Instrumentos Acústicos) de la Universidad Politécnica de Madrid. Campus sur UPM. ETSI Topografía. Ctra. Valencia, km 7. 28031 – Madrid.Tel.: (+34) 91 336 4697 / (+34) 91 331 1968 Ext. 30. Ingeniero inspector: Francisco Garreta Gutiérrez-Solana. Web: www.lacainac.es – lacainac@i2a2.upm.es.
- [16] Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Informes, estudios e investigación (2014). Unidades de Neonatología: estándares y recomendaciones de calidad. Centro de publicaciones Paseo del Prado, 18. NIPO: 680-14-147-2, 30. Madrid.
- [17] Xun Yu, L., et al. (2011). A neonatal incubator with sound cancelling features to minimise injury to the newborn. Patent number US20140003614A1. *US Patent Office. Extraído del Servicio de Patentes IFI CLAIMS*. Recuperado de <https://www.ificlaims.com/>. [Confirmado el 01,07,2024].
- [18] Déllano, P.H. (2012). Sistema auditivo central. Atlas de cirugía otológica y otología mágica. Volumen 1. Hermanos Jaypee, 77-84. Ed. M.V. Goycoolea.
- [19] Le Doux, J.E., Sakaguchi, A. & Reis, D. (1984). The efferent subcortical projections of the medial geniculate nucleus through conditioned emotional responses to acoustic stimuli. *Journal Neurosci*, 4. 683-98. New York, United States.
- [20] Griffiths, T.D., Buchel, C., Frackowiak, R. & Patterson, R.D. (1984). Análisis de estructura temporal del cerebro humano a través del sonido. *NAT Neurosci*, 1: 422-7. New York, EEUU.
- [21] Alcaraz Romero, V.M. (2000). Estructura y función del sistema nervioso: recepción sensorial y estados del organismo. Ed. Guadalajara. *Universidad de Guadalajara, Instituto de Neurociencias*. 156-164. México.
- [22] Turner, J.G., Parrish, J.L., Hughes, L.F., Toth, L.A. & Caspary, D.M. (2005). Hearing in laboratory animals: non-auditory differences in rats of different strains Effects of noise. *CompMed*; 55: 12–23. PMID: 15766204.
- [23] Gourevitch, G. & Hack, M. (1966). Rat Audibility. PMID: 5969608. *Med Line*, 62 (2): 289. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5969608> [Confirmado el 27,06,2024].

- [24] Levitin, D.J. (2005). The rewards of listening to music: physiological response and connectivity of the meso-limbic system. *Neuroimaging*. 28 (1): 175-84.
- [25] Barrio Tarnawiecki C. (2005). Desarrollo de la percepción auditiva fetal: La estimulación prenatal, 11-15, *Pediátrica: Temas de revisión*. Vol.3, nº 2.
- [26] Estadisticaorquestainstrumento.wordpress.com. En la web digital: Test Bonferroni y su interpretación estadística. Recuperado de <https://estadisticaorquestainstrumento.wordpress.com/2013/01/28/-test-de-bonferroni/>. [Confirmado el 19,06,2024].
- [27] Ramos, A. (2008). Modelos animales de ansiedad: ¿necesito múltiples pruebas? *Tendencia en Ciencias Farmacológicas*,493-498. 29 (10).
- [28] Almadhoob, A. & Ohlsson, A. (2015). Manejo de la reducción del ruido en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales para recién nacidos prematuros o de muy bajo peso al nacer: una revisión sistémica. *Cochrane Database Syst. Rev. 1: CD010333*. DOI: 10.1002 / 14651858.CD010333.pub2. [Confirmado el 27,06,2024].
- [29] Pölkki, T. & Korhonen, A. (2012). The effectiveness of music on pain in preterm infants in the neonatal intensive care unit: a systematic review. *JBILibr Syst Rev. 10 (58): 4600-4609*. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25633155>. [Confirmado el 28,06,2024].
- [30] Standley, J. (2002). A meta-analysis of the effectiveness of music therapy for premature infants. *Revista de investigación pediátrica*, 107-113. 17 (2).