

TESIS DOCTORAL

**INFLUENCIA DE LA MÚSICA EN PROCESOS DE ENSEÑANZA –
APRENDIZAJE EN ESTUDIANTES DE MEDICINA.**



LUIS GABRIEL PIÑEROS RICARDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
DOCTORADO EN EDUCACIÓN: CURRÍCULO, PROFESORADO E
INSTITUCIONES EDUCATIVAS.

AUTOR: LUIS GABRIEL PIÑEROS RICARDO
DIRECTOR: DR. MANUEL FERNÁNDEZ CRUZ

Bogotá, Colombia, diciembre 2016

Editor: Universidad de Granada. Tesis Doctorales

Autor: Luis Gabriel Piñeros Ricardo

ISBN: 978-84-9163-288-7

URI: <http://hdl.handle.net/10481/47287>

CONTENIDO

Índice de Figuras	v
Índice de Tablas.....	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	vi
1 Resumen	6
Abstract.....	7
2 Palabras Clave	9
Keywords.....	9
3 Planteamiento del Problema	10
3.1 Identificación del Problema	10
3.2 Planteamiento del Problema	10
4 Pregunta de Investigación.....	11
5 Justificación.....	12
5.1 Impacto esperado en el área de conocimiento	14
5.2 Impacto esperado en la Sociedad	15
5.3 Contexto Institucional.....	15
5.4 Resultados de evaluación escrita en la asignatura de Inmunología, tercer corte, de tres períodos semestrales académicos recientes. Escuela de Medicina de la Fundación Universitaria Juan N. Corpas. ..	20
6 Hipótesis y Objetivos.....	21
6.1 Hipótesis.....	21
6.2 Objetivo General	21
6.3 Objetivos Específicos.....	21
7 Estado de la cuestión	23
7.1 LA INVESTIGACIÓN EN MÚSICA Y EDUCACIÓN	23
7.2 TEORÍAS DEL APRENDIZAJE. CORRELACIÓN CON EL TEMA DE MÚSICA Y NEUROCIENCIA PARA LA EDUCACIÓN.....	32
7.3 LOS INTERVALOS MUSICALES.....	60
7.3.1 TEORÍA MUSICAL.....	64
7.3.2 SOBRE ALGUNAS INVESTIGACIONES EN MÚSICA, MEMORIA Y APRENDIZAJE	66
8 Metodología.....	67
8.1 Conceptualización	67

8.2	Paradigma	68
8.3	Tipo de investigación	68
8.4	Proceso, Población y Muestreo.....	69
8.5	Procedimientos y Técnicas.....	71
8.6	Materiales y Métodos	85
8.6.1	Materiales. Primera Etapa.....	86
8.6.2	Métodos. Primera Etapa.	86
8.6.3	Materiales. Segunda Etapa.....	91
8.6.4	Métodos. Segunda Etapa.	91
9	RESULTADOS	113
9.1	Análisis Cuantitativo. Primera Etapa.....	113
9.2	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN CUALITATIVA.....	121
9.3	Análisis Cuantitativo.....	123
10	Conclusiones	133
11	REFERENCIAS	137
12	ANEXOS.....	142

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1: Estructura Curricular Programa de Medicina Fundación Universitaria Juan N. Corpas.	18
Ilustración 2: Plan de Estudios. Programa de Medicina Fundación Universitaria Juan N. Corpas.	19
Ilustración 3: Esquema general de la investigación	72
Ilustración 4: Área de experimentación. Laboratorio de Simulación. Fundación Universitaria Juan N. Corpas	73
Ilustración 5: Computadores y Equipos Power Lab. Laboratorio de Simulación. Fundación Universitaria Juan N. Corpas	74
Ilustración 6: Toma de casos. Ubicación de electrodos para monitoreo electroencefalográfico.	74
Ilustración 7: Toma de caso. Voluntario escuchando intervalos musicales mientras se registran sus ritmos cerebrales mediante electroencefalografía.	75
Ilustración 8: Gráfico de señales electroencefalográficas obtenidas en el estudio.	82
Ilustración 9: Gráfico de pastel para porcentaje de ritmo.	83
Ilustración 10: Gráfico de densidad espectral de potencia del EEG.	84
Ilustración 11: Diagrama de Caja.	85
Ilustración 12 Partitura canción “el paseo 1”	104
Ilustración 13 Partitura Canción “El paseo 2”	107
Ilustración 14: Página de entrada Software de Análisis de Ondas Electroencefalográficas	113
Ilustración 15: Ejemplo de una parte de la tabla de registro de resultados. Porcentaje de presentación de diferentes ondas cerebrales.	114
Ilustración 16: Ejemplo de una parte de la base de datos para comparación. (10 personas).	115
Ilustración 17: Estudiantes (sujetos de investigación) leyendo el consentimiento informado antes de la firma correspondiente.	116
Ilustración 18: Estudiantes en el momento previo a la escucha de intervalos musicales, con monitoreo electroencefalográfico (cableado).	116
Ilustración 19: Toma de muestras mediante la escucha de intervalos musicales. Observadores y monitores presentes.	117
Ilustración 20: Resultado comparativo de ondas cerebrales para cada intervalo musical en el Hemisferio Derecho, Lóbulo Frontal.	118
Ilustración 21: Resultado comparativo de ondas cerebrales para cada intervalo musical en el Hemisferio Izquierdo, Lóbulo Frontal.	119

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Comportamiento de las notas obtenidas por los estudiantes en la evaluación escrita. Asignatura Inmunología. Tercer corte. Tres períodos académicos recientes. Escuela de Medicina Fundación Universitaria Juan N. Corpas.	20
Tabla 2 Teorías del Desarrollo y Aprendizaje.....	36
Tabla 3: Estructura del formato de registro y clasificación de palabras verbalizadas por el sujeto, con algunos ejemplos.	70
Tabla 4: Procedimientos y Técnicas.....	71
Tabla 5: Resultados Análisis Cualitativo	121
Tabla 6 Resultado Cuantitativo Examen Grupo 1: Canciones Paseo 1 Y 2	124
Tabla 7 Resultado Cuantitativo Examen Grupo 2: Canción Instrumental	125
Tabla 8 Resultado Cuantitativo Examen Grupo 3: Sin Música	126
Tabla 9 Resultados en Evaluación de Inmunología, según tipo de intervención, Fundación Universitaria Juan N. Corpas, 2014	128
Tabla 10 Riesgo de aprobar Inmunología según tipo de intervención, estratificado por sexo, Escuela de Medicina Fundación Universitaria Juan N. Corpas, 2014.....	131
Tabla 11 Riesgo de aprobar Inmunología, al comparar intervenciones específicas y estratificar por sexo, Fundación Universitaria Juan N. Corpas. 2014.....	132

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Diagrama de Caja comparando resultados entre los intervalos Segunda Menor y Sexta Mayor para predominio de ondas Alfa y Beta.	120
Gráfico 2: Riesgo de aprobar Inmunología según intervención específica, comparada con el resto de intervenciones, Escuela de Medicina Fundación Universitaria Juan N. Corpas, 2014.	130
Gráfico 3 Riesgo de aprobar Inmunología, al comparar intervenciones específicas, Escuela de Medicina, Fundación Universitaria Juan N. Corpas. 2014.....	132

1 RESUMEN

En la presente investigación se evaluó el efecto que la escucha de diferentes intervalos musicales tiene en las ondas cerebrales de las personas y la mejora de su disposición y capacidad para el aprendizaje, medidas en términos de incremento del rendimiento académico.

Partimos de la hipótesis de que, definiendo cuáles intervalos musicales son susceptibles de generar cambios en las ondas cerebrales, podremos diseñar y experimentar una estrategia didáctica que a través de la música facilite el aprendizaje en temas de difícil estudio en los que la memorización juega un papel relevante. La bondad del tratamiento se valoró realizando una comparación entre el método tradicional de estudio de un tema complejo de la titulación en Medicina y el método pedagógico mediado por la música elaborado a propósito para el experimento.

La primera etapa de la investigación consistió en la búsqueda y determinación de los intervalos musicales que provocan los cambios cerebrales que facilitan el aprendizaje. Para ello, se emplearon instrumentos de medición de ondas cerebrales (electroencefalografía) denominados Power Labs, realizando una primera medición en la que se expuso a un grupo de 50 voluntarios adultos a diferentes intervalos musicales, digitalizando las señales análogas. Las señales fueron analizadas mediante un software especial, para conocer cuáles de ellas disponen mejor al sistema nervioso para el aprendizaje. Se encontró que los intervalos denominados segunda menor y tercera menor estimularon la presencia de ritmos alfa y beta en el cerebro, en especial en lóbulos anteriores derecho e izquierdo.

En un segundo momento, y con los datos anteriormente obtenidos, se emplearon dichos intervalos musicales para componer unas canciones, cuya letra se construyó con el contenido de un tema que tradicionalmente ha mostrado resultados bajos en evaluaciones previas, en este caso en el área de Inmunología. Del grupo total de estudiantes de Inmunología (316), se escogió, de manera aleatoria, un grupo al que se le suministró el material musical para ser estudiado y aprendido, dando a otro grupo el mismo tema, pero

con la metodología convencionalmente utilizada por el profesor en esta área, sin ninguna intervención mediada por música. Un tercer grupo de estudiantes utilizó una grabación instrumental sin letra basada en los mismos intervalos, con la cual acompañó las sesiones de estudio del material escrito. A los tres grupos se les aplicó una única prueba o examen escrito.

Finalmente, se analizaron y compararon los resultados obtenidos en las evaluaciones en uno y otro grupo, encontrando que sí hubo diferencias significativas en los resultados aprobatorios del grupo que estudió el tema con música y letra en comparación con el que no tuvo intervención musical. Lo anterior nos permite proponer un método didáctico que emplea la música para la educación, técnicamente desarrollado, que aplicado a diferentes áreas del conocimiento, en especial aquéllas de difícil aprendizaje, se puede constituir en una ayuda para Profesores y Estudiantes.

ABSTRACT

With this research we evaluated the effect that listening to different musical intervals has on the brain waves of people and the improvement of their willingness and ability to learn, measured in terms of increased academic achievements.

We hypothesized that defining which musical intervals are likely to generate changes in brain waves, we can design and experience a teaching strategy that through music facilitates learning of difficult topics, when memorization plays an important role. The benefits of this treatment will be assessed by performing a comparison between the traditional method of studying a complex subject of the degree in Medicine and the pedagogical method mediated by music developed on purpose for the experiment.

The first stage is the search and identification of musical intervals that cause brain changes that facilitate learning. For this purpose, we used brainwave measuring instruments (Power Labs) which are able to make electroencephalographic records. These recording devices allowed us to make a first measurement to a group of 50 adults exposed to different musical intervals, bringing these records to a computer, by digitizing analog signals. These

signals were analyzed using a specially designed software, to learn which of them can dispose the nervous system to better learning. We found out that minor second and minor third intervals produced more Beta and Alpha waves on frontal lobes. These waves prepare the brain to learn and memorize in a better way.

In a second stage, and with the previously obtained data, we outlined these musical intervals and composed several pieces of music, which lyrics were based on the content of a subject that has traditionally shown poor results in previous evaluations, in this case in the area of Immunology. From a group of 316 students, three groups were randomly chosen: one to which we provided the musical material to be studied and learned; a second one with students to which we provided the same topic, but with the conventionally didactic methodology used by the teacher in this area, with no music intervention; a third group received and used a musical instrumental composition with no lyrics – based in the same intervals-, hearing it while they were studying the written material about the same topic. A written test was made to all students.

Subsequently, the evaluation results for both groups were analyzed and compared. We found out that there were significant differences between the group that studied with music and lyrics, when comparing it to the group that did not receive any musical intervention, in terms of academic achievement. These results let us propose and structure a technically developed teaching method mediated by music, that uses music for education, which when applied to different areas of knowledge, especially those characterized by hard learning, will become an aid to teachers and students.

2 PALABRAS CLAVE

Estrategia didáctica, ondas cerebrales, medición electroencefalográfica, intervalos musicales.

KEYWORDS

Teaching strategy, brain waves, EEG measurement, musical intervals.

3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Tradicionalmente han existido temas o áreas que hacen parte de la formación en Medicina (y otras ciencias de la salud) que se caracterizan por su alta complejidad y por requerir de la memoria para su aprendizaje; por consiguiente, las evaluaciones de estudiantes que corresponden a dichos temas han arrojado resultados deficientes de manera reiterada. Entre esas áreas se encuentran la biología molecular, la inmunología y la inflamación, entre otras. Lo aquí descrito se repite año tras año, semestre tras semestre, a pesar de los ingentes esfuerzos de los profesores de esas áreas por innovar en estrategias didácticas. De hecho, temas de similares características y complejidad para el aprendizaje hacen parte de todas las áreas del saber.

3.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Diversos temas de difícil aprendizaje en todas las áreas del conocimiento, en especial en ciencias de la salud, y específicamente en Medicina, tienen en los resultados de evaluaciones de estudiantes de educación superior evidencias de malos desempeños, a pesar de diferentes estrategias didácticas implementadas por profesores y alumnos.

4 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo podrían los intervalos musicales, dentro de una estrategia didáctica mediada por música, favorecer procesos de enseñanza aprendizaje en estudiantes de Medicina de la Fundación Universitaria Juan N. Corpas?

5 JUSTIFICACIÓN

Para adquirir competencias cognitivas durante el estudio de algunas de las Ciencias Básicas y Clínicas pertenecientes al plan de estudios de la carrera de Medicina, es necesario aprender temas de gran complejidad, como los que son propios de la inmunidad, la inflamación, la coagulación o la transcripción celular (por mencionar sólo algunos ejemplos), los cuales se constituyen en retos altamente demandantes para profesores y estudiantes, dada la dificultad para su aprendizaje. De hecho, cuando un estudiante de Medicina pasa de ciclos básicos a ciclos más avanzados (clínicos, por ejemplo), se ha encontrado como queja de los docentes que los alumnos tienen falencias en temas complejos pero de gran importancia para su desarrollo como Médicos. Por lo anteriormente mencionado, se hace necesario seguir en la búsqueda de estrategias didácticas innovadoras que faciliten estos procesos de enseñanza- aprendizaje.

Según la teoría conexionista de Edward Thorndike, diversos estímulos generan conexiones neuronales que determinan respuestas posteriores. Estos estímulos pueden ser de diversa índole, revistiendo para nosotros especial interés los derivados de los sonidos musicales. Por su parte, Waisburd y Erdmenger (2007) estudiaron el poder de la música en el aprendizaje, ampliando el cuerpo de conocimiento sobre el tema. A su vez, los conocimientos que se derivaron de las investigaciones y planteamientos de Jean Piaget en la década de los 40, aportaron elementos sobre los procesos duales de razonamiento y desarrollo cognitivo, que para el autor de esta tesis se convierten en fuente de conocimiento para el desarrollo de sus hipótesis. Howard Gardner, psicólogo investigador de la Universidad de Harvard, altamente influenciado por el pensamiento de Piaget, con un punto de vista interdisciplinario y un enfoque cognitivo, propuso en 1983 su teoría de las Inteligencias Múltiples, considerando que la inteligencia no es una cantidad que se pueda medir únicamente con un número como el coeficiente intelectual, proponiendo como una de las siete inteligencias a la inteligencia musical (Morán, 2009).

Durante décadas se ha estudiado la música desde características como el ritmo, la melodía, el tono o el timbre, pero no se han estudiado cuantitativamente los intervalos musicales, los cuales corresponden a la distancia entre dos notas. Teniendo en cuenta la amplia experiencia e investigación mundial en Neurociencia relacionada con la música, el autor ha decidido emprender un camino de investigación que permita fundamentar un sistema basado en los intervalos musicales para facilitar el aprendizaje de temas complejos, de manera que pueda ser comparado con métodos didácticos convencionales para el aprendizaje.

¿Por qué Música y Aprendizaje? Por tratarse de dos temas de gran interés para el autor de esta tesis, movido desde su infancia por el interés por la interpretación de instrumentos musicales y posteriormente por la composición y producción musical, y, por otro lado, entusiasmado desde tempranas etapas de su formación como Médico Cirujano por la docencia en ciencias de la salud, lo cual se puso en evidencia desde su participación en el concurso de la Escuela de Medicina Juan N. Corpas para la selección de estudiantes para hacer parte del grupo de Monitores de la Institución (en 1988), y el posterior recorrido por todas las etapas de la Carrera Docente Institucional, hasta la posición actual de Profesor Titular de la misma. Para complemento de lo anterior, desde su posición como Vicerrector Académico de la Fundación Universitaria se amplían sus inquietudes por encontrar estrategias que acompañen y ayuden a los estudiantes en el difícil y complejo recorrido del aprendizaje de temas de difícil abordaje y recordación.

Los intervalos musicales han sido empleados por numerosos compositores de la música publicitaria en el mundo entero, así como por la mayoría de los músicos compositores, desde que la escala musical occidental (de origen griego) se constituyó en la base fundamental para toda construcción musical estructurada. Dicho sea de paso, nuestro interés por la música partió del concepto de Musicoterapia, es decir, de la aplicación de la música como herramienta terapéutica en Medicina. Sobre este tema, autores como Sloboda (1992), con su libro *The Musical Mind*, han construido las bases de esta importante, aun cuando emergente, herramienta terapéutica. En éste, analiza los procesos cognitivos alrededor de la percepción, desempeño musical y creación de la música.

Una vez conocidas y superadas las bases de la influencia de la Música en la Salud, decidimos sondear los terrenos de la relación Música-Neurociencia, a través de la detallada y sistemática observación del posible efecto de diferentes intervalos musicales en las ondas o ritmos cerebrales de personas voluntarias sanas, mediante electroencefalografía. Inicialmente consideramos que, de encontrarse en la primera etapa de esta investigación alguna relación de causalidad entre diferentes intervalos musicales y ritmos cerebrales susceptibles de disponer adecuadamente al cerebro para el aprendizaje, este producto de investigación habría de tomarse como línea de base para, en la segunda etapa, componer una obra musical inicial en la cual se aplicaran aquéllos intervalos musicales a una o varias composiciones, cuyas letras hagan parte de temas de difícil aprendizaje del área de Inmunología de la Facultad de Medicina de la Fundación Universitaria Juan N. Corpas. Esta composición, cuya música no es cualquiera, sino que obedece estrictamente a la construcción técnica de la composición que privilegia los intervalos que promueven predominio de ritmos ALFA O BETA en el cerebro, podría aplicarse a un grupo de estudiantes de Medicina, de manera que esa estrategia metodológica mediada por la música pudiera ser comparada con estrategias didácticas convencionalmente empleadas por los profesores del área en mención, en lo que a resultados en evaluaciones académicas se refiere.

5.1 IMPACTO ESPERADO EN EL ÁREA DE CONOCIMIENTO

Este tipo de estudio busca ampliar la frontera del conocimiento al aplicar el concepto estructurado de intervalos musicales a la educación, buscando implementar nuevas estrategias didácticas para el aprendizaje de temas complejos y de difícil aprehensión. Al diseñar una estrategia mediada por algunos intervalos musicales, se busca la utilización de las memorias explícita e implícita en el aprendizaje, tal como lo expone el Profesor Rodolfo Llinás en su libro *El cerebro y el mito del yo* (2003), cuando considera que una obra musical memorizada y dominada representa una rutina motora aprendida que en gran parte es dominio de la memoria implícita, pero que para su posterior recordación y ejecución requiere de la memoria explícita.

Consideramos que este estudio de investigación puede generar avances en tres áreas principales: Educación, Neurociencia y Musicoterapia. En Educación, porque las herramientas técnicamente desarrolladas para facilitar procesos de aprendizaje se constituyen en ayudas invaluable para profesores, estudiantes e instituciones educativas, y en este caso se propone una herramienta flexible y potencialmente aplicable a cualquier área del conocimiento. En Neurociencia, porque amplía el área de conocimiento del efecto de los estímulos sonoros en los ritmos cerebrales. Y en Musicoterapia, porque no se ha estudiado técnica y metódicamente la verdadera respuesta cuantitativa, desde la electroencefalografía, de los doce intervalos musicales propios de nuestra escala musical “occidental”. Adicionalmente, al conocer las respuestas cualitativas referidas a la corporalidad, la emocionalidad o la ideación como consecuencia de la escucha de los diferentes intervalos musicales, se puede conocer más profundamente su posibilidad de aplicación en composición, en música incidental para teatro, cine y televisión, en música publicitaria y en música para la educación.

5.2 IMPACTO ESPERADO EN LA SOCIEDAD

Las consideraciones expuestas en el aparte anterior nos llevan a pensar que un estudio de esta naturaleza debe generar un impacto en la sociedad del conocimiento, en nuestra institución, en instituciones con programas de ciencias de la salud y en otras instituciones y programas con problemas similares del nivel distrital, regional, nacional e internacional. Si se logra una verdadera aplicación de esta estrategia didáctica estructurada, como propuesta innovadora, las instituciones tendrán más posibilidades para ofrecer a los miembros de sus comunidades académicas, ya que los intervalos musicales y las obras compuestas con base en los mismos son susceptibles de ser aplicados e implementados en cualquier área del conocimiento.

5.3 CONTEXTO INSTITUCIONAL

De acuerdo con el acta de fundación, se da inicio a las actividades de la “Escuela de Medicina Juan N. Corpas” el 3 de febrero de 1971, obra concebida por su Fundador, el DOCTOR JORGE PIÑEROS CORPAS, en diciembre de 1970, como un proyecto de beneficio social donde el bienestar común, la igualdad de derechos sin ningún tipo de discriminación y el respeto por la vida son considerados pilares fundamentales. En 1976 se crea la CLÍNICA HOSPITAL JUAN N. CORPAS con el fin de proyectar su quehacer docente y la práctica asistencial en una Institución Clínica y así asegurar la calidad de la formación de los futuros Médicos.

En 1984, dentro del concepto institucional de la investigación pertinente, se constituyó jurídicamente la Fundación Laboratorio de Farmacología Vegetal LABFARVE con el fin de materializar la idea del Fundador de investigar y aprovechar los recursos naturales del país y las bondades de las plantas medicinales. Coherente con el liderazgo del Fundador en el área de las Terapéuticas Alternativas, con el fin de ofrecer a los pacientes otras opciones de manejo médico eficientes y de bajo costo, se creó una dependencia de la clínica, UNIMED, la cual tiene como objeto el estudio y aplicación de las denominadas terapias alternativas, reconocidas a nivel mundial en Medicina como recursos valiosos de apoyo terapéutico.

Con el ánimo de estimular la producción intelectual de los docentes y alumnos y para difundir los resultados de las investigaciones, se creó en julio de 1987 el Fondo Editorial Universitario FEDICOR que cuenta con más de treinta publicaciones.

En la década de los ochenta se inicia el postgrado de Medicina Familiar Integral junto con otros de carácter clínico y quirúrgico, a saber: Cirugía Plástica, Medicina Interna, Neurocirugía, Nefrología, Psiquiatría y Otorrinolaringología. Aprovechando la experiencia de sus profesores y egresados no solamente en el área asistencial sino también en la gestión sanitaria, y en el marco de la dinámica social, cultural y económica de la prestación de los servicios de salud de la década de los noventa, se iniciaron los Postgrados Administrativos (Gerencia en Salud, Salud Familiar, Epidemiología, Sistemas de Garantía de Calidad y Auditoría en Servicios de Salud), en los cuales, desde su creación, se consideró el trabajo interdisciplinario de los diferentes miembros del equipo de salud como de gran relevancia en la gestión de servicios sanitarios, motivo por el cual estos programas están orientados a todos los profesionales de la salud.

Durante los años 2001 y 2002 la Fundación Escuela de Medicina Juan N. Corpas, tras 30 años de existencia como Fundación Universitaria de educación superior que ofrecía solamente el programa de Medicina, decidió convocar a la comunidad académica y administrativa con el fin de buscar su apertura y proyección como Institución Universitaria. Como resultado de este proceso se produjo la reforma estatutaria que fue finalmente aprobada por el Ministerio de Educación Nacional en Marzo de 2004, reconociéndola como Fundación Universitaria Juan N. Corpas. Dicho proceso de apertura se inició formalmente con la creación de la Facultad de Música que ofrece un programa de pregrado conducente al título de Maestro de Música, y uno de postgrado que otorga el de Director de Orquesta.

En el año 2007, la Fundación Universitaria Juan N. Corpas recibe la aprobación del Programa en Especialización en Terapéuticas Alternativas y Farmacología Vegetal, único programa de este tipo en el país, demostrándose el liderazgo y trayectoria de esta Institución Educativa en el campo de las terapias alternativas y la farmacología vegetal. En el mismo camino de ofrecer programas innovadores y que aporten al crecimiento social de nuestro país, en el año 2011 recibió la autorización del Programa de Especialización en Gestión del Talento Humano en Salud, primer programa de especialización con este enfoque en Colombia.

Actualmente, la Fundación Universitaria Juan N. Corpas cuenta con dos programas de pregrado: Medicina y Música y 12 programas de posgrado: 6 médico quirúrgicos, 4 administrativos y uno de música y se encuentran en desarrollo, para ser presentados para Registro Calificado, dos programas de pregrado: Enfermería y Química y Farmacia. El Programa de Medicina obtuvo la Acreditación de Alta Calidad por parte del Ministerio de Educación Nacional de Colombia, a través de su Consejo Nacional de Acreditación, en el año 2013.

El programa de Pregrado en Medicina tiene como objetivo “Formar al Médico General que requiere el país, para atender las necesidades de la gente de acuerdo con su condición socioeconómica”. El Proyecto Educativo del programa de Pregrado en Medicina está orientado básicamente al desarrollo de competencias en prevención, pronóstico y diagnóstico de enfermedades, en el manejo terapéutico integral e interdisciplinario de los pacientes y en la adquisición permanente y continua del conocimiento científico, mediante la investigación formativa. El Programa se desarrolla en doce semestres académicos, tanto

en el Campus Universitario como en los diferentes hospitales, centros de salud y demás escenarios de práctica formativa con los que la Universidad tiene convenio. Con esta orientación, el Programa de Medicina, cuenta actualmente con más de 1.500 estudiantes y más de 5.500 egresados.

La estructura curricular del Programa de Medicina cuenta con ciclos, ejes e hilos conductores, tal como se presenta en el siguiente esquema:

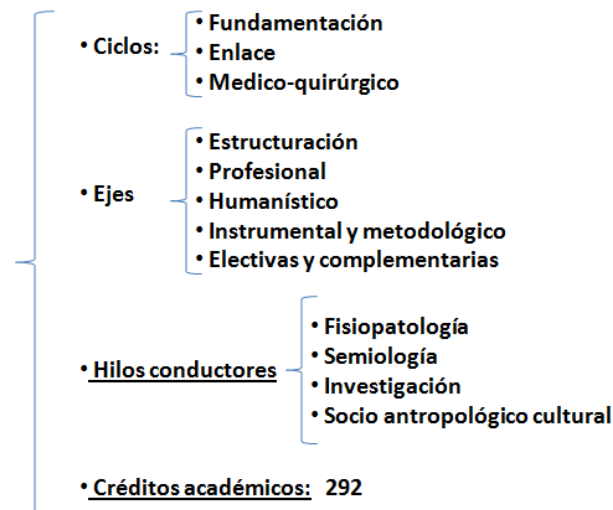


ILUSTRACIÓN 1: Estructura Curricular Programa de Medicina Fundación Universitaria Juan N. Corpas.

Es en este contexto institucional en el que se ha desarrollado este estudio. La población y muestra de esta investigación están constituidas por estudiantes de cuarto semestre de la Facultad de Medicina de la Fundación Universitaria, siendo la cátedra de inmunología el área de intervención, perteneciente al ciclo de Fundamentación, eje de Estructuración (Ilustración 2).

CICLOS		FUNDAMENTACION				ENLACE	
SEMESTRES		1°	2°	3°	4°	5°	6°
EJES	COMPONENTES						
ESTRUCTURACION	CIENTIFICO	Biofísica Matemáticas básicas	Biología Celular Bioquímica	Biología molecular, Genética Morfofisiología 1 Farmacología 1	Immunología Morfofisiología 2, Embriología Farmacología 2	Farmacología 3	
	PERSONAL	Historia de la Medicina	Razonamiento B.E.1 Constitución 1	Razonamiento B.E.2 Constitución 2	Razonamiento B.E.3	Fisiopatología 1	Fisiopatología 2
PROFESIONAL	ESPECIFICO CONCEPTUAL					Patología General Microbiología y Parasitología	Semiología Terapéutica 1 Nosología - geriatría
	APOYO PROFESIONAL				Ecología	Psicología del desarrollo	Psicología clínica Salud pública 1 (SGSSS)
	APLICACION PROFESIONAL		Comunidad 1	Comunidad 2	Comunidad 3	Introducción a la Clínica	Práctica Clínica 1 Salud Familiar
HUMANISTICO	SOCIAL	Antropología Física	Antropología Cultural	Antropología Social	Antropología Médica		
	ETICO						Introducción a la ética
INSTRUMENTAL Y METODOLOGICO	INFORMATICA	Informática 1	Informática 2			Telemática	
	COMUNICACION	Lenguaje, Gramática y redacción 1	Lenguaje 2	Tec. de comunicación 1	Tec. de comunicación 2	Tec. de comunicación 3	
	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION				Biometría	Epidemiología	Investigación social 1
COMPLEMENTARIO Y ELECTIVO	PROFESIONAL		Atención de emergencias 1	Nutrición y salud 1		Atención de emergencias 2	Terapéuticas Alternativas
	NO PROFESIONAL	Inglés 1 Electiva 1	Inglés 2 Electivas 2	Inglés 3 Electivas 3	Inglés 4 Electivas 4	Electivas 5	Electivas 6

CICLOS		MEDICO - QUIRURGICO					
SEMESTRES		7°	8°	9°	10°	INTERNADO	
EJES	COMPONENTES					11°	12°
ESTRUCTURACION	CIENTIFICO	Integración básico- clínica 1 Cirugía experimental Simulación	Integración básico - clínica 2 Genética clínica, Simulación Embriología del desarrollo	Integración básico - clínica 3 Simulación	Integración básico - clínica 4 Simulación		
	PERSONAL	Casuística clínica. 1	Casuística clínica. 2	Casuística clínica. 3	Casuística clínica. 4		
PROFESIONAL	ESPECIFICO CONCEPTUAL	Terapéutica 2. Terapéuticas Alternativas	Gineco obstetricia Pediatría Cirugía	Medicina Legal	Traumatología y Ortopedia Cirugía Plástica Rehabilitación		
	APOYO PROFESIONAL	Salud Pública 2 (Administración)	Salud Pública 3 (Auditoría)	Salud Pública 4 (Salud Ocup)			
	APLICACION PROFESIONAL	Práctica Clínica 2 Psiquiatría 1	Práctica clínica 3	Práctica clínica 4 Psiquiatría 2	Práctica clínica 5		
HUMANISTICO	SOCIAL						
	ETICO			Bioética 1	Bioética 2		
INSTRUMENTAL Y METODOLOGICO	INFORMATICA						
	COMUNICACION						
	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	Investigación social 2	Investigación clínica 1	Investigación clínica 2	Investigación clínica 3	Lineas de profundización	
COMPLEMENTARIO Y ELECTIVO	PROFESIONAL			Nutrición y Salud 2		Docencia	Investigación
	NO PROFESIONAL	Electiva 7	Electiva 8	Electiva 9	Electiva 10	Rotaciones especiales	

ILUSTRACIÓN 2: Plan de Estudios. Programa de Medicina Fundación Universitaria Juan N. Corpas.

5.4 RESULTADOS DE EVALUACIÓN ESCRITA EN LA ASIGNATURA DE INMUNOLOGÍA, TERCER CORTE, DE TRES PERÍODOS SEMESTRALES ACADÉMICOS RECIENTES. ESCUELA DE MEDICINA DE LA FUNDACIÓN UNIVERSITARIA JUAN N. CORPAS.

Segundo semestre 2012. El promedio obtenido en el examen escrito del segundo corte fue de 2,59 (sobre 5,0). La nota más alta fue 5,0 (un estudiante de 194) y la más baja fue 0,7 (dos estudiantes de 194). El 66% de los estudiantes obtuvo notas inferiores a 3,0.

Primer semestre 2013. El promedio obtenido en el examen escrito del segundo corte fue de 2,91 (sobre 5,0). La nota más alta fue 4,8 (dos estudiantes de 189) y la más baja fue 0,88 (un estudiante de 189). El 50% de los estudiantes obtuvo notas inferiores a 3,0.

Segundo semestre 2013. El promedio obtenido en el examen escrito del segundo corte fue de 2,44 (sobre 5,0). La nota más alta fue 5,0 (un estudiante de 174) y la más baja fue 0,25 (dos estudiantes de 174). El 70% de los estudiantes obtuvo notas inferiores a 3,0.

Nota: En la mayoría de Universidades colombianas, y específicamente en la Fundación Universitaria Juan N. Corpas, la escala de calificación va de 0 a 5, considerándose aprobatoria una calificación a partir de 3,0.

Tabla 1: Comportamiento de las notas obtenidas por los estudiantes en la evaluación escrita. Asignatura Inmunología. Tercer corte. Tres períodos académicos recientes. Escuela de Medicina Fundación Universitaria Juan N. Corpas.

Período	Total Estudiantes	Promedio	Nota menor a 3,0	3,0 ó más de 3,0
2012-2	194	2,59	66%	34%
2013-1	189	2,91	50%	50%
2013-2	174	2,44	70%	30%

6 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

6.1 HIPÓTESIS

Ciertos intervalos musicales son capaces de producir cambios en ondas cerebrales potencialmente útiles para optimizar procesos de memoria y aprendizaje de temas de difícil estudio, sirviendo de base para el diseño y experimentación de una estrategia didáctica mediada por la música.

6.2 OBJETIVO GENERAL

Fundamentar el uso de la música dentro de una estrategia didáctica que emplea intervalos musicales para facilitar el proceso de enseñanza – aprendizaje en estudiantes de Medicina.

6.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Establecer una base teórica desde la cual se fundamente a la música como estrategia de ayuda para el aprendizaje.
- b) Identificar, mediante registros electroencefalográficos, el efecto de diferentes intervalos musicales en la presencia de ondas (ritmos) cerebrales capaces de disponer a la persona para el aprendizaje.
- c) Evaluar el efecto de diferentes intervalos musicales en respuestas cualitativas referidas a la corporalidad, la ideación o la emocionalidad.

- d) Implementar una estrategia didáctica, a través de la música, que permita mejorar la construcción de conocimiento en temas de difícil estudio y recordación.
- e) Realizar una comparación entre métodos tradicionales de estudio de temas complejos de la Medicina y un método pedagógico mediado por Música.

7 ESTADO DE LA CUESTIÓN

7.1 LA INVESTIGACIÓN EN MÚSICA Y EDUCACIÓN

Música y educación. Dos sencillas palabras que conllevan en sus conceptos un gigantesco cuerpo de conocimiento, una infinidad de consideraciones epistemológicas, desarrollos, análisis y reflexiones, casi tan antiguas como la humanidad misma. Mucho se ha investigado y escrito sobre la relación entre la música y la educación. Pero hay un concepto que las integra de manera extraordinaria, y es el de Neurociencia. De acuerdo con lo expresado por J. Elguero (2004) en su discurso de ingreso en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid, en mayo de 2004, realizando una magistral comparación entre dos íconos contemporáneos de la investigación, los doctores Ramón y Cajal y Sigmund Freud, es el Profesor Santiago Ramón y Cajal, ilustre histólogo español de finales del siglo XIX y principios del siglo XX, premio Nobel de Fisiología y Medicina en 1906, quien inicia para la ciencia moderna el concepto de Neurociencia (Elguero, 2004). En la misma ponencia, Elguero menciona que la frase “Santiago Ramón y Cajal, un hombre que es reconocido de modo unánime, como el más influyente científico de la neurociencia moderna” se encuentra en el discurso del Profesor Carlos Belmonte para su ingreso a esta Academia (Madrid, 23 de enero de 2002, p.5).

La investigación en neurociencia es de altísima relevancia para la ciencia moderna. La doctora Juliana Yordanova, de la Academia de Ciencias de Bulgaria, ha investigado desde principios de los noventa la relación entre las oscilaciones neuronales eléctricas y las funciones cognitivas del cerebro, centrandó sus estudios en los procesos de aprendizaje y memoria. Ella ha participado en recientes eventos de la Sociedad Española de Psicofisiología y Neurociencia Cognitiva y Efectiva (SEPNECA), el Grupo de Investigación de Neurociencia Cognitiva (GRNC) y el Instituto de Investigación en Cerebro, Cognición y Conducta (IR3C), de la Universidad de Barcelona. Junto con Kolen, Wagner, Born y Verleger, publicó investigaciones sobre ondas alfa aumentadas en sueño

SWS (Sueño de ondas lentas), en las que encontraron aumento de ondas beta en el sueño de ondas lentas. Se realizaron pruebas desempeñando actividades en momentos previos al sueño y posteriores al mismo, encontrando asociación de ondas sigma y actividad beta en el sueño R (de Movimientos Oculares Rápidos). Cuando se realizaron actividades cognitivas anteriores al sueño, pudieron evidenciar una relación entre la activación del hipocampo (durante el aprendizaje implícito) y unas oscilaciones de alrededor de 10 Hz en el paso del sueño N al sueño R, considerándose que la información almacenada en vigilia en el hipocampo, es transmitida al neocortex durante el sueño. En conclusión, el estudio de Yordanova y colaboradores proporcionó evidencia original en la asociación entre señales neuroeléctricas durante el sueño, activación de bandas alfa durante la salida del sueño de ondas lentas y el reprocesamiento de la memoria que sucede durante el SWS, lo cual se relacionó con mejores respuestas cognitivas posteriores al sueño, encontrándose siempre una activación de ondas alfa y beta en el electroencefalograma, quedando por definirse la correlación de estas ondas con diferencias en la transición del conocimiento. Las ondas alfa se definieron como un marcador específico de la transformación del conocimiento implícito previo al sueño al conocimiento explícito posterior al sueño (Yordanova, Kolev, Wagner, Born & Verleger, 2011).

El Doctor Rodolfo Llinás (2003), ilustre investigador colombiano, quien trabaja en la Universidad de Nueva York (NYU) como director del Departamento de Fisiología y Neurociencia desde hace 26 años, miembro de las más importantes academias de la ciencia en Estados Unidos, Francia y España, y quien ha escrito varios libros y artículos científicos sobre Neurofisiología, constituyéndose hoy por hoy en uno de los más importantes exponentes de la moderna Neurociencia en el planeta, describe en su obra *El cerebro y el mito del yo* (pp. 156-202) la importancia de los PAF (Patrones de Acción Fijos) como módulos automáticos cerebrales que generan movimientos complejos y múltiples reflejos. Se refiere a dos tipos de memoria referencial a largo plazo: la memoria explícita y la memoria implícita, planteadas por Milner y colaboradores en 1998. Considera que la memoria explícita (o consciente) es la que permite el recuerdo de las caras, nombres y objetos. La memoria implícita es la recuperación no intencional de rutinas para efectuar algo aprendido o desplegar una habilidad (Llinás, 2003). Tal como se expresó en la Justificación, Llinás considera que en la ejecución musical se echa mano de las dos

memorias, lo cual es de suma relevancia para nuestro estudio, pues no es lo mismo recordar unos datos o informaciones que recordar esos datos en el contexto de una obra musical. De eso, precisamente, se trata esta investigación.

En un estudio sobre música, imágenes y electroencefalografía, que midió efectos de bandas alfa durante ciertas tareas y estímulos, se encontró que “recientes estudios muestran que cuando se dan potenciales relacionados con eventos (ERP), de percepción e imágenes de la música, se comparten patrones de activación (Schaefer, Vlek, & Desain, 2011). Se encontró contenido de frecuencias alfa mientras se piensa en frases musicales bien conocidas...”¹ (Schaefer, Vlek, & Desain, 2011, p. 255). En este estudio se tomaron señales electroencefalográficas mientras las personas escuchaban música y compararon estas respuestas con personas que imaginaban la música sin estarla escuchando. En los dos grupos se encontró aumento de las ondas alfa (alrededor de 11 Hz), especialmente en la región occipito-parietal izquierda. Como dato altamente significativo, los investigadores encontraron que en ausencia de un sonido audible, la respuesta de ondas alfa aumentó, considerando que este fenómeno obedece a un procesamiento musical interno.

David Peterson y Michael Thaut (2007), en el estudio *La Música aumenta la coherencia frontal electroencefalográfica durante el aprendizaje verbal*, comentan que existen algunos datos anecdóticos y evidencia empírica que sugieren que la música puede fortalecer el aprendizaje y la memoria. Se hace referencia a que los mecanismos por los cuales la música es capaz de modular la actividad neural para el aprendizaje y la memoria se encuentran prácticamente inexplorados. Los investigadores evaluaron la coherencia de las oscilaciones de los lóbulos frontales por medio de electroencefalografía. Los sujetos escucharon unas listas con y sin música. No encontraron cambios significativos en coherencia asociada con aprendizaje verbal convencional. Sin embargo, el aprendizaje verbal con música se asoció a aumento de la coherencia entre lóbulos frontales izquierdos y derechos en bandas u ondas de frecuencia theta, alfa o gama. Los grupos, no obstante, mostraron resultados similares en el aprendizaje. Los resultados sugieren que el

¹ Original en inglés: Recent results show that in the event-related potential (ERP), perception and imagery of music share activation patterns (Schaefer et al., 2009, 2011; Vlek et al., 2011), however, the longevity of this process is not clear...

aprendizaje verbal con música fortalece las oscilaciones coherentes en las redes neuronales corticales frontales participantes en la codificación verbal.

Howard Gardner, profesor de cognición y educación y director del Proyecto Zero de la Universidad de Harvard, hace una semblanza en su libro *Mentes Flexibles* (2004) de uno de los temas que ya había planteado en su libro *Inteligencias Múltiples* (1987): La inteligencia musical. Expresa que “la inteligencia musical – la facilidad para la percepción y la producción de música – es análoga en muchos aspectos a la inteligencia lingüística” (p. 50). Esta apreciación le aporta al presente estudio de investigación un elemento adicional, dado que estaremos empleando intervalos musicales y contenidos lingüísticos. Afirma que “entre sus subtipos identificables se encuentran la apreciación de la melodía y de la armonía; la sensibilidad al ritmo; la capacidad de reconocer variaciones del timbre y de la tonalidad; y, desde un punto de vista más general, la capacidad de captar la estructura de las obras musicales” (Gardner, 2004, pp. 50-51). De alguna manera, aún cuando no todas las personas tengan un desarrollo en el aprendizaje de la música o talentos especiales para la interpretación musical por su oído puro (a pesar de no tener estudios de fundamentación en música), todos tenemos, dentro de lo que caracterice a nuestra inteligencia, un componente de inteligencia musical. De hecho, una persona puede tener rasgos o aspectos de cada una de las múltiples inteligencias, aunque predomine una u otra de ellas.

Don Campbell, citado por Gilda Waisburd y Ernesto Erdmenger (2007), afirma en su libro *Introducción al Cerebro Musical*, que existen millones de neuronas que se pueden activar con una experiencia musical. “La música tiene una manera de activar las neuronas, según el propósito: relajar, cambiar el ritmo cardiaco, subir el pulso, etc. Esto se ha podido medir al inyectar al cerebro material radiactivo que detecta cuándo las células del cerebro están activas” (p. 34).

Según Waisburd & Erdmenger (2007), la energía, amplitud o potencia de las células cerebrales se encuentra en cuatro ondas principales, a saber:

- Beta. Son las más comunes cuando una persona se encuentra en gran actividad, en un debate, haciendo ejercicio o compitiendo.
- Alfa. Se encuentran cuando la persona está descansando y calmada, cuando está leyendo o escribiendo. La música puede inducir el estado en que se presentan.

- Theta. Se encuentran en niños y adultos cuando experimentan un alto grado de estrés o frustración, también se encuentran en personas de una gran sensibilidad o en estados de alta creatividad.
- Delta. Se encuentran en estados profundos del sueño, en un estado inconsciente (p. 34).

Estos autores han encontrado que la música es un formidable estímulo activador del aprendizaje, un factor activador de la creatividad, un elemento generador de beneficio en el desarrollo de la inteligencia emocional, con sus componentes, como son la autoconciencia, la autorregulación, la flexibilidad, la motivación y la empatía (Waisburd & Erdmenger, 2007).

Los ritmos beta se caracterizan por oscilaciones rápidas (entre 13 y 30 Hz.) y alrededor de 30 microv de amplitud, y constituyen el trazo característico del sujeto alerta que está pensando activamente. Este ritmo resulta de actividad córtico-cortical. Los ritmos alfa, que fueron los primeros en ser descritos en la historia, corresponden a sujetos que están despiertos, con los ojos cerrados, relajados o meditando, con una frecuencia de 8 a 13 Hz. y una amplitud de 30 a 50 microv. Este trazo es el resultado de una interacción de marcapasos corticales y talámicos. El ritmo theta, con una frecuencia entre 4 y 7 Hz. y una amplitud de 50 a 100 microv se observa en el sueño superficial (etapa 2) y puede representar la acción inhibitoria de interneuronas GABAérgicas que afectan redes corticotalámicas. Puede estar asociado con actividad límbica, es decir, relacionada con memoria y emociones. El ritmo delta, con frecuencias bajas entre 0,5 y 3-4 Hz., con una amplitud de 100 a 200 microv, se observa en el sueño profundo y en el coma. Es generado por la corteza y expresa una disociación córtico-talámica (Constant & Sabourdin, 2012).

Surwillo (1971) comenta cómo las investigaciones desarrolladas entre 1965 y 1970, relacionadas con electroencefalografía y actividad mental, revelaron que hubo un aumento importante de ondas beta durante el aprendizaje, comparado con las condiciones de no aprendizaje y descanso. Por otro lado, expresa que Freedman, Hafer y Daniel (1966) encontraron un incremento en ondas en la banda alfa (8,5 – 12,5 Hz) durante el aprendizaje, disminuyendo ondas en bandas de baja frecuencia. Del mismo modo, plantea que Thompson y Wilson (1966) reportaron que los “buenos aprendices” tenían una actividad

beta significativamente aumentada y tendían a tener menos actividad de ondas lentas que los “aprendices pobres”. En conclusión, se sabe que los niveles de actividad mental para el aprendizaje están acompañados de un aumento en la presencia de ondas cerebrales de mayor frecuencia.

De acuerdo con Hogan et al. (2011),

Aunque algunos estudios han reportado una reducción de la coherencia interhemisférica de bandas alfa (bajas y altas) asociada al envejecimiento normal y a la declinación cognitiva relacionada con la edad, durante el descanso (Anghinah et al. 2000, Locatelli et al. 1998) y durante el proceso cognitivo (Hogan et al. 2003), la investigación con pacientes con discapacidad cognitiva leve también reveló un incremento en la coherencia alfa cuando aumentan las demandas de trabajo memorístico (Jiang y Zheng, 2006) (p. 250)².

Sadaghiani et al. (2010), realizando su estudio sobre redes neurológicas intrínsecas de conectividad, oscilaciones alfa y respuesta tónica de alerta empleando, de manera simultánea, electroencefalografía y Resonancia Magnética Funcional, encontraron estudios electroencefalográficos como los de Townsend y Johnson, 1979; Belyavin y Wright, 1987, que unen oscilaciones en banda beta y desempeño neurológico sostenido. Sadaghiani et al (2010) obtuvieron resultados similares en electroencefalografía, encontrando ondas beta globales (15 – 25 Hz.) positivamente correlacionadas con algunas áreas de redes intrínsecas de alerta.

Por otro lado, estudios con electroencefalografía intracraneal han detectado un aumento de estímulo de ritmos o bandas theta y alfa en la corteza entorrinal (localizada en el lóbulo temporal medio) y el hipocampo, lo cual se constituyó en un factor predictor de la formación de memoria exitosa. En la corteza entorrinal, pero no en el hipocampo, los pre-estímulos se extendieron al rango de ondas beta, hasta los 34 Hz. (Fell et al., 2011).

A principios del siglo XX, Edward Lee Thorndike, psicólogo norteamericano y profesor de Columbia University, realizó aportes significativos a la idea de aprendizaje desde su teoría conexionista. Sus trabajos más importantes los desarrolló “en el campo de

² Original en inglés: Although some studies have reported reduced inter- hemispheric lower and upper alpha band coherence associated with normal aging and age-related cognitive decline during rest (Anghinah et al. 2000; Locatelli et al. 1998), and during cognitive processing (Hogan et al. 2003), research with MCI patients has also revealed an increase in alpha coherence as working memory demands increase (Jiang and Zheng 2006).

la psicología pedagógica. Son conocidas sobre todo sus Leyes del Aprender, entre las que se cuentan la del Ejercicio y la del Efecto, según la cual el aprender se realiza más fácilmente por el uso y cuando produce efectos agradables” (Luzuriaga, 2001, p. 353). Rodríguez & Larios (2006) en su libro *Teorías del Aprendizaje* plantean que Thorndike:

Suponía que el aprendizaje es un proceso de enlace entre unidades o eventos tanto físicos como mentales; específicamente, consideraba que el aprendizaje es el proceso de conexión de una unidad mental con otra, una unidad física con una mental o una unidad física con otra (p. 24).

Es especialmente importante resaltar, dentro de las tres leyes principales de Thorndike, la Ley del Ejercicio o la Repetición, “el fortalecimiento o debilitamiento de las conexiones ocurre con la práctica o por la discontinuidad respectivamente” (Rodríguez & Larios, 2006, p. 27). Para los efectos de este trabajo de investigación, al tratarse, en la segunda etapa, de una intervención didáctica mediada por la música, buscando que el estudiante aprenda todos los elementos del contenido de una canción, se hace indispensable la repetición de dichos contenidos de manera reiterada. Estas consideraciones tienen asidero en teorías de tipo conductista como la de Thorndike, y se orientan al estímulo de la memoria y no tanto a los aspectos del análisis o interpretación de un contenido. Aún así, son aspectos de gran utilidad para el objetivo de esta intervención. No obstante, en las canciones que los estudiantes deben aprender se deben encontrar historias de carácter lógico y fácilmente reconocible por parte del estudiante, que además exijan de él un análisis reflexivo y una fuerte correlación con lo ya aprendido.

Pasando al terreno del constructivismo, David Ausubel propone unos criterios de competencia para que se dé el aprendizaje significativo que Gutiérrez, R., citado por Pérez & Gallego (1995) especifica de la siguiente manera:

a) Es necesario que el sujeto muestre una actitud positiva hacia el aprendizaje significativo; b) el material que se vaya a aprender debe ser potencialmente significativo para el estudiante; es decir, especialmente relacionable con sus estructuras de conocimiento, de modo intencional y no al pie de la letra; c) lo anterior depende del material que se va a aprender y de la estructura cognoscitiva del alumno en particular (p. 18).

Gutiérrez, R. precisa que Ausubel describe tres tipos de aprendizaje significativo: a) el de representaciones o de proposiciones de equivalencias; de él dependen todos los demás y consiste en el aprendizaje de símbolos o de lo que estos representan; b) el de proposiciones, que

consiste en hacerse al significado de nuevas ideas, expresadas en forma de proposiciones; y, c) el de los conceptos, según lo cual, estos se representan con palabras o nombres (p. 17).

En nuestra investigación, tenemos en cuenta los planteamientos sobre el aprendizaje significativo de Ausubel, considerando que nos es indispensable que el estudiante sea previamente motivado o sensibilizado por nosotros para que, al entender los potenciales beneficios del método que proponemos (así como la importancia de los contenidos para su desarrollo profesional), él muestre una actitud positiva hacia el aprendizaje. Los contenidos empleados en una intervención musical deben contar siempre con un significado para el estudiante y deben tener un nivel acorde al nivel cognitivo del estudiante, en este caso de cuarto semestre de Medicina. Se deben crear historias y símbolos altamente significativos para ellos.

Jean Piaget (1896-1980), educador y psicólogo suizo, planteó en sus teorías y estudió profundamente la organización de la inteligencia, proponiendo el tema de los esquemas cognitivos. Guillermo Briones (2006), en su libro *Teorías de las ciencias sociales y la educación*, explica que

... según Piaget la inteligencia tiene dos atributos principales: la organización y la adaptación. El atributo de organización quiere decir que la inteligencia está conformada por estructuras cognoscitivas o esquemas análogos a los conceptos, categorías o registros con los cuales el niño organiza el conocimiento de los sucesos que experimenta en su vida diaria y que clasifica de acuerdo con características comunes (p.149).

Por otra parte, la adaptación consta de dos procesos prácticamente simultáneos: la asimilación y la acomodación. La primera, resume Briones (2006), consiste, como lo dice su nombre, “en asimilar nuevos acontecimientos o nuevas informaciones a los esquemas ya existentes. La acomodación, por su lado, es el proceso de cambio que experimentan tales esquemas por el proceso de asimilación. La inteligencia misma resulta del juego de ambos procesos.” (p.148)

Estos conceptos son considerados por el autor de esta tesis como fundamentales para el proceso de aprendizaje que se pretende a través de la intervención musical. La inteligencia de los estudiantes tiene previamente el atributo de la organización, y sus esquemas están predispuestos y consolidados hasta el momento, lo cual les permite abordar

las nuevas situaciones que se les presenten. Y se procura que, al intervenir con la metodología propuesta por el autor, se produzca un fenómeno de asimilación (a los esquemas que ya manejan) y acomodación (cambio experimental) que, acudiendo a la flexibilidad mental de los estudiantes, permita su adaptación al nuevo conocimiento y a la posibilidad de resolver nuevos problemas valiéndose de él.

Lo anterior se refiere, como quedó explicado, al aprendizaje del niño. El asunto se vuelve todavía más interesante cuando nos referimos a los procesos de aprendizaje del adulto, terreno todavía más inexplorado que el de la pedagogía, pues se constituye en un reto adicional para instituciones, docentes e investigadores. A partir de la Primera Guerra Mundial se renovó el interés por fundamentar e investigar a fondo la manera de aprender de los adultos, la cual tiene, por supuesto, una serie de elementos constitutivos propios de la pedagogía. El norteamericano Malcolm S. Knowles (1913-1997), considerado el padre de la Andragogía, insistió en la necesaria diferencia que debía existir entre el aprendizaje del niño y el del adulto, haciendo parte de una generación de educadores que tuvo que vivir los fenómenos migratorios en los Estados Unidos, con ocasión de las guerras mundiales, la depresión económica y los cambios geopolíticos, industriales y económicos de la postguerra.

Un primer factor del planteamiento de Knowles que es necesario destacar aquí, por su aporte a la presente investigación, es la diferencia entre aprendizaje y educación. Knowles (Knowles, Holton & Swanson, 2010) afirma que “La educación es una actividad emprendida o iniciada por uno o más agentes con el objeto de producir cambios en el conocimiento, las habilidades o las actitudes de individuos, grupos o comunidades” (p. 13). Hace énfasis en que el término destaca al educador como generador de cambio en el estudiante. Y continúa expresando que “el término aprendizaje destaca a la persona en la que ocurre el cambio o de quien se espera que ocurra. El aprendizaje es el acto o proceso por el que se adquiere un cambio de conducta, conocimiento, habilidades y actitudes (Boyd, Apps et al., 1980, pp 100-101)” (p. 13).

Knowles (2010) afirma que la corriente científica de investigación para el adulto “fue iniciada por Edward L. Thorndike con la publicación de *Adult Learning* en 1928” (p. 41), pero que Thorndike no trataba en sí el proceso del aprendizaje del adulto, sino la

capacidad de aprendizaje. En todo caso, sus investigaciones concluyeron que el adulto sí puede aprender, si se tienen en cuenta características particulares de su proceso de aprendizaje. Dentro de esas características están, entre otras, que el aprendizaje de los adultos se centra en la vida, que la experiencia es su recurso fundamental, que tienen una gran necesidad de autodirigirse, y que su interés aumenta cuando experimentan y reconocen necesidades que deben ser resueltas y que el nuevo conocimiento puede satisfacer.

Debemos expresar aquí que el término Andragogía es bastante polémico y ha generado discusiones etimológicas y semánticas en diversos medios educativos, las cuales se han dado también en el interior del cuerpo profesoral de la Fundación Universitaria Juan N. Corpas. Consideramos que si se utiliza el término Andragogía (andros: hombre, agogos: conductor) debería también surgir el de Ginegogía como alusión a la enseñanza y aprendizaje de la mujer. No obstante, esta discusión no le resta importancia al concepto de diferenciar el aprendizaje del adulto de el del niño.

Todo lo anteriormente descrito permite considerar que la intervención propuesta en este estudio de investigación, constituido como tesis doctoral en educación, debe tener en cuenta aspectos vitales del proceso de aprendizaje estudiado con suficiencia por los teóricos mencionados, pero reconociendo las complejidades propias del grupo humano que constituye la muestra que será intervenida por el autor.

7.2 TEORÍAS DEL APRENDIZAJE. CORRELACIÓN CON EL TEMA DE MÚSICA Y NEUROCIENCIA PARA LA EDUCACIÓN.

¿Cómo aprende el ser humano?. ¿Cómo se articulan los procesos mentales para llegar a aprender?. ¿De qué forma se procesa y almacena la información para que ésta sea convertida en conocimiento?. Estas y otras preguntas han sido el objeto de la investigación de importantes pensadores desde la psicología, la filosofía, la antropología evolutiva y social y, más recientemente, desde la neurociencia y la neuropsicología. Aunque se conoce

de manera aproximada qué regiones del cerebro se activan durante las diferentes fases del aprendizaje, eso no permite determinar la forma en que se procesa la información.

En términos generales, podrían considerarse cuatro tipos de teorías del aprendizaje, a saber:

- a) Conductismo
- b) Cognitivismo
- c) Construccinismo
- d) Conectivismo

El Conductismo

Emerge como teoría psicológica a comienzos del siglo XX cuando John B. Watson aplica a la conducta humana los trabajos realizados por Iván Pavlov sobre el condicionamiento clásico, a fines del siglo XIX. En el Conductismo, el aprendizaje se da como resultado de la asociación estímulo – respuesta que se produce por la intervención del refuerzo (ejercicio y repetición). En el experimento clásico de Pavlov, un cuidador le presenta en repetidas ocasiones el alimento a un perro y en éste se produce salivación como respuesta. En otro momento, sin necesidad de mostrarle el alimento, la presencia del cuidador genera la salivación en el perro (reflejo condicionado).

A lo largo de la primera mitad del siglo XX se desarrollaron teorías tendientes a entender cómo se podía modificar la conducta o el comportamiento a través del uso de estímulos. Aparecieron inicialmente las teorías del Condicionamiento Instrumental de E. L. Thorndike, y posteriormente la teoría del Condicionamiento Operante o Acondicionamiento Operativo de Skinner. Estas teorías se refieren a la modificación de la conducta de un sujeto cuando éste recibe estímulos positivos como premio que refuerce la realización de un comportamiento que quiere favorecerse, o cuando el individuo deja de tener conductas que se quieren suprimir, o cuando se recibe un estímulo negativo cuando se realizan comportamientos que se desean suprimir. Estas teorías se refieren al aprendizaje

como una modificación de la conducta basada en el entrenamiento y la repetición de experiencias.

Desde las teorías Conductuales, se insiste en que los estímulos positivos por parte del profesor, siempre y cuando se desarrollen basados en la repetición y logren la modificación de la conducta, son susceptibles de producir aprendizaje.

El Cognitivismo

Es considerada una teoría que aparece como una alternativa evolutiva que se suma y complementa al Conductismo. Considera los procesos mentales que se realizan en el aprendizaje como un asunto más complejo en el que las nuevas situaciones se relacionan con lo ya aprendido, se intenta encajar con la estructura cognitiva preexistente y obliga al individuo a rehacer sus esquemas mentales. El cognitivismo sostiene que es el alumno quien debe desarrollar las estrategias cognitivas y que el profesor debe ser un mediador estructurado que permita facilitar el aprendizaje del alumno. Muchas teorías diferentes hacen parte del Cognitivismo, el cual tiene sus raíces en las teorías de Gestalt (alrededor de los años 50), seguido por Bruner, Ausubel y Gané. Para el Cognitivismo, el aprendizaje depende en gran parte de la motivación y del grado de maduración personal, de manera que el individuo adquiere, progresivamente, formas de interpretación del conocimiento cada vez más elaboradas y avanzadas. La teoría del aprendizaje Cognitivista propone la realización del mismo en varias etapas que deben ser tenidas en cuenta por los educadores.

El Constructivismo

El Constructivismo ve el aprendizaje como un proceso en el que el alumno construye nuevas ideas y conceptos, es decir que el alumno es capaz de interiorizar la información y darle un significado adecuado. La formalización del modelo Constructivista se le suele atribuir a Jean Piaget. El Construccionismo, método pedagógico derivado del Constructivismo, consiste en promover la interacción de los alumnos con diferentes

elementos en el escenario de la clase para que ellos puedan modificar el comportamiento de dichos elementos. El Construccionismo considera que la construcción de modelos mentales es más efectiva cuando los alumnos emplean objetos tangibles del mundo real.

La tarea del Docente, a la luz del constructivismo, es la de un acompañante en el proceso de enseñanza – aprendizaje. El estudiante interactúa activamente con el entorno, lo cual le permite darle gran significado a la información para convertirla en conocimiento, siendo guiado por el docente para definir cuál debe ser este nuevo conocimiento y la forma más adecuada de obtenerlo.

El Conectivismo

Muchos autores consideran al Conectivismo como una perspectiva pedagógica y no como una teoría del aprendizaje. El Conectivismo considera que el aprendizaje se refiere a la adquisición del conocimiento para que el individuo sea capaz de aplicarlo en una situación determinada. Puede partir de fuera de la memoria del individuo, como en una base de datos o en una organización. Promueve en el estudiante un análisis del valor que tiene un determinado aprendizaje y pone de manifiesto que el individuo debe ser capaz de determinar cuál es el aprendizaje que debe realizar. Considera que se debe privilegiar el desarrollo de la habilidad de ver conexiones entre áreas, ideas y conceptos y le da mucha importancia a la toma de decisiones como parte del proceso de aprendizaje en un entorno de conocimiento que es rápidamente cambiante. En este enfoque, la comunicación con los demás individuos debe ser fluida y permitir un diálogo permanente. El profesor debe establecer mecanismos y procedimientos para que el alumno pueda realizar el aprendizaje, motivar, guiar y estimular la participación de los estudiantes en interacción permanente con la comunidad.

En términos generales, y de acuerdo con diferentes fuentes, las teorías del aprendizaje podrían quedar enmarcadas en los cuatro tipos que ya hemos mencionado. No obstante, al revisar autores como Ferreyra y Pedrazzi (2007), se encuentra, como aporte que

permite una mayor comprensión respecto a la clasificación, la división entre Teorías Conductuales y Teorías Socio-Cognitivas.

Tabla 2 Teorías del Desarrollo y Aprendizaje

A. CONDUCTUALES	B. SOCIO-COGNITIVAS
A.1. Condicionamiento Clásico. I. Pavlov	B.1. La epistemología genética. J. Piaget
A.2. Condicionamiento Instrumental. E. L. Thorndike	B.2. Perspectiva Socio-Histórica. L.S. Vygotsky
A.3. Condicionamiento Operante. B.F. Skinner	B.3. Aprendizaje por descubrimiento. J.S. Bruner
	B.4. Aprendizaje Significativo. D. P. Ausubel
	B.5. Aprendizaje por observación A. Bandura
	B.6. Interaccionismo social. R. Feuerstein
	B.7. Participación guiada. B. Rogoff
	B.8. Aprendizaje dialógico. J. Habermas y P. Freire
	B.9. Aprendizaje reflexivo. D. Perkins
	B.10. Inteligencias Múltiples. H. Gardner
	B.11. Inteligencia Emocional. D. Goleman
	B.12. Aprendizaje Cooperativo D. Johnson y R. Johnson
	B.13. Aprendizaje situado. Autores varios

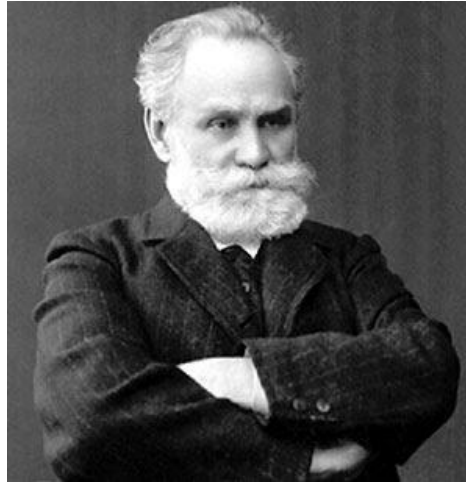
Tomado de Teorías y Enfoques psicoeducativos del aprendizaje (Ferreya & Pedrazzi, 2007 / 2012, p. 37).

1.1.1. Teorías Conductuales

Para la mayoría de los pedagogos contemporáneos, el Conductismo, como teoría del aprendizaje, es un método obsoleto que no debería emplearse en la academia moderna. No obstante, en algunas áreas del saber, como en Ciencias de la Salud, es necesario conservar, para algunas áreas o materias básicas, un esquema repetitivo en el que no necesariamente están involucrados procesos más elaborados de pensamiento o de construcción de conocimiento. De alguna manera, esta investigación propone un tipo de aprendizaje mediado por la música que active la memoria a través de la utilización de sinapsis neuronales que no necesariamente significan la comprensión lógica de los engramas que están siendo grabados en la memoria consciente. En todo caso, las composiciones musicales que se construyeron para esta Tesis incluyen historias con sentido lógico que permiten una comprensión y análisis de los contenidos, lo cual redundará en un aprendizaje que no es de repetición memorística únicamente, sino que aprovecha la memoria y la comprensión de lo aprendido.

El Conductismo, como teoría del aprendizaje, puede considerarse en sus inicios como un desarrollo conceptual de Aristóteles, quien destacaba en sus ensayos las asociaciones mentales, orientadas al aprendizaje, de eventos como los rayos o los truenos. Filósofos como Hobbs (1650), David Hume (1740) - considerado por muchos el iniciador del Positivismo-, Brown (1820), Bain (1855) y Ebbinghaus (1885) continuaron y desarrollaron teorías que se sumaron a la de Aristóteles en lo relacionado con el Conductismo. Las teorías conductuales concentran su estudio en comportamientos que pueden ser observados y medidos. En su extremo más ortodoxo, consideran la mente como una caja negra, en el sentido de que las respuestas a los estímulos se pueden cuantificar completamente, mientras se ignora la posibilidad de que estén ocurriendo procesos de pensamiento en la mente (Mergel, 1998). A continuación se presentan tres exponentes importantes de las teorías conductuales.

CONDICIONAMIENTO CLÁSICO. IVÁN PAVLOV (1849 – 1936).



<http://psicologiaantededentesdelconductismo.blogspot.com>

En otra fase de su famoso experimento (ya antes mencionado) de un perro al que se le ofrece alimento (estímulo incondicional), se hace sonar una campana (estímulo condicionado) y se produce en él salivación (respuesta incondicional), al cual se le hace escuchar posteriormente la campana sin mostrarle el alimento, obteniéndose nuevamente salivación (respuesta o reflejo condicionado); este fisiólogo ruso fue uno de los primeros investigadores interesados en la actividad nerviosa superior, ayudando a estructurar la psicología como ciencia experimental. Sus trabajos han ayudado a realizar una aproximación desde el comportamiento, definiendo cómo aspectos del estímulo y la respuesta al mismo, siempre y cuando existan refuerzos de dicho estímulo, son capaces de producir aprendizajes. El Condicionamiento Clásico de Pavlov, así como el Condicionamiento Instrumental y el Condicionamiento Operante, hacen parte de las aproximaciones conductuales o de comportamiento que pueden, de manera efectiva,

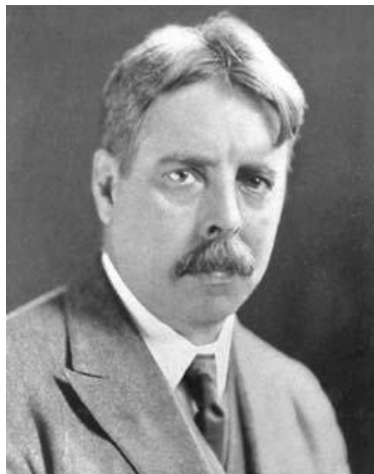
facilitar la aproximación a los contenidos de una profesión o de un tema determinado (Mergel, 1998).

Según Ferreyra & Pedrazzi (2007 / 2012), algunos aportes conceptuales de Pavlov son:

- Aprendizaje respondiente: Es innato y reflejo.
- Estímulo: Suceso que activa una conducta.
- Asociación.
- Generalización.
- Discriminación.
- Extinción.
- Refuerzo.
- Recuperación espontánea.

Para los efectos del presente estudio, consideramos que un estímulo mediado por la música es capaz de producir una respuesta de aprendizaje que posteriormente se constituye en aprendizaje susceptible de ser recuperado espontáneamente cuando su evocación es requerida.

CONDICIONAMIENTO INSTRUMENTAL. EDWARD THORNDIKE (1874 – 1949).



<http://www.education.com/reference/article/thorndike-edward-lee-1874-1949/>

Thorndike estudió experimentalmente el aprendizaje animal con gatos.

Las Leyes de Thorndike se basaron en las hipótesis sobre estímulo – respuesta. Él determinó, además, que para que hubiera aprendizaje tendrían que producirse diversos ensayos que llevaran al error. Su Teoría fundamental es el conexionismo, estableciendo que el aprendizaje es la conexión entre un estímulo y una respuesta. La Ley del Efecto se refiere a que cuando la conexión entre el estímulo y la respuesta es premiada positivamente, esta conexión se fortalece, pero cuando es castigada (o premiada negativamente) esta respuesta va a ser debilitada. La Ley del Ejercicio expresa que entre más circuitos de estímulo - respuesta se practiquen, esta respuesta va a ser más fuerte. La Ley de la Disposición considera que ciertas unidades de conducción en el Sistema Nervioso están más predispuestas a producir una respuesta que otras, es decir, que el sujeto dispone de condiciones necesarias para el aprendizaje, y que sólo el aprendizaje que es afirmado, repetido y, de alguna manera, deseado, se convierte en aprendizaje exitoso y duradero (Mergel, 1998).

El autor de este trabajo considera que no se debe ver con desprecio al Conductismo, teniendo en cuenta que, para la mayoría de las actividades humanas, hoy en día se considera que un número determinado de repeticiones de dicha actividad puede constituir un verdadero aprendizaje.

Al emplear la música en un proceso de enseñanza - aprendizaje se dispone de más circuitos de estímulo – respuesta activados produciendo, como resultado, una respuesta más fuerte, teniendo en cuenta que ciertas unidades de conducción están más predispuestas que otras a producir una respuesta de aprendizaje. Al promover el aprendizaje de las canciones se produce un aprendizaje afirmado, repetido y duradero.

**CONDICIONAMIENTO OPERANTE. BURRHUS FRÉDERIK SKINNER
(1904 – 1990).**



<http://www.biografiasyvidas.com/biografia/s/skinner.htm>

Este psicólogo americano es considerado como el principal exponente del denominado Neoconductismo. Dentro de la importante cantidad de aportes conceptuales de Skinner, probablemente el más relevante sea el del condicionamiento operante (aprendizaje operante). En éste, cuando una unidad de comportamiento es reforzada, su probabilidad de ocurrir nuevamente es mayor. Esto sucede cuando después de una conducta se presenta al sujeto un estímulo deseado. Así mismo, una conducta puede fortalecerse por un refuerzo negativo, esto es, mediante la supresión de un estímulo que sea incómodo o aversivo. Los refuerzos pueden ser continuos o intermitentes y son deseables para la obtención de los objetivos del proceso de aprendizaje (Skinner, 1974).

Aportes conceptuales más relevantes (Ferreyra & Pedrazzi, 2007 / 2012):

- Aprendizaje operante.
- Refuerzo positivo.
- Refuerzo negativo.
- Programa de refuerzo: Continuo e intermitente.

1.1.2. Teorías Socio - Cognitivas

TEORÍA PSICOGENÉTICA. JEAN PIAGET (1896 – 1980). Suiza.



<http://ehlt.flinders.edu.au/education/DLiT/2004/18stages/piaget.htm>

Piaget propone una teoría que se deriva de sus orígenes en la investigación en biología, filosofía y psicoanálisis. Considera que todo ser humano (y todo ser vivo) se encuentra impulsado permanentemente a buscar el equilibrio y la adaptación con el entorno. De ahí que considere que la capacidad de adaptación es una medida de la inteligencia.

Piaget busca la solución de los problemas de aprendizaje utilizando conceptos biológicos que explican cómo se llega al equilibrio. Introduce conceptos como los de “...organización, adaptación, génesis, estructura y función; la asimilación y la acomodación, que utiliza para explicar la adaptación mediada por la equilibración” (Rodríguez & Larios, 2006, p. 88).

Un concepto Piagetiano que para el investigador es importante analizar en este trabajo, es el del desequilibrio cognitivo. En virtud del mismo, para que haya un aprendizaje debe plantearse una situación problémica que le exija al estudiante una búsqueda de equilibrio como producto de los procesos de asimilación y acomodación. La música que se propone como instrumento didáctico para la búsqueda del aprendizaje genera

la apertura de un “lenguaje alternativo” o no convencional, lo cual posiciona al estudiante en un terreno que no es el habitualmente conocido (textos escritos, diagramas, imágenes, videos, talleres de discusión, etc.) generando una mayor exigencia y un desequilibrio desestructurante. Unir los conceptos verbales a la música podría, eventualmente, abrir nuevos caminos de asimilación y posterior adaptación, lo cual es susceptible de convertirse en un factor de equilibrio posterior. Para Piaget es importante partir del desarrollo mental del estudiante y proponer situaciones que disparen el desequilibrio cognitivo, sentimental y social. Estas últimas características se pueden dar en el momento de utilizar la música de construcción científica (basada en electroencefalografía y análisis de ondas cerebrales), pues se tiene en cuenta el desarrollo del estudiante y, como se especificó anteriormente, se promueve el desequilibrio cognitivo y sentimental, aunque no necesariamente se realiza una interacción social posterior.

TEORÍA SOCIO - HISTÓRICA. LEV VYGOTSKY (1896 – 1934).



<http://www.education.com/reference/article/vygotsky-lev-semenovich-1896-1934/>

Lev S. Vygotsky expresa en su libro *Pensamiento y Lenguaje*, publicado por primera vez en 1934, una serie de ideas que se constituyeron en la consolidación de la Psicología como una disciplina científica. Estudia las relaciones del hombre con su medio

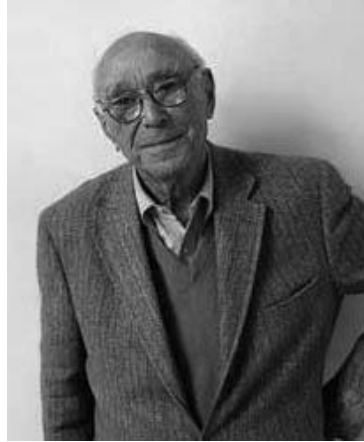
social desde la educación, asumiendo que el aprendizaje no solo depende del “cerebro y las manos”, sino de una serie de instrumentos sociales que permiten el desarrollo.

Sus conceptos fundamentales son la **Zona de Desarrollo Próximo**, que es un espacio entre lo que el aprendiz tiene previamente construido como conocimiento y el espacio en el cual se mueve o desarrolla hasta generar nuevo conocimiento, con la ayuda de un par o alguien superior. La **Zona de Desarrollo Real** es el espacio que se circunscribe a lo que la persona puede hacer sin ayuda. La **Zona de Desarrollo Potencial** es el espacio que se circunscribe a lo que una persona puede hacer con ayuda. Vygotsky considera que la construcción de saberes tiene una característica de socio-auto-construcción cultural. Expresa también que los procesos psicológicos pueden ser superiores (específicamente humanos) o elementales (no específicos del hombre). Finalmente, Vygotsky le da gran importancia a la controversia en un proceso educativo, ya que la misma genera mayor capacidad de producción colectiva de conocimiento (Vygotsky, 1995).

Relacionando los planteamientos de Vygotsky y la presente Tesis Doctoral, el autor de esta Tesis considera que, dado que la aproximación al manejo de los conceptos por medio de la música no requiere del andamiaje propio de pares o profesores, no se hablaría de avanzar por el camino de una Zona de Desarrollo Próximo, sino del espacio propio de la Zona de Desarrollo Real. Se trata, también, de procesos psicológicos superiores, los cuales son exclusivos del ser humano, pues la capacidad de recordar engramas a través de la música es algo a lo que solamente puede acceder quien tenga un desarrollo muy avanzado desde el punto de vista de las sinapsis neuronales.

Lev Vygotsky afirma que el sujeto humano actúa sobre la realidad transformándola y transformándose a sí mismo a través de unos instrumentos psicológicos a los que denomina “mediadores” (Paz, 2007).

APRENDIZAJE POR DESCUBRIMIENTO. JEROME BRUNER (1915).



<http://moblog.whmsoft.net/es/Encuentros.php?keyword=biografia+de+jerome+bruner&language=spanish>

Aportes conceptuales (Ferreyra & Pedrazzi, 2007 / 2012):

- Aprendizaje por descubrimiento: La acción, las imágenes mentales y el lenguaje.
- Andamiaje: Interacción entre un sujeto experto y uno menos experto.
- Imitación.
- Revolución de la enseñanza.

Para este psicólogo norteamericano, el hombre no es solo un ser biológico, sino ante todo, un ser cultural. Como la cultura es demasiado amplia en contenidos, ningún hombre por sí solo la puede asimilar. Por eso es necesaria la educación. Considera que la educación es tan compleja como la misma sociedad y que debe adaptarse a los ritmos de ella. Por eso considera que el conocimiento aporta poder. Plantea que una teoría de la educación es una teoría política, porque la educación se deriva de decisiones que corresponden a la distribución del poder dentro de la sociedad. Bruner es un psicólogo cognitivo que se encuentra entre Piaget, Freud y Vygotsky. Bruner considera que el desarrollo no es solamente una asociación estímulo – respuesta, sino que es una cuestión de esfuerzos y descansos. Considera que los seres humanos desarrollan tres sistemas complementarios para asimilar y utilizar la información que reciben. Estos son a) la

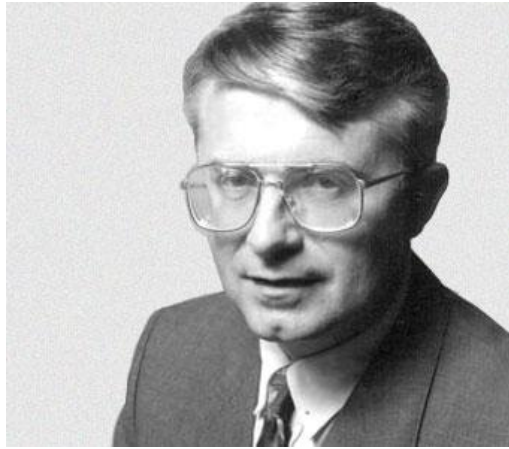
manipulación y la acción, b) la percepción y la imaginación, acompañada de la organización visual y c) los recursos simbólicos mediante las palabras y el lenguaje.

Bruner considera que la educación es una negociación de sentido. Los profesores no pueden ver a los estudiantes como minusválidos mentales. Trabaja sobre la idea del conocimiento significativo, que es lo que despierta interés en la persona. Considera que cualquier conocimiento puede enseñarse a cualquier persona, y para lograrlo se debe comenzar con procedimientos activos e intuitivos y después utilizar formas de representación cada vez más simbólicas y conceptuales. Los estudiantes deben ser alentados a descubrir por su propia cuenta y a formular conjeturas, lo cual le da valor al pensamiento intuitivo.

Considera, finalmente, que el currículo debe construirse en forma de espiral, lo cual permite retomar constantemente y a niveles cada vez más amplios los núcleos básicos de cada materia (Posada, 1993).

En el caso de la utilización de la música como estrategia didáctica, podemos considerar que las palabras articuladas a la música se constituyen en lo que Bruner denomina un recurso simbólico. A través de la música, además, se realiza una manipulación generadora de una posterior acción, desde la cual se pueden resolver situaciones posteriores con lo ya aprendido. Por último, el proceso de enseñanza – aprendizaje a través de la música, tal como lo hemos conceptualizado e implementado, requiere de un alto grado de imaginación, condición fundamental para desarrollar un conocimiento significativo.

APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO. DAVID AUSUBEL (1918 - 2008).



<http://www.biografiasyvidas.com/biografia/a/ausubel.htm>

La psicología de Ausubel propone una taxonomía de los aprendizajes clasificados así:

- a) Aprendizaje por repetición y aprendizaje significativo referidos a la formación de conceptos.
- b) Aprendizaje verbal y aprendizaje no verbal
- c) La distinción de los procesos mediante los cuales se adquieren las diferentes clases de aprendizaje: aprendizaje por repetición, por descubrimiento, mecánico o repetitivo y aprendizaje significativo.

Gutiérrez, R. precisa que Ausubel describe tres tipos de aprendizaje significativo:

- a) el de representaciones o de proposiciones de equivalencias; de él dependen todos los demás y consiste en el aprendizaje de símbolos o de lo que éstos representan; b) el de proposiciones, que consiste en hacerse al significado de nuevas ideas, expresadas en forma de proposiciones; y, c) el de conceptos, según el cual, éstos se representan con palabras o nombres (Pérez & Gallego, 1995, p. 17).

Analizando estos planteamientos a la luz de lo que se busca en la presente Tesis Doctoral, la música como acompañante de un proceso de aprendizaje que tiene un componente verbal y un significado semántico, bien puede considerarse como aprendizaje por repetición y aprendizaje verbal. No obstante, a pesar de que se utilice la repetición para

el aprendizaje de contenidos académicos en el contexto de una obra musical, dichos contenidos son construidos de manera lógica dentro de conceptos que guardan un sentido para el estudiante.

Adicionalmente, se contempló la posibilidad de definir si la música construida con base en ciertos intervalos musicales promueve en el cerebro el predominio de ondas alfa y beta (indispensables para optimizar los procesos de aprendizaje), buscando establecer que la música compuesta científicamente con base en los resultados de la primera parte de esta investigación, acompañando el proceso de estudio con características tales como melodía, armonía e intervalos musicales, sin que exista una letra haciendo parte de la obra musical, puede facilitar el proceso de aprendizaje. En este caso, no se trataría de un aprendizaje memorístico sino del aprendizaje de conceptos que guardan un significado contextual propio y la música se convierte, entonces, en el elemento que “sincronice” el cerebro para promover un mejor aprendizaje y posterior recordación de lo aprendido.

Teniendo en cuenta esta nueva consideración, el autor de esta Tesis decidió abrir un grupo experimental adicional, el cual únicamente escuchó música instrumental compuesta con base en los intervalos musicales adecuados para el aprendizaje, mientras se estudiaban los materiales propios del tema a aprender.

Ausubel especifica unos criterios de competencia para que se dé el aprendizaje significativo. Estos son los siguientes: a) actitud positiva hacia el aprendizaje, b) que el material que se estudie tenga significado para el estudiante, lo que significa que ese material debe correlacionarse adecuadamente con lo que el estudiante ya tiene estructurado y c) que el material no sea vago, arbitrario, o difícil de relacionar con las ideas que el estudiante pueda asimilar y que sea lógico a la luz de la estructura de la mente humana (Pérez & Gallego, 1995).

Para efectos de la presente investigación, se observará que los contenidos temáticos de las canciones que llevan letra (contenidos disciplinares), han sido previamente estudiados en clase con los profesores, por lo cual dichos contenidos tendrán un significado lógico para el estudiante.

Otros aportes conceptuales de Ausubel (Ferreyra & Pedrazzi, 2007 / 2012):

- Disposición favorable / motivación.
- Conocimientos previos.
- Memoria comprensiva.
- Aprendizaje funcional.
- Aprendizaje por exposición.

APRENDIZAJE POR IMITACIÓN. ALBERT BANDURA (1925).



http://stanford.edu/dept/psychology/bandura/bandura-bio-pajares/Albert%20_Bandura%20_Biographical_Sketch.html

Albert Bandura, Psicólogo canadiense, desarrolló una teoría Social Cognitiva del comportamiento humano a mediados de la década de los ochenta.

Considera que los determinantes de la conducta humana residen en las fuerzas del medio. En cuanto a los orígenes de la conducta, plantea que el aprendizaje se hace por medio de modelos. En la Teoría del Aprendizaje Social se dan cuatro procesos, a saber: Atención, Retención, Reproducción Motora y Motivación. Plantea, además, que el ser humano ejerce un control de su actuar basado en procesos cognitivos como la imaginación, la simbología y el pensamiento, los cuales se constituyen en lineamientos básicos para la acción. Bandura propone que la conducta humana no refleja estrictamente el bagaje

cognitivo de la persona, el cual es comúnmente mayor que el reflejado a través de los actos (Ferreyra & Pedrazzi, 2007 / 2012).

Bandura propone tres modos de agenciamiento (capacidad o habilidad para actuar): el agenciamiento directo personal, el agenciamiento “proxy” (que depende de otros para actuar según lo que es óptimo para el individuo) y el agenciamiento colectivo que depende de la coordinación social unida al esfuerzo independiente de la persona (Bandura, 2001).

El aprendizaje mediado por música requiere de una motivación previa del estudiante e integra los procesos de atención, retención y reproducción motora del lenguaje lógico que se ha integrado a la música mediante la composición.

**INTERACCIONISMO SOCIAL. REUVEN FEUERSTEIN (1921).
PARTICIPACIÓN GUIADA. BÁRBARA ROGOFF.**



<http://www.casbs.org/barbara-rogooff>

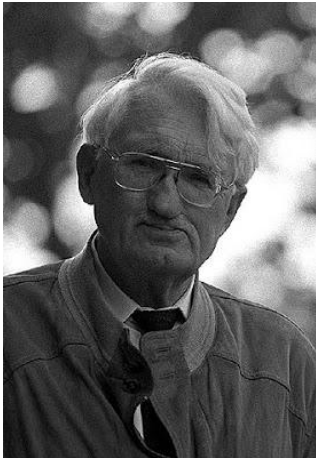


<http://psicologia2.pbworks.com/w/page/19569009/Reuven%20Feuerstein>

Para Reuven Feuerstein (Interaccionismo Social), la inteligencia es la interacción entre el organismo y el medio ambiente. El potencial de aprendizaje es la capacidad de una persona para ser modificada significativamente por el aprendizaje. Plantea que cuando faltan condiciones ambientales básicas para que se genere un proceso de modificabilidad cognitiva, se constituye lo que él denomina una privación cultural.

Por su parte, Bárbara Rogoff plantea que el aprendizaje se basa en la intersubjetividad, a través de una apropiación participativa. Su principal aporte conceptual es la participación guiada, interesándose principalmente en los aspectos culturales del aprendizaje con atención especial en la herencia indígena de diversas comunidades americanas (Ferreyra & Pedrazzi, 2007 / 2012). Afirma que los procesos psicológicos superiores, exclusivos de los humanos, sólo se pueden adquirir mediante la interacción con otros (Paz, 2007).

APRENDIZAJE DIALÓGICO. JURGEN HABERMAS (1929). PAULO FREIRE (1921 - 1997).



<http://co.globedia.com/ahora-nunca-europa-jurgen-habermas-peter-bofinger-julian-nida-rumelin>



http://www.goodreads.com/author/show/41108.Paulo_Freire

Aportes conceptuales (Ferreyra & Pedrazzi, 2007 / 2012):

- El aprendizaje dialógico parte de la idea de que es posible transformar el contexto a partir del diálogo, la interacción y la comunicación social, y no solamente adaptarse. Habermas sostuvo esta premisa en el campo social y Freire en el educativo. El aprendizaje dialógico supera al significativo. Se realiza y convence interpersonalmente mediante ejemplos y argumentos.

- Acción comunicativa: La dialogicidad es una condición indispensable para el conocimiento. A través del diálogo el hombre juzga y critica, comprende y se comunica.

JURGEN HABERMAS

El más importante exponente de la segunda generación de filósofos de la Escuela de Frankfurt. Propuso un modelo que permite analizar a la sociedad como dos formas de racionalidad que están en juego simultáneamente: La racionalidad sustantiva del mundo de la vida y la racionalidad formal del sistema. Considera que la socialización es condición de la identidad. Uno de sus aportes más importantes fue el de la acción comunicativa, la cual colabora en los tres procesos que conforman la socialización, a saber:

- 1) Recepción y reproducción cultural
- 2) Integración social
- 3) Desarrollo de la personalidad

Habermas considera a la sociedad como un conglomerado de sistemas complejos y estructurados donde el actor (quien habita en el mundo objetivo, subjetivo y social) se va transformando en un proceso continuo (Vargas – Mendoza, 2006).

PAULO FREIRE

Paulo Freire tuvo una muy nutrida producción intelectual, académica, editorial y de investigación. Desarrolló procesos de alfabetización de grandes masas poblacionales en Brasil. Siempre consideró que los procesos educativos deberían tener, como condición fundamental, contenidos que tuvieran un significado práctico para las personas, planteando que la entrada de alguien al mundo de la educación promueve en él un desarrollo liberador. La Pedagogía Crítica o Pedagogía del Oprimido explica que a través de la educación el hombre tiende a transformar su realidad histórica transformándose a sí mismo, humanizándose y luchando por su libertad, enfrentando a una clase dominadora que intenta perpetuar las diferencias sociales por medio de la violencia, la opresión y la injusticia. Freire habla sobre el concepto de Educación Bancaria como instrumento de opresión, considerando al aprendiz como un depositario de una “dádiva”, siendo considerado como

una tabula rasa (ignorancia absoluta). En esta pedagogía se dan únicamente relaciones entre sujetos narradores y objetos oyentes y pasivos. La educación se considera como un acto de “depositar”, sin procesos creativos o transformadores. El diálogo pedagógico es considerado como la esencia de una educación como práctica de libertad. La investigación pedagógica implica una observación permanente de actitudes comprensivas y críticas hacia la realidad, procurando a los educandos una experiencia real en contacto permanente con la sociedad. Freire considera que educar o alfabetizar es concientizar, estimulando las capacidades de: Objetivar, criticar la realidad, admirar y desmitificar al mundo que nos rodea, replanteando al ser humano como un sujeto de la cultura (Cabral, 2005).

APRENDIZAJE COMPRENSIVO. DAVID PERKINS (1943).



<http://www.arteducators.org/learning/learning-in-a-visual-age/summit-participants/david-perkins>

Para Perkins los fines de la educación son bastante sencillos. Podemos mencionar tres de ellos, como son la retención, el entendimiento y el uso activo de conocimientos y competencias (Perkins, 1992). No obstante, estas aspiraciones tan aparentemente simples son muy difíciles de lograr. Lo fundamental para Perkins, desde la perspectiva constructivista, es el aprendizaje para la comprensión. Por eso reitera en su obra que hay diferentes niveles de comprensión y actividades para llegar a la misma, lo cual precisa de gran motivación por parte del estudiante y del profesor, una permanente retroalimentación y un manejo claro y preciso de la información. Especifica cuatro niveles de comprensión,

que van desde la repetición de los contenidos y la resolución de problemas hasta la investigación.

Perkins considera que el constructivismo ofrece posibilidades inmensas de desarrollo en lo relacionado con el aprendizaje. Sus raíces están en las perspectivas de Piaget, la emergencia de la psicología cognitiva guiada de Jerome Bruner y Ulric Neisser y las perspectivas de filósofos constructivistas como Nelson Goodman. Todos ellos consideran que los aprendices no solamente almacenan información. El entendimiento es algo que se va ganando a través de un complejo proceso que incluye las conjeturas, las comprobaciones y la puesta en práctica de soluciones. Todo este proceso requiere de un acompañamiento moral por parte de los profesores, al mismo tiempo que la tecnología ofrece una ayuda importante.

Por último, Perkins considera que las competencias cognitivas se hacen posibles cuando están contextualizadas en situaciones reales (Perkins & Salomon, 1989).

La estrategia mediada por música puede permitir el logro de los fines de la educación planteados por Perkins. Para lograr tal objetivo, la música se compone con significados lógicos y familiares para los estudiantes, los cuales están aterrizados en la realidad de quienes son sujetos del aprendizaje.

INTELIGENCIAS MÚLTIPLES. HOWARD GARDNER (1943).



http://reflexioneseducativa.blogspot.com/2011_05_01_archive.html

Gardner propone dos ideas fundamentales a la hora de plantear el concepto de inteligencia

... 1) que la inteligencia es plural e incluye la creación de productos además de la resolución de problemas, y 2) que la inteligencia no se define a priori ni por su rendimiento en unas pruebas, sino en función de lo que se valora en un momento histórico dado y en un contexto cultural concreto (Gardner, 2004, p. 47).

Gardner considera tres grupos de inteligencias, a saber: las inteligencias del analista de símbolos (lingüística y lógico – matemática), las inteligencias no canónicas (musical, espacial, corporal cinestésica y naturalista) y las inteligencias personales (intrapersonal e interpersonal). En su libro *Mentes Flexibles* presenta una novena inteligencia, la existencial (espiritual).

Para efectos de la aplicación de estos conceptos en la presente Tesis, sería sencillo considerar que se está acudiendo exclusivamente a la inteligencia musical para promover una estrategia que permita mejorar el aprendizaje. De hecho, sí se trata de la principal inteligencia a la que se le echará mano en esta investigación. No obstante, el investigador considera que se empleará, de igual manera, la inteligencia lingüística, ya que los contenidos que deberán ser estudiados son verbales y escritos. Combinar, entonces, las manifestaciones propias de dos tipos de inteligencias (a la luz de estas teorías), podría constituirse en uno de los factores que, a la postre, facilite el proceso de aprendizaje de contenidos de difícil estudio y posterior utilización para la resolución de problemas.

Aportes conceptuales (Ferreya & Pedrazzi, 2007 / 2012):

- Inteligencia es un potencial biopsicológico.
- Inteligencia es la capacidad de resolver problemas y de crear productos en un ambiente que represente un contexto rico y de actividad natural.
- La inteligencia es una sucesión de potencialidades que se complementan o no, dependiendo de la cultura, de la calidad y de los soportes tecnológicos de la educación.
- Tipos de inteligencia:
 - Lingüística

- Lógico – Matemática
- Musical
- Espacial
- Cinestésica – Corporal
- Interpersonal
- Intrapersonal
- Naturalista

INTELIGENCIA EMOCIONAL. DANIEL GOLEMAN. (1946)



<http://bsr.london.edu/lbs-article/455/index.html>

Aportes conceptuales (Ferreyra & Pedrazzi, 2007 / 2012):

- La inteligencia emocional: El trabajo en las emociones humanas, tales como la timidez, la autodisciplina, la persistencia y la empatía, posee una relevancia mayor que el índice de inteligencia.
- Aprendizaje emocional.
- Alfabetización emocional.
- Auto - concepto.

Este psicólogo norteamericano propone que la inteligencia emocional es mucho más importante que el coeficiente intelectual, a la hora de aprender y de resolver en la práctica situaciones problemáticas de la vida. Plantea que aunque después de la Primera

Guerra Mundial las sociedades industrializadas aumentaron su coeficiente intelectual, dicho aumento ha ido en detrimento de la inteligencia emocional.

Goleman encontró que el coeficiente intelectual era un pésimo predictor de éxito entre el colectivo de personas inteligentes que se desenvolvían en los campos cognitivamente más exigentes. Considera que nuestra inteligencia emocional determina la capacidad potencial de que dispondremos para aprender las habilidades prácticas, teniendo en cuenta cinco elementos fundamentales: a) la conciencia de uno mismo, b) la motivación, c) el autocontrol, d) la empatía y e) la capacidad de relación (Goleman, 1998).

Goleman define cinco capacidades de la inteligencia emocional, a saber (Goleman, 1998):

- a) Independencia
- b) Interdependencia
- c) Jerarquización
- d) Necesidad pero no suficiencia
- e) Genéricas

APRENDIZAJE COOPERATIVO. DAVID JOHNSON (1940) Y ROGER JOHNSON.



<http://www.smsavia.com/content/david-johnson-y-roger-johnson>

Aportes conceptuales (Ferreyra & Pedrazzi, 2007 / 2012):

- Interdependencias sociales: cooperativas y competitivas.
- Interdependencia positiva.
- Interacción promotora cara a cara.
- Responsabilidad personal e individual.
- Habilidades personales y de los pequeños grupos.
- Procesamiento grupal.
- Tipos de aprendizajes cooperativos: formal, informal y grupos de base.
- Conflicto constructivo o teoría de la controversia.

APRENDIZAJE SITUADO. BROWN, J.; COLLINS, A.; DUGUID, P.; LAVE, J.; WENGER, E.; RESNICK, L.; SALOMON, G.

El Aprendizaje Situado "... es un producto de la interacción entre agentes y elementos del entorno; donde la utilización y adecuación de las herramientas con el medio circundante se tornan como premisas particulares en la construcción del conocimiento" (Paz, 2007, p. 4).

Aportes conceptuales (Ferreyra & Pedrazzi, 2007 / 2012):

- Comunidad de aprendizaje.
- Comunidad de práctica.
- Acción recíproca.
- Práctica social.
- Participación periférica legítima.
- Distribución cognitiva.
- El aprendizaje situado no constituye una teoría, sino una concepción que resalta el carácter político de las prácticas escolares y abarca las ideas básicas para adquirir de manera contextualizada el conocimiento.

Concluyendo, buena parte de las teorías del aprendizaje que se han presentado en esta Tesis guardan una relación directa con el objeto de este estudio. De Edward Thorndike hemos adaptado que los estímulos generan conexiones neuronales para determinar posteriores respuestas en el aprendizaje. Consideramos que la utilización de la música en el aprendizaje de diversos temas disciplinares puede llevar a que se utilicen diferentes sinapsis, lo cual puede redundar en una mayor fijación de lo aprendido. De Howard Gardner, aprovechamos la definición de una de las siete inteligencias: la Inteligencia Musical. De Juliana Yordanova hemos aprendido la relación entre las oscilaciones neuronales eléctricas y las funciones cognitivas del cerebro, en especial en los procesos de aprendizaje y memoria. De Rodolfo Llinás, la importancia de la memoria explícita y la memoria implícita en la ejecución y aprendizaje de la música. De Peterson y Thaut, la coherencia frontal electroencefalográfica que sucede cuando se desarrolla el aprendizaje verbal y la evidencia empírica de que la música puede fortalecer el aprendizaje y la memoria. De Ausubel, tomamos el concepto de aprendizaje significativo que motiva en parte esta investigación, llevándonos a sensibilizar a los estudiantes a entender los potenciales beneficios del método que proponemos, generando procesos que promuevan la organización y adaptación del conocimiento, tal como lo plantea Piaget, promoviendo una asimilación y una acomodación adecuada de ese nuevo conocimiento. De Malcolm Knowles adaptamos el concepto de andragogía y la manera como deberíamos abordar a los estudiantes de pregrado en Medicina.

La música, como estrategia didáctica, puede acompañar a los procesos de enseñanza – aprendizaje que correspondan a teorías conductuales o conductistas, derivadas de las investigaciones de Pavlov, Thorndike o Skinner. Puede nutrirse de los conceptos fundamentales de Vygotsky en el planteamiento de los potenciales de desarrollo cognitivo de una persona, o participar en procesos de aprendizaje por descubrimiento como los planteados por Bruner, y hacer parte de los planteamientos constructivistas propios del interaccionismo social de Feuerstein y Rogoff.

Por último, en el marco del aprendizaje cooperativo o colaborativo, del interaccionismo social, del aprendizaje dialógico y del aprendizaje reflexivo, un esquema didáctico basado en la música se constituye en una herramienta complementaria que puede

permitir acercarse a los objetivos fundamentales de los procesos educativos, esto es, a unos resultados, en términos de aprendizaje, más favorables para profesores y estudiantes. Con lo anterior, consideramos que la música no se contrapone (ni choca) contra ninguna de las teorías que nos permiten entender cómo aprende una persona. Por el contrario, se constituye en un elemento de apoyo y ayuda para la construcción de conocimiento duradero.

Resumiendo los elementos que constituyen la postura propia del autor de esta investigación, se puede considerar lo siguiente: La música es un elemento de gran potencia para estimular al Sistema Nervioso. Ciertos intervalos musicales, al ser empleados de manera repetitiva y prioritaria dentro de obras orquestales estructuradas, son capaces de generar el predominio de ondas cerebrales Beta y Alfa, las cuales son indispensables y predominan en momentos en los que el cerebro se dispone para el entendimiento, el aprendizaje y la posterior recordación de engramas, conceptos o temas de un área específica, ya que la música permite la utilización de sinapsis neuronales más complejas que aquéllas referidas únicamente al lenguaje verbal o escrito. Lo anterior es susceptible de suceder en el cerebro de personas con diversos estilos de aprendizaje, acoplándose de manera óptima a aquellos tipos de aprendizaje en los que se privilegia la memoria, y sirviendo de elemento de apoyo en aquellos tipos de aprendizaje analítico constructivista. El estudio detallado y sistemático de la actividad eléctrica cerebral durante la escucha de la música para el aprendizaje, se constituye en un elemento de importancia potencial para profundizar en los aspectos propios de la neurocognición, área de incipiente desarrollo en neurociencia.

7.3 LOS INTERVALOS MUSICALES

¿Qué son los intervalos musicales y qué importancia tienen para la música?³

³ Entrevista al Profesor Moisés Herrera, Psicólogo con Especialización en Desarrollo Musical de la Universidad de la Sabana (Bogotá, Colombia), Maestro en Música de la Universidad Sergio Arboleda (Bogotá, Colombia), Compositor y Director de Orquesta. Profesor de Musicoterapia de la Especialización en

A través de la historia de la humanidad, la música ha estado presente en las diferentes culturas y ha ocupado un puesto relevante en el bienestar de las sociedades, su expresión artística y su desarrollo. Además, el papel de la música como modulador de las emociones y facilitador de procesos mentales se encuentra en ejemplos tan remotos como la Biblia o la mitología griega.

A partir del siglo XX, con el advenimiento de la tecnología que permite la medición objetiva de procesos fisiológicos y energéticos en el ser humano, se ha desarrollado la disciplina de la musicoterapia en un intento de estandarizar y sistematizar la influencia de la música en los procesos cerebrales, mentales y de salud en general. Simultáneamente la capacidad de generar estímulos sonoros cada vez más puros gracias a la tecnología de síntesis, ofrece la posibilidad de establecer vínculos cada vez más precisos entre los componentes de la música como estimulación y las respuestas electroencefalográficas subsecuentes.

La música es tradicionalmente definida como el arte de los sonidos: es la forma artística que utiliza al sonido como su materia prima. Por tanto, hacer un análisis de la música como estimulación humana, implica analizar el sonido como fenómeno físico. El sonido es un evento vibratorio que, en el caso del ser humano, se encuentra en el rango de los 20 a 20.000 Hz dentro de un ambiente de expansión de tipo gaseoso como es la atmósfera. Esta frecuencia es la que le da al sonido la caracterización de agudo o grave, y en el caso de la música, existen frecuencias predeterminadas que se utilizan como base para la construcción de una obra. Esas frecuencias predeterminadas se denominan escalas o modos y son el fundamento sobre el cual un compositor genera una melodía. Los modos o escalas varían de acuerdo a la cultura y la época. De la Grecia antigua, específicamente de Pitágoras, nos ha llegado la división de las frecuencias en doce alturas que se repiten una vez que se ha duplicado la frecuencia inicial. Esta división es lo que hoy conocemos como la escala cromática y que se expresa musicalmente de la siguiente manera:

do-do#-re-re#-mi-fa-fa#-sol-sol#-la-la#-si

A su vez, dependiendo de la distribución de estos sonidos en secuencias, no de doce sino de siete grados, han llegado hasta nuestros días los modos jónico, dórico, frigio, lidio, mixolidio y eólico. Cabe anotar que estas convenciones de frecuencia son diferentes entre la cultura oriental y la occidental. El sistema griego ha llegado hasta nuestros días pasando por la preservación en el canto gregoriano (de donde vienen los nombres de los grados de la escala), el barroco, el clasicismo y el romanticismo occidentales.

En la actualidad, la gran mayoría de la música en occidente está construida melódica y armónicamente sobre esta estructura cromática y modal derivada de Grecia. Es por esto que se hace posible un análisis y una descomposición de los estímulos musicales, a partir de los grados que los componen y la relación entre ellos. La escala cromática en modo jónico corresponde a lo que hoy conocemos como la escala diatónica:

do-re-mi-fa-sol-la-si

La distancia que existe entre cada uno de ellos se conoce musicalmente como intervalo y se denomina por grados de la siguiente forma:

do-re	segunda mayor
do-mi	tercera mayor
do-fa	cuarta justa
do-sol	quinta justa
do-la	sexta mayor
do-si	séptima mayor
do-do (agudo)	octava justa

Al adicionar a la escala diatónica las alteraciones de la escala cromática, se obtienen nuevos intervalos a saber:

do-reb (do#) segunda menor

do-mib (re#) tercera menor

do-fa# cuarta aumentada

do-lab(sol#) sexta menor

do-sib (la#) séptima menor

De esta manera se tienen doce intervalos posibles que pueden originarse desde cualquier grado de la escala cromática y que se encuentran en la base de cualquier composición musical occidental. Al intentar identificar conexiones entre respuestas cerebrales corticales y la música, la estimulación mediante intervalos específicos permite aislar contenidos y estructuras complejas propios de la música como arte y dejar al descubierto la estructura básica de su elaboración en la búsqueda de reacciones específicas en forma de ondas cerebrales.

Los intervalos pueden ser percibidos de forma melódica (secuencial) o armónica (simultánea); por tanto, para los objetivos experimentales se diseña una secuencia que presenta los intervalos de las dos maneras.

De otra parte, la estimulación sonora de la música convencional no viene dada en forma de frecuencias puras. El timbre característico de cada instrumento musical está dado por la existencia de múltiples frecuencias añadidas llamadas armónicos, que experimentalmente "ensucian" el estímulo y pueden tener poder de evocación tímbrica lo que puede viciar los resultados o generar respuestas individuales o subjetivas a los estímulos sonoros. Es aquí donde el avance de la tecnología musical y de ingeniería de sonido permite actualmente la generación de frecuencias puras (sin armónicos) que no pueden ser asociadas con ningún instrumento musical reconocido y en ambientes binaurales (estímulos repartidos de forma cíclica en los dos oídos) de forma tal que se puedan minimizar los efectos de memoria (evocación tímbrica), interacción de frecuencias parásitas y extrañas a los intervalos y lateralización (división hemisférica y especialización en el procesamiento de la información temporo-parietal). Para lo anterior, se utiliza un software de síntesis sonora (Reason- Subtractor) que genera ondas sinusoidales puras con

un sistema de oscilación de baja frecuencia (LFO) en las frecuencias designadas para los intervalos.

La importancia de relacionar los estímulos interválicos musicales con las ondas tipificadas radica en poder extender los hallazgos obtenidos a condiciones mentales y comportamentales ya relacionados experimentalmente con dichos trazos electroencefalográficos, como proceso de aprendizaje, memoria y atención, sin mencionar condiciones de patología neurológica o psiquiátrica.

7.3.1 TEORÍA MUSICAL

La música es la actualización de la posibilidad de cualquier sonido de presentar a algún ser humano un significado, el cual es experimentado por su cuerpo, es decir, su mente, sus sentimientos, sus sensaciones, sus deseos y su metabolismo. Es, por lo tanto, una certera y recíproca relación establecida entre una persona, su comportamiento y un objeto sonoro (Clifton, 1983, p. 10).

El autor de esta tesis puede considerar, por lo tanto, que la música es sonido con un sentido o significado. Dicho de otra manera, si la música no es escuchada por un ser humano, quien puede darle un sentido y un significado específicos, no se puede considerar música.

Latham, A. (2002); Campbell, Greated & Myers (2006); Lindley, Campbell & Greated (2007) y Aldwell, E., Schachter, C. & Cadwallader, A. (2010) nos recuerdan en sus diversas obras consultadas para esta tesis, los elementos básicos de la música, que son los siguientes:

Altura.

La altura es la ubicación (baja o alta) de un tono. Las frecuencias de las ondas sonoras que producen una altura (pitch) pueden ser medidas con gran precisión, pero la percepción de la altura es más compleja porque el oído humano puede, muy raramente, escuchar una frecuencia sola, lo que constituiría una altura pura. En la música, los tonos, aún aquellos que suenan como producto de instrumentos solitarios o de voces, usualmente son combinaciones complejas de frecuencias, y por lo tanto, mezclas de alturas.

Intervalo.

Como hemos visto, un intervalo es la relación entre dos alturas o tonos. De hecho, se trata de la diferencia entre dos alturas. En términos físicos, un intervalo es el ratio entre dos frecuencias sonoras. En la teoría de la música occidental, los esquemas para nombrar comúnmente a los intervalos describen dos propiedades de dichos intervalos: la cualidad (perfecto, mayor, menor, aumentado, disminuido) y el número (unísono, segunda, tercera, etc.). Finalmente, podemos decir que el intervalo constituye la estructura melódica.

Escalas.

Las notas se pueden arreglar u organizar en una variedad de escalas y modos. En la teoría de la música occidental, la octava se divide en una serie de 12 tonos, denominada escala cromática, en la cual el intervalo entre dos tonos adyacentes se denomina semitono.

Ritmo.

El ritmo es producido por la secuencia ordenada de sonidos y silencios en el tiempo. La métrica mide la música en pulsos regulares o grupos. La métrica y el tiempo especifican cuántos beats están en una medida y cuál valor de la nota escrita debe contarse o sentirse como un beat solitario.

Melodía.

La melodía es una serie de tonos que suenan en sucesión y típicamente se mueven hacia el climax o tensión que busca resolver una parte de una canción hacia un estado de descanso. Constituye un aspecto muy prominente de la música. Podemos considerar que los elementos básicos de la melodía son: altura, duración, ritmo y tempo o tiempo.

Armonía.

La armonía es el estudio de sonoridades verticales en la música. La sonoridad vertical es producida por las relaciones de alturas que ocurren conjuntamente, es decir que se presentan al mismo tiempo. De qué manera los sonidos se presentan juntos en una sucesión que permita crear lo que reconocemos como música es una gran preocupación de la teoría musical.

Para los efectos de este trabajo de investigación, ya se ha establecido que hemos empleado el elemento “intervalo” como eje central para nuestros análisis.

7.3.2 SOBRE ALGUNAS INVESTIGACIONES EN MÚSICA, MEMORIA Y APRENDIZAJE

Muchos estudiantes escuchan música mientras estudian. Algunos de estos estudiantes refieren que escuchan música para prevenir la somnolencia y mantener su fijación o activación para el estudio. Algunos, incluso, consideran que la música de fondo les facilita un mejor desempeño en el trabajo (Iwanaga e Ito, 2002). Salamé y Baddeley (1989) demostraron cómo la música vocal e instrumental interfiere con el desarrollo de la memoria lingüística. Hanley y Bakopoulou (2003) encontraron que el disturbio de la memoria lingüística con la música se relaciona con que los componentes lingüísticos de la música pueden ocupar los giros fonológicos, del mismo modo que lo hace la palabra hablada. Rolla (1993) explicó que la letra en una canción, siendo lenguaje, desarrolla imágenes que permiten la interpretación y la experiencia en el proceso comunicativo. Muchas investigaciones recientes coinciden en la idea de que si se vive la experiencia del lenguaje en una canción es posible comunicar sentimientos y emociones más directamente que el lenguaje sólo o la música instrumental sola. Rolla (1993) considera que la música vocal afecta las emociones y el estado de ánimo de una manera mayor que la música instrumental. Por otro lado, Fogelson (1973) encontró que la música es un distractor para las pruebas de lectura de los niños. No obstante, en una investigación de la American University de Washington se pudo resaltar el poder emocional de la melodía. En este estudio se comprueba que la melodía es un inductor de emoción más potente que el texto cantado (Ali & Peynircioglu, 2006). Finalmente, algunas investigaciones explican cómo la melodía y el ritmo facilitan el aprendizaje y la memorización (Wallace, 1994).

Otras investigaciones sugieren que la integración del aprendizaje del texto con una melodía, en niños, constituye una unidad cognitiva (Chen-Hafteck, 1999).

8 METODOLOGÍA

8.1 CONCEPTUALIZACIÓN

Metodología es, según Mario Tamayo y Tamayo (2012), “Teoría del método. Ciencia del método” (p. 114). La palabra método viene de dos palabras griegas, “metha” (más allá) y “odus” (camino). Significa, en consecuencia, “camino hacia la meta”. El concepto de metodología se refiere a las acciones o estrategias que instaaura el investigador para recorrer el camino de la investigación. Carlos Escalante Angulo, en su libro *Investigación Sociomédica* (1999) considera que

... podemos pensar que la ciencia es una resultante de dos sistemas independientes. Uno de ellos, que llamaremos sistema conceptual de la ciencia, está constituido por conceptos, proposiciones y teorías por medio de lo cual se describe el mundo real. Al otro lo llamaremos sistema social de la ciencia y es caracterizado por el conjunto de interacciones entre investigadores, auxiliares y administradores organizados en equipo, con ramificaciones nacionales e internacionales. (Escalante, 1999, p.18).

Para el abordaje de este estudio encontramos una plena identificación con este planteamiento de Escalante Angulo. Basados en una propuesta de hipótesis en la que se plantea la posibilidad de que exista una relación entre los intervalos musicales, los ritmos cerebrales y el aprendizaje, se inicia este camino de investigación, dentro del sistema conceptual de la ciencia. Para avanzar en este emprendimiento, se hace necesaria la interacción con colaboradores del área de la Psicología, buscando la fundamentación y profundización en los aspectos de interpretación cualitativa de la experiencia subjetiva en los momentos de escucha de los intervalos musicales en las dos etapas del estudio. Además, se requiere de la interacción con ingenieros electrónicos expertos en computación y altas matemáticas e ingenieros biomédicos, para desarrollar los algoritmos que permitan el

análisis y desagregación de ondas cerebrales en la primera etapa, así como la correcta y rigurosa utilización de los elementos y equipos electrónicos e informáticos de registro electroencefalográfico; así mismo, de colaboradores auxiliares para la investigación, como lo son residentes de Especialización Médica y estudiantes de pregrado en Medicina pertenecientes a Semilleros de Investigación, quienes aportan su trabajo en la toma de los casos, lo cual redundará en el avance de su propio proceso formativo en investigación. Lo anterior hace parte del sistema social de la ciencia.

8.2 PARADIGMA

La presente investigación se circunscribe en el paradigma cuantitativo, con datos cualitativos derivados de las palabras expresadas por los sujetos de investigación durante la escucha de intervalos musicales.

8.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Se trata de un estudio experimental enmarcado en el concepto de investigación aplicada. Samuel Gento Palacios (2004), en su libro *Guía Práctica para la investigación en educación*, se refiere, en la unidad didáctica 2, a los tipos de investigación, dividiéndolos en investigación básica, aplicada e investigación-acción. Plantea que “con la investigación aplicada se pretende resolver un problema real, mediante aplicación a la práctica del saber científico (Hayman, J.L., 1974; Landsheere, G.D.,1971). Se enfoca a la aplicación inmediata, y no al desarrollo de una teoría; coloca su énfasis sobre un problema concreto y actual (Best, J.W.,1965)” (p. 30).

Este estudio pretende ayudar a resolver un problema del aprendizaje de temas difíciles en Medicina (susceptible de ser extrapolado a cualquier área del saber), mediante una estrategia didáctica mediada por la música, por lo cual se constituye en una investigación aplicada.

8.4 PROCESO, POBLACIÓN Y MUESTREO.

Por tratarse de un tema que no tiene, hasta donde hemos podido consultar, antecedentes específicos en la investigación, se hace indispensable construir una metodología de laboratorio de Música y Neurociencia. Los ajustes metodológicos iniciales requirieron de una muestra de 30 adultos voluntarios sanos. Esta fue una etapa previa a la primera etapa del estudio.

Para la primera etapa, al no contar con estudios previos sobre intervalos musicales y ondas cerebrales, se considera adecuada una muestra de 50 sujetos de investigación. De cada uno se obtendrán alrededor de 890.000 datos por registro electroencefalográfico (mil por segundo), en 14 minutos y 50 segundos, que resultan de estímulos sonoros enviados a los sujetos de investigación a través de audífonos, discriminados de la siguiente manera:

30 segundos de base, seguidos de 2 minutos y 30 segundos de silencio; luego 9 minutos y 20 segundos de sonidos (intervalos musicales y pausas entre ellos); finalmente, 2 minutos y 30 segundos de reposo del cerebro por medio del silencio (Ver Figura 1).

FIGURA 1 DIAGRAMA DE TIEMPOS Y SONIDOS



Adicionalmente, se somete al sujeto de investigación a la escucha de los intervalos musicales y se registran las palabras que él expresa verbalmente, relacionadas con lo que

está escuchando. Estas palabras se tabulan y distribuyen en tres categorías, a saber: Corporalidad, Ideación y Emocionalidad. Esta información subjetiva es de gran importancia para el estudio, pues hace parte de uno de los objetivos del mismo, al tiempo que permite conocer las sensaciones reactivas propias del individuo cuando escucha cada uno de los intervalos. Esta información, de carácter cualitativo, permitirá analizar si hay relaciones entre los intervalos y algunos tipos de respuestas.

TABLA 3: Estructura del formato de registro y clasificación de palabras verbalizadas por el sujeto, con algunos ejemplos.

Emocionalidad	Corporalidad	Ideación
Miedo Alegría	Frío Temblor	Universos Planetas Paz

Se clasificaron y tabularon las palabras para las tres categorías. Posteriormente, se analizó la relación entre diferentes intervalos musicales y su predominio en las tres categorías. Para futuras investigaciones, esta información cualitativa se podrá cruzar con la información cuantitativa electroencefalográfica, complementando posteriores análisis e inferencias sobre el particular.

En la segunda etapa, se define como muestra a 320 personas adultas, que corresponden a la totalidad de los estudiantes de cuarto semestre del área de inmunología de la Escuela de Medicina de la Fundación Universitaria Juan N. Corpas (2014-1 a 2014-2), seleccionando aleatoriamente a una parte de ellos para recibir y aprender un material musical creado como composición por el investigador, en colaboración con músicos profesionales. Un segundo grupo escuchó una composición instrumental grabada mientras estudiaba el tema de Inmunología seleccionado para esta investigación. Los estudiantes restantes contaron con la metodología convencional propuesta por el docente del área.

A la totalidad de la muestra se le aplicó un examen escrito y validado por la institución, (que combina psicometría TCT –Teoría Clásica de los Test- y psicometría TRI

- Teoría de la Respuesta respecto al Ítem- (Alfaro & Casallas, 2011), estructuras metodológicas psicométricas definidas por el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación - ICFES-), prueba capaz de evaluar competencias cognitivas específicas de interpretación y análisis (del saber y el saber hacer), y no preparada para evaluar competencias prácticas o procedimentales, ni las del ser, ni las propias de la comunicación.

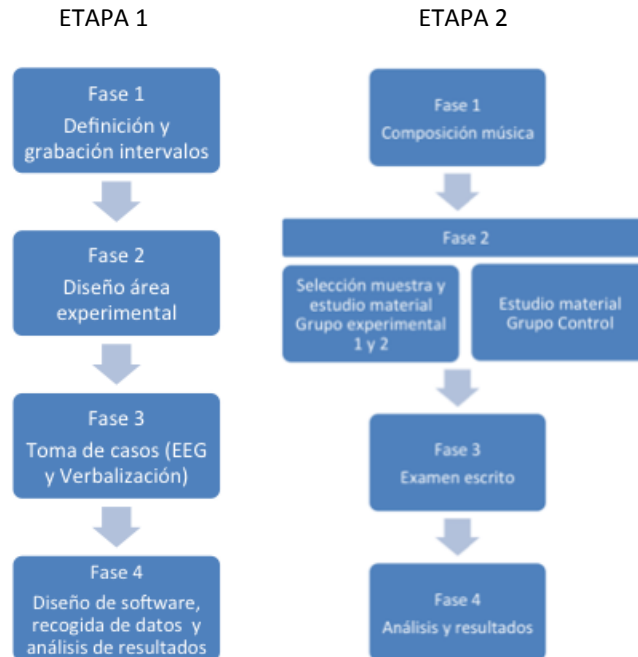
8.5 PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS.

Para la recogida de los datos, se realizaron fundamentalmente intervenciones con escucha de la música y electroencefalografía, interrogación oral y examen escrito.

Tabla 4: Procedimientos y Técnicas

PROCEDIMIENTO	TÉCNICA
Observación	Escucha de intervalos musicales y electroencefalografía
Interrogación oral	Verbalización de palabras relacionadas con la música
Interrogación escrita	Examen escrito

ILUSTRACIÓN 3: Esquema general de la investigación



La investigación se ha dividido en dos etapas, a saber:

PRIMERA ETAPA

FASE 1

- Determinación de los intervalos musicales a ser escuchados por adultos sanos. Se definieron 12 intervalos musicales.
- Definición de los tiempos de cada intervalo (40 segundos cada uno), a diferentes alturas, con períodos de 5 segundos de silencio entre un intervalo y el siguiente.
- Grabación digital profesional del material en audio que se pasó a los sujetos de investigación. Selección de sonidos puros con grabación binaural (que va de un oído al otro). (Anexos 1 y 2)

FASE 2

- Diseño del área de experimentación. Se definió un área de 30 metros cuadrados con una silla en la zona central. La silla para el sujeto de experimentación se encuentra rodeada por cuatro mesas con sillas para cuatro observadores. El piso del área de observadores se cubre con paneles de caucho removibles, para evitar el ruido al caminar por el área de observación. En el área de equipos electrónicos, detrás de la cabeza del sujeto de experimentación, se encuentran dos computadores de última generación, conectados a dos equipos Power Lab, uno para el hemisferio izquierdo del cerebro, el otro para el hemisferio derecho.

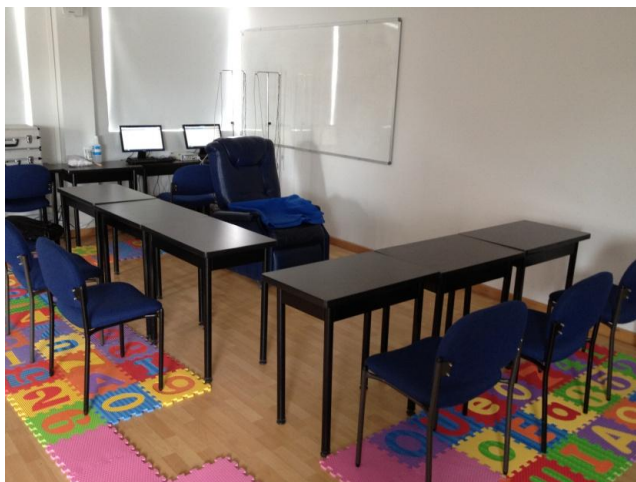


ILUSTRACIÓN 4: Área de experimentación. Laboratorio de Simulación. Fundación Universitaria Juan N. Corpas

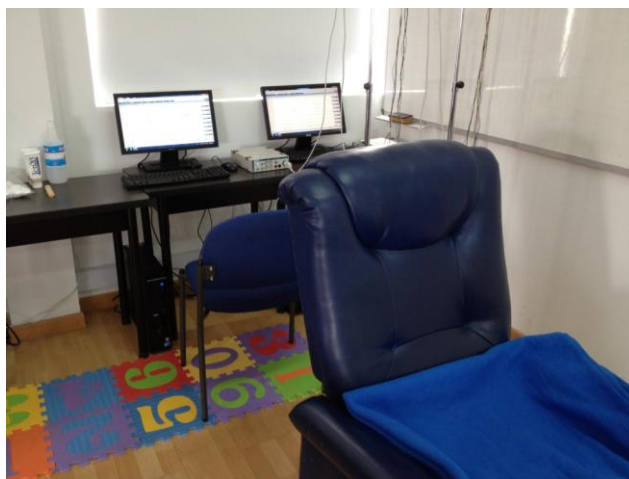


ILUSTRACIÓN 5: Computadores y Equipos Power Lab. Laboratorio de Simulación. Fundación Universitaria Juan N. Corpas

FASE 3

- Toma de casos. Previa explicación y firma de consentimiento informado, se divide en dos partes: en la primera se pasan los intervalos musicales con sonidos sintetizados, pidiendo al sujeto de experimentación que exprese verbalmente las palabras que lleguen a su mente y que estén relacionadas con los sonidos que se están escuchando. En la segunda parte se realiza el registro electroencefalográfico durante la escucha de intervalos musicales sintetizados (Anexo 3).



ILUSTRACIÓN 6: Toma de casos. Ubicación de electrodos para monitoreo electroencefalográfico.



ILUSTRACIÓN 7: Toma de caso. Voluntario escuchando intervalos musicales mientras se registran sus ritmos cerebrales mediante electroencefalografía.

FASE 4

- Diseño de algoritmos matemáticos y aplicaciones de software para el análisis específico de ondas electroencefalográficas.

A continuación se presenta, a modo de ejemplo, un algoritmo en MATLAB utilizando técnicas de procesamiento digital de señales electroencefalográficas, el cual fue realizado de manera exclusiva para este estudio, y se presenta como uno de los productos de esta investigación, gracias al apoyo y dedicación de ingenieros biomédicos y electrónicos.

Código de una de las funciones

```
%% carga la senal
% test signal = jostin_der(2).edf , duracion aprox = 14.3 minutos FM=1000.
warning off
clear all,close all,clc

[filename, pathname] = uigetfile('*.*edf', 'Escoja un archivo con extension .edf');
direc=[pathname filename];
[hdr, record] = edfread(filename);
```

```

fp2_t4= record(1,:);
fp2_t4= detrend(fp2_t4');

o2_t4 = record (2,:);
o2_t4 = detrend(o2_t4');

% frecuencia de muestreo y longitud de seÑal
L_s=length(fp2_t4);
FM=1000;
% filtrado de la seÑal, delta - beta para eliminar ruido de alta frecuencia
[b,a]=butter(4,[0.008 0.07]);
%fvtool(b,a)
fp2_t4=filtfilt(b,a,fp2_t4);
o2_t4=filtfilt(b,a,fp2_t4);
clear b a
% grafica de las senales cargadas
figure
subplot(2,1,1)
plot(fp2_t4),title('fp2-t4')
subplot(2,1,2)
plot(o2_t4),title('o2-t4')
%% funcion para calculo de bandas, y areas bajo la curva
% help [BETA ALFA TETA DELTA TOTAL]=ritmos_fft(S,FM,T1M,T1S,T2M,T2S)
% Intervalo inicial:
T1m=0;T1s=0;
% Intervalo final:
T2m=0;T2s=10;
% calculo de ritmos y su respectvia area bajo la curva espectral
% calculo para fp2_t4
[BETA ALFA TETA DELTA TOTAL]=ritmos_fft(fp2_t4,FM,T1m,T1s,T2m,T2s);
% calculos para o2_t4
[BETA2 ALFA2 TETA2 DELTA2 TOTAL2]=ritmos_fft(o2_t4,FM,T1m,T1s,T2m,T2s);

function [BETA ALFA TETA DELTA TOTAL]=ritmos_fft(S,FM,T1M,T1S,T2M,T2S)
% [BETA ALFA TETA DELTA TOTAL]=ritmos_fft(S,FM,T1M,T1S,T2M,T2S)
%
```

```

% BETA(1,1) = area bajo la cruva de la fft correspondiente al ritmo beta.
% BETA (1,2) = porcentaje del ritmo beta respecto al total del ancho de banda
% TOTAL = Area bajo la curva de la fft correspondiente al total del BW.
% S = serie EEG para analizar
% FM = frecuencia de muestreo de la señal
% T1 = tiempo inicial del intervalo en el que se llevara a cabo el analisis
% T2 = tiempo final del intervalo en el se llevara a cabo el analisis
% RITMOS= Matriz con las señales filtradas
%      = [beta alfa teta delta]

% PREINICIALIZAMOS VARIABLES
BETA=[0 0];
ALFA=[0 0];
TETA=[0 0];
DELTA=[0 0];
TOTAL=[0 0];
L=length(S);
RITMOS=[zeros(L,1) zeros(L,1) zeros(L,1) zeros(L,1)];
%% Segmentacion segun intervalos T1 - T2
% fm = 1000 Hz, en un segundo se toman 1000 muestras
% f=1/t=1.0000e-03, se toman muestras cada 1ms
% o sea que :
% las muestras z1 y z2 correspondientes al inicio y fin del intervalo de tiempo es:
z1=((T1M*60)+T1S)*FM)+1;% se le suma 1 ya que los indices empiezan en 1
z2=((T2M*60)+T2S)*FM)+1;
S=S(z1:z2);
L=length(S);
%% filtro de la señal segun los ritmos %%%
% filtrado de la señal, delta - beta para eliminar ruido de alta frecuencia
[b,a]=butter(4,[0.001 0.07]);
S=filtfilt(b,a,S);
clear b a
% ritmo beta
[b,a]=butter(4,[0.024 0.07]);
beta=filtfilt(b,a,S);
clear b a
% ritmo alfa

```

```

[b,a]=butter(4,[0.016 0.024]);
alfa=filtfilt(b,a,S);
clear b a
%ritmo teta
[b,a]=butter(4,[0.008 0.016]);
teta=filtfilt(b,a,S);
clear b a
%ritmo delta
[b,a]=butter(8,0.008);
delta=filtfilt(b,a,S);
%Matriz RITMOS
%RITMOS=[beta alfa teta delta];

%% fft para cada ritmo
NFFT = 2^nextpow2(L); % Next power of 2 from length of y

% fft de la senal de bw completo
f_S=fft(S,NFFT);
% single-sided amplitude spectrum power
% se multiplica por dos para representar un solo lado y se eleva al
% cuadrado para obtener la potencia.
f_S=2*((abs(f_S(1:NFFT/2+1))));
% area bajo la curva del espectro
TOTAL(1,1)=trapz(f_S); % 100% de la senal
TOTAL(1,2)=100;
%% A-> 100%    x% = Ax*100 / A
%% Ax -> x% ?

% fft para ritmo beta
f_beta=fft(beta,NFFT);
f_beta=2*((abs(f_beta(1:NFFT/2+1))));
%f_beta=abs(fft(beta,1024));
%f_beta=f_beta(1:512);
BETA(1,1)=trapz(f_beta); % area bajo la curva del espectro
BETA(1,2)=BETA(1,1)*TOTAL(1,2)/TOTAL(1,1); % porcentaje

% fft para ritmo alfa

```

```

f_alfa=fft(alfa,NFFT);
f_alfa=2*((abs(f_alfa(1:NFFT/2+1))));
%f_alfa=abs(fft(alfa,1024));
%f_alfa=f_alfa(1:512);
ALFA(1,1)=trapz(f_alfa); % area bajo la curva del espectro
ALFA(1,2)=ALFA(1,1)*TOTAL(1,2)/TOTAL(1,1); % porcentaje

% fft para ritmo teta
f_teta=fft(teta,NFFT);
f_teta=2*((abs(f_teta(1:NFFT/2+1))));
%f_teta=abs(fft(teta,1024));
%f_teta=f_teta(1:512);
TETA(1,1)=trapz(f_teta); % area bajo la curva del espectro
TETA(1,2)=TETA(1,1)*TOTAL(1,2)/TOTAL(1,1); % porcentaje

% fft para ritmo delta
f_delta=fft(delta,NFFT);
f_delta=2*((abs(f_delta(1:NFFT/2+1))));
%f_delta=abs(fft(delta,1024));
%f_delta=f_delta(1:512);
DELTA(1,1)=trapz(f_delta); % area bajo la curva del espectro
DELTA(1,2)=DELTA(1,1)*TOTAL(1,2)/TOTAL(1,1); % porcentaje

%% Graficas
% vectores de tiempo y de frecuencia
t=linspace(0,L*(1/FM), L);
f = FM/2*linspace(0,1,NFFT/2+1);
%para cada uno de los ritmos, tiempo y frecuencia
figure,
subplot(5,2,1)
plot(t,beta);title('beta [12-35]Hz'),xlabel('tiempo [s]')
subplot(5,2,3)
plot(t,alfa);title('alfa [8-12]Hz'),xlabel('tiempo [s]')
subplot(5,2,5)
plot(t,teta);title('teta [4-8]Hz'),xlabel('tiempo [s]')
subplot(5,2,7)
plot(t,delta);title('delta[0.5-4]Hz'),xlabel('tiempo [s]')

```



```

subplot(5,2,9)
plot(t,S);title('Señal'),xlabel('tiempo [s]')
subplot(5,2,2)
plot(f,f_beta);title('beta freq.'),xlabel('Frecuencia [Hz]')
subplot(5,2,4)
plot(f,f_alfa);title('alfa freq.'),xlabel('Frecuencia [Hz]')
subplot(5,2,6)
plot(f,f_teta);title('teta freq.'),xlabel('Frecuencia [Hz]')
subplot(5,2,8)
plot(f,f_delta);title('delta freq.'),xlabel('Frecuencia [Hz]')
subplot(5,2,10)
plot(f,f_S);title('Señal freq.'),xlabel('Frecuencia [Hz]')

% Graficos
% de porcentajes
figure,
pie3([BETA(1,2) ALFA(1,2) TETA(1,2) DELTA(1,2)],{'beta','alfa','teta','delta'})

%% FFT en ventanas de 1000 muestras con overlapping de 90%
% calculo de fft en ventanas de 1 segundo y overlapping de 90%.
%creando la matriz para calculo de fft en ventanas de 1k muestras cada 100
EF = FFT_VENTANAS(S); % senal completa
EbetaF = FFT_VENTANAS(beta);
EalfaF = FFT_VENTANAS(alfa);
EtetaF = FFT_VENTANAS(teta);
EdeltaF = FFT_VENTANAS(delta);

% definimos vectores de frecuencia y tiempo para el grafico 3D
L_t=size(EF);
x=linspace(0,50,50);% vector frecuencia 0 - 100 Hz
y=linspace(z1*(1/FM),z2*(1/FM),L_t(1,1));% vector tiempo

% indices de frecuencias para cada banda
IdeltaInf=1;
IdeltaSup=max(find(x <= 4));

ItetaInf=max(find(x <= 4))+1;

```

```
ItetaSup=max(find(x <= 8));
```

```
Ialfainf=max(find(x <= 8))+1;
```

```
IalfaSup=max(find(x <= 12));
```

```
Ibetainf=max(find(x <= 12))+1;
```

```
IbetaSup=max(find(x <= 40));
```

```
%GRAFICAS ESPECTRO DE FOURIER EN VENTANAS DE 1 SEG CON OVERLAPPING DE 90%
```

```
% PARA LA SENAL Y PARA CADA RITMO BETA, ALFA, TETA Y DELTA.
```

```
figure,mesh(x,y,EF),title('Espectro total[0.5-50]')
```

```
xlabel('Frecuencia [Hz]'),ylabel('tiempo [s]'),zlabel('|fft|'),grid on
```

```
% banda beta
```

```
figure,mesh(x(Ibetainf:IbetaSup),y,EbetaF(:,Ibetainf:IbetaSup)),title('Espectro Beta [12-35]Hz')
```

```
xlabel('Frecuencia [Hz]'),ylabel('tiempo [s]'),zlabel('|fft|'),grid on
```

```
% banda alfa
```

```
figure,mesh(x(Ialfainf:IalfaSup),y,EalfaF(:,Ialfainf:IalfaSup)),title('Espectro alfa [8-12]Hz')
```

```
xlabel('Frecuencia [Hz]'),ylabel('tiempo [s]'),zlabel('|fft|'),grid on
```

```
% banda teta
```

```
figure,mesh(x(Itetainf:ItetaSup),y,EtetaF(:,Itetainf:ItetaSup)),title('Espectro teta [4-8]Hz')
```

```
xlabel('Frecuencia [Hz]'),ylabel('tiempo [s]'),zlabel('|fft|'),grid on
```

```
% banda delta
```

```
figure,mesh(x(Ideltainf:IdeltaSup),y,EdeltaF(:,Ideltainf:IdeltaSup)),title('Espectro delta [0.5-4]Hz')
```

```
xlabel('Frecuencia [Hz]'),ylabel('tiempo [s]'),zlabel('|fft|'),grid on
```

En este algoritmo, se pueden evidenciar las múltiples ecuaciones, operaciones matemáticas y comandos que tuvieron que implementarse para desarrollar este software. Sin el mismo, no se hubiera podido seguir adelante en nuestra investigación de música para la educación.

Al cargar este software con las miles de señales obtenidas durante la escucha de la música, definiendo los tiempos en los que el sujeto escuchó cada intervalo musical, se obtienen los siguientes registros de ondas:

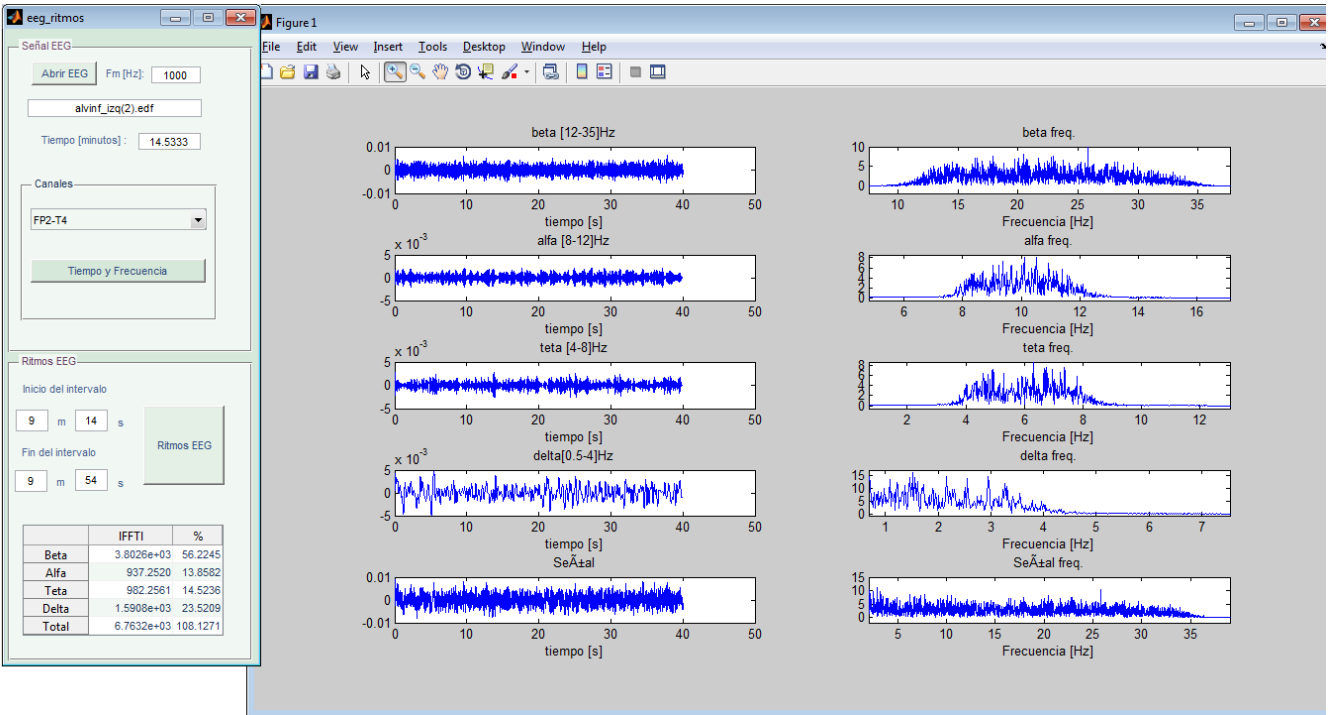


ILUSTRACIÓN 8: Gráfico de señales electroencefalográficas obtenidas en el estudio.

En el panel de la izquierda se abren las señales del electroencefalograma de cada uno de los voluntarios, durante toda la experiencia (14 minutos 50 segundos aproximadamente). En el campo inmediatamente inferior se encuentra una zona para seleccionar las derivaciones que se quieren medir y graficar (Fronto Polar Temporal derecha o izquierda, Occipito Temporal derecha o izquierda). Estos son los puntos en donde se ubican los electrodos en la cabeza de la persona, tal como se pudo ver en la ilustración 6. Se colocaron electrodos en la cabeza de los sujetos, según el sistema internacional 10-20. Solo fueron digitalizadas las derivaciones FP3-T3, FP4-T4, T3-O1 y T4-O2. Simultáneamente, con la adquisición de señales de EEG, los individuos fueron expuestos a una grabación sonora con los intervalos musicales Segunda Menor, Segunda Mayor, Tercera Menor, Tercera Mayor, Cuarta Justa, Cuarta Aumentada, Quinta Justa, Sexta Menor, Sexta Mayor, Séptima Menor, Séptima Mayor y Octava Justa, mediante la utilización de unos audífonos marca Sony (noise cancelling). Seguidamente, los registros de las señales de EEG fueron descargados a una memoria USB para ser procesados por un laboratorio externo, que utilizó análisis de EEG

cuantitativo para cada uno de los ritmos del electroencefalograma (Beta, Alfa, Theta y Delta). (Simpson, Botero & Infantosi, 2005).

A continuación, en la parte inferior del panel izquierdo de la ilustración 8, se encuentran unos campos para introducir los tiempos en minutos y segundos entre los que se desea desagregar las ondas cerebrales.

A la derecha encontramos el esquema y graficación de las ondas beta, alfa, theta y delta, que, como se puede observar, van descendiendo en frecuencia. Los esquemas situados en la zona de la extrema derecha del gráfico informan sobre las frecuencias de cada una de las ondas mencionadas.

La imagen de la Ilustración 8 corresponde únicamente a un paciente, una derivación y un tiempo determinado. Como se puede observar, son múltiples los análisis y gráficos que se requieren para el desarrollo de esta fase de la primera etapa de la investigación.

Contamos, además, con diagramas de pastel (diagramas circulares, de 360° o de distribución), como los que se presentan en la ilustración 9.

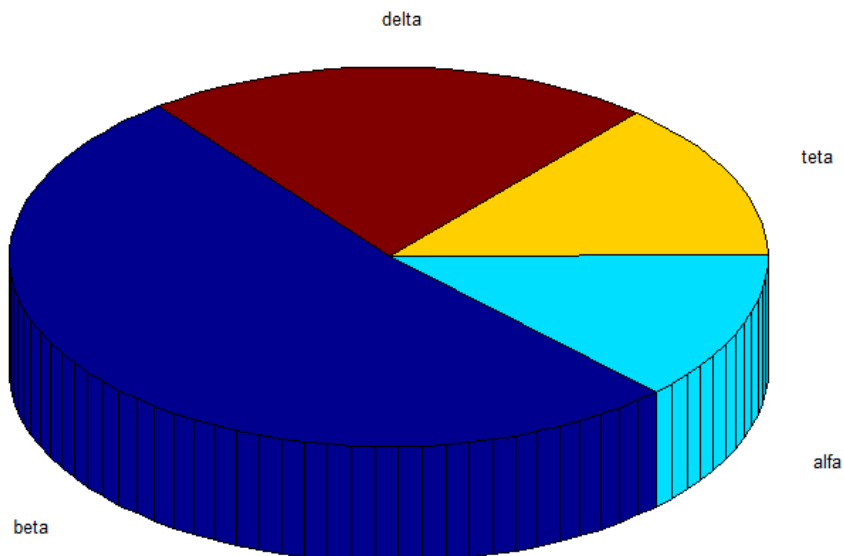


ILUSTRACIÓN 9: Gráfico de pastel para porcentaje de ritmo.

Por último, se cuenta con imágenes en tercera dimensión que muestran la distribución de ritmos en el tiempo, su frecuencia y su amplitud.

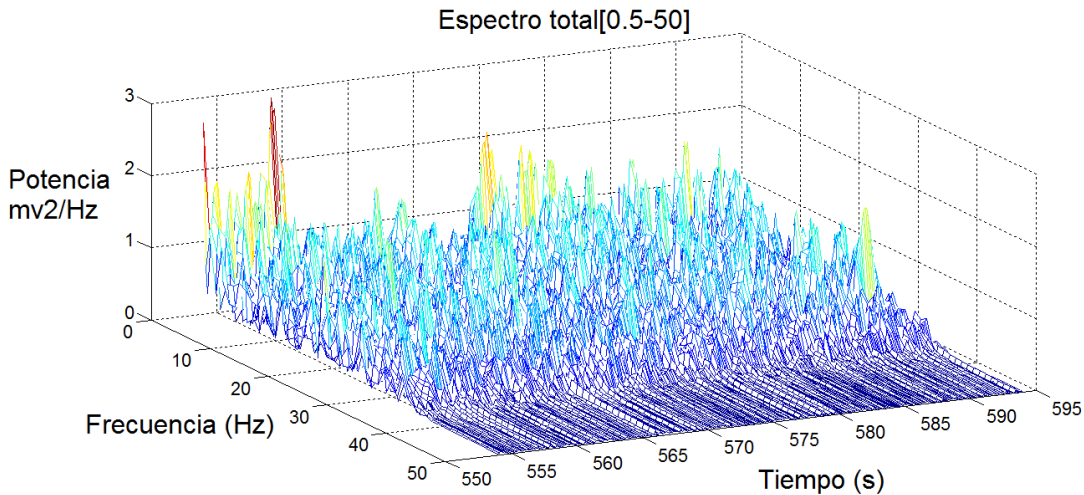


ILUSTRACIÓN 10: Gráfico de densidad espectral de potencia del EEG.

La ilustración 10 nos permite visualizar de manera global la distribución de los ritmos cerebrales y su potencia o energía en cada intervalo de tiempo.

Para finalizar la Fase 4, analizamos e interpretamos los resultados cualitativos (los derivados de la información verbal aportada por el paciente), y realizamos el análisis estadístico de la información cuantitativa obtenida por electroencefalografía.

Como avance de resultados de la primera etapa de la investigación, se procede a presentar un diagrama de caja (box plot) que muestra en un grupo de pacientes la tendencia con la mediana y los cuartiles 1 y 3 del ritmo alfa con estímulos sonoros musicales desde segunda menor hasta octava justa.

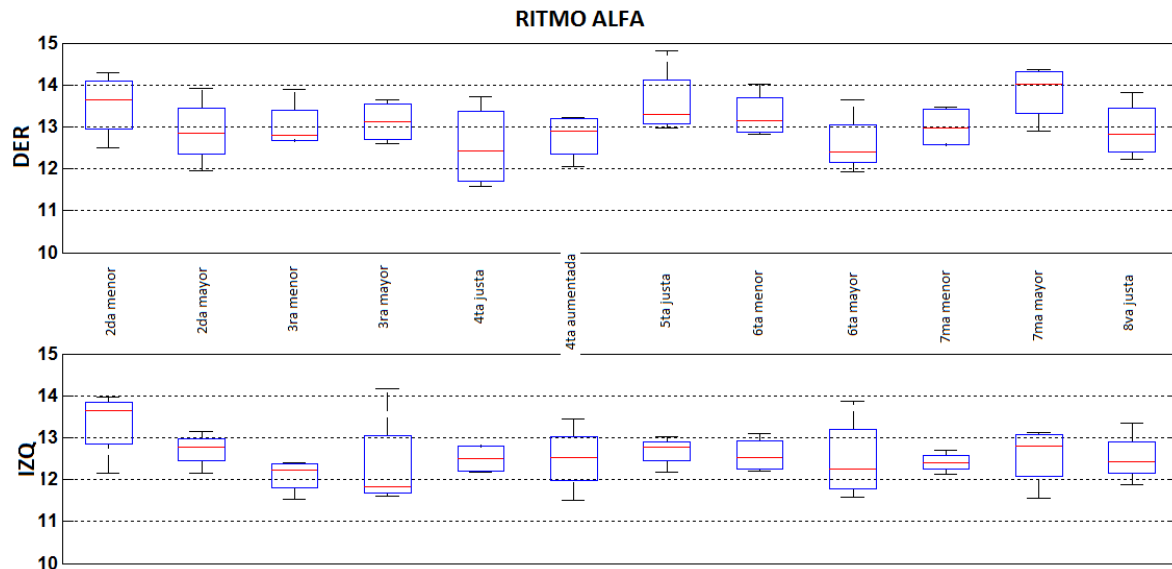


ILUSTRACIÓN 11: Diagrama de Caja.

En la ilustración 11, que reúne información de resultados de ritmo alfa en lado izquierdo y derecho del cerebro de cuatro sujetos, se puede evidenciar una gran variabilidad en las ondas alfa del hemisferio derecho comparado con el izquierdo, lo cual podría sugerir que la música produce mayor predominio de ondas alfa (aptas para el aprendizaje), estimulando más fuertemente al hemisferio derecho. Estos son ya resultados preliminares del análisis electroencefalográfico en cuatro sujetos de investigación.

8.6 MATERIALES Y MÉTODOS

La etapa inicial de este estudio se llevó a cabo en el laboratorio de Simulación de la Fundación Universitaria Juan N. Corpas, con sede en Bogotá, Colombia. En uno de los salones dispuestos para el debriefing (análisis reflexivo de situaciones propias del Centro de Simulación Clínica), se montó un espacio de 30 metros cuadrados para su ejecución.

8.6.1 MATERIALES. PRIMERA ETAPA.

- Piso removible para insonorización.
- Silla reclinable.
- Cinco mesas y sillas para observadores.
- Dos equipos Power Lab, cada uno con sus respectivos cables, con dos canales de electrodos.
- Gel abrasivo Ten20 conductive.
- Dos computadores Dell.
- Dos programas informáticos Lab Tutor.
- Dos atriles para cables.
- Un computador Mac Book Air.
- Audífonos Bose Noise Cancelling.
- Audífonos Sony Noise Cancelling.
- Audífonos Sony de referencia para el investigador.
- Cronómetro deportivo.
- Formato de identificación personal y de registro de palabras aisladas.
- Formato de registro de movimientos y reacciones del sujeto de experimentación.
- Banda elástica para asegurar electrodos.
- Memoria USB de 4 GB.
- Torundas de algodón.
- Alcohol antiséptico.
- Toallas desechables.
- Dos archivos MP3 con intervalos musicales.

8.6.2 MÉTODOS. PRIMERA ETAPA.

Se ha diseñado un modelo experimental en el cual se hacen pasar a través de unos audífonos “noise cancelling” (que aíslan completamente los ruidos del entorno del

sujeto de experimentación), doce intervalos musicales que fueron producidos de manera profesional en un estudio de grabación. Inicialmente, se indica al sujeto de experimentación que exprese o verbalice todas las palabras aisladas que vengan a su mente en el momento de escuchar los intervalos musicales. El sujeto de experimentación ha sido interrogado previamente sobre su edad, género, enfermedades importantes que puedan interferir con el estudio, si pudo conciliar el sueño adecuadamente la noche anterior, si ha tenido excesos físicos, mentales o emocionales, si ha ingerido café en exceso o bebidas alcohólicas o si se encuentra consumiendo algún tipo de medicamento o sustancia psicotrópica, lo cual debería ser tenido en cuenta en el momento del análisis propio del estudio. Tan pronto como el sujeto de experimentación va verbalizando las palabras que se le ocurren, se van registrando y clasificando las mismas en tres categorías: ideación, emocionalidad y corporalidad. Lo anterior con el fin de analizar las posibles relaciones de los intervalos musicales con las categorías mencionadas, lo cual permitirá posteriormente definir tendencias o respuestas estables o significativas desde el punto de vista cualitativo, que pueden ser analizadas por separado o trianguladas al relacionarlas con los resultados cuantitativos de la segunda fase de la primera etapa de la investigación. Posteriormente (Fase 3), se realiza la colocación de electrodos en la cabeza del paciente, monitoreando en un canal el lóbulo frontal y temporal izquierdo (FT), en otro canal el lóbulo temporal y occipital izquierdo (OT), con un electrodo colocado en el pabellón de la oreja izquierda, actuando como masa. De la misma manera, se colocan electrodos en los canales 1 y 2 dispuestos para los mismos lóbulos en el lado contralateral. Luego se coloca una banda elástica para asegurar los electrodos (que ya han sido fijados con un gel abrasivo especial). Acto seguido, se solicita al sujeto que cierre los ojos, se oscurece el laboratorio, se hace un registro electroencefalográfico de base de tres minutos en completo silencio y se inicia el paso de intervalos musicales previamente grabados profesionalmente a través de los audífonos anteriormente descritos, realizando el registro de los ritmos u ondas cerebrales, empleando un electroencefalógrafo y un computador independiente para el hemisferio derecho, y otro equipo de medición y de cómputo independiente para el hemisferio izquierdo. Una vez terminados los doce intervalos musicales, se procede a

realizar nuevamente un registro electroencefalográfico de dos minutos treinta segundos, en completo silencio.

El equipo de medición electroencefalográfica (Power Lab) realiza mil registros de datos cada segundo. Los registros de cada sujeto, en su totalidad, para hemisferio izquierdo y para hemisferio derecho, son grabados en una memoria USB y enviados para su análisis y desagregación a un laboratorio externo, en donde se realiza, a través de complejos algoritmos matemáticos, la desagregación de las ondas compuestas que se envían, y a través de filtros de frecuencia, se identifican los momentos exactos en los que predominan ondas Beta, Alfa, Theta y Delta.

El análisis de esta información nos permitió, al comparar los 50 sujetos de investigación, establecer relaciones entre los intervalos musicales y los diferentes ritmos cerebrales.

Según datos preliminares de la literatura consultada, cuando una persona se encuentra resolviendo un problema matemático complejo o en plan de entender o memorizar un texto, los ritmos que predominan en su cerebro son los ritmos Beta (de alta frecuencia y baja amplitud). En nuestro estudio buscamos los intervalos musicales que hacen predominar los ritmos Beta en la medición electroencefalográfica. No obstante, son los ritmos Alfa los que se han considerado ideales para el momento del aprendizaje o memorización de un tema específico, por lo cual en nuestra búsqueda debimos hacer rastreo de las ondas Alfa (de 8 a 12 Hertz). El predominio de ondas o ritmos Delta es un indicador de irrupción del sueño en la vigilia, por lo cual los intervalos musicales que generen predominio de ondas Delta (habiéndose descartado que el sujeto de investigación se haya quedado dormido durante la prueba) podrán ser objeto de un estudio posterior que procure establecer condiciones propicias para inducción del sueño, lo cual se constituiría en una aplicación de los intervalos musicales en fisiopatología del sueño, dentro del concepto de musicoterapia. Las ondas Theta no tienen alto significado para nuestro estudio por no considerarse predominantes en los procesos de aprendizaje.

La primera etapa de este proyecto se inició en el mes de febrero de 2012, con el estudio de los intervalos musicales que deberían ser utilizados para esta investigación, la selección de los sonidos que debían ser utilizados para el estímulo y la posterior grabación en estudio profesional de los mismos. Después de diversos análisis y discusiones al respecto, se decidió emplear sonidos sintetizados para la primera fase de la etapa 1, buscando que el sujeto no encontrara similitudes entre los sonidos escuchados y los instrumentos musicales que él hubiera tenido posibilidad de escuchar durante su vida. Esto quiere decir, que se evitó el uso de sonidos de piano, guitarra, flauta u otros instrumentos con los cuales el sujeto hubiera tenido fácilmente experiencias auditivas previas. Esto con el fin de aislar la atención a los sonidos escuchados y no permitir su disgregación a la evocación de los instrumentos ya conocidos.

A principios del mes de junio de 2012 se iniciaron las pruebas de estandarización de las mediciones electroencefalográficas en el Centro de Simulación de la Fundación Universitaria Juan N. Corpas. Se realizaron más de 20 pruebas piloto para estandarizar el registro y sistematizar adecuadamente la prueba de medición, realizando el entrenamiento de todo el equipo encargado de la toma de los casos.

Para darle mayor valor al estudio, se convocó a estudiantes de Especialización en Terapéuticas Alternativas y Farmacología Vegetal de la Fundación Universitaria Juan N. Corpas, recibiendo respuesta positiva de dos Médicas Residentes de Segundo Semestre del Programa de Especialización. Posteriormente, dos estudiantes de Medicina se unieron al grupo.

Se realizaron tomas de caso durante los meses de agosto, septiembre y octubre y primera semana de noviembre de 2012, hasta completar los 50 casos propuestos.

Todos los sujetos de investigación recibieron explicación personalizada por parte del responsable de esta Investigación y autor de esta Tesis Doctoral, y debieron firmar voluntariamente el respectivo Consentimiento Informado. A continuación se presenta la primera página del Consentimiento Informado, el cual se encuentra completo en el anexo 4.

Primera página del Consentimiento Informado para hacer parte de la Investigación

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título: *INFLUENCIA DE LA MÚSICA EN PROCESOS DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE EN ESTUDIANTES DE MEDICINA*
Patrocinador: Fundación Universitaria Juan N. Corpas
Investigador Principal: Doctor Luis Gabriel Piñeros Ricardo
Nombre de la Institución: Universidad de Granada / Fundación Universitaria Juan N. Corpas
Ciudad / País: Bogotá / Colombia
Teléfono: 6813085

Usted ha sido invitado a participar voluntariamente en el estudio de investigación¹ que será desarrollado y conducido por el investigador Luis Gabriel Piñeros Ricardo y colaboradores, perteneciente al Grupo de Investigación en Farmacología Vegetal y Terapéuticas Alternativas, realizado en la Fundación Universitaria Juan N. Corpas de Bogotá, Colombia. Este estudio clínico ha sido revisado y aprobado por un Comité de Ética independiente a las instituciones mencionadas y compuesto por personas que no hacen parte del grupo investigador para este estudio.

Si este documento de consentimiento contiene palabras o información que usted no entiende claramente, por favor, pregunte al médico o a la persona que le orientará en su lectura y comprensión para que sus dudas sean atendidas.

Descripción del estudio

Propósito:

Identificar la manera en que el organismo humano responde a la estimulación mediada por sonido y por música, buscando evidenciar la existencia de una asociación entre diferentes intervalos musicales y el predominio de ciertas ondas cerebrales, con lo cual se pueda construir una herramienta didáctica mediada por música que busque optimizar el aprendizaje de un tema específico de la Medicina, específicamente en el área de Inmunología. Un método didáctico mediado por la música puede tener potencialmente un efecto benéfico para los estudiantes en un proceso de enseñanza aprendizaje, constituyéndose en una herramienta beneficiosa para profesores, estudiantes e instituciones educativas.

Esta investigación hace parte de un proceso que busca nuevas alternativas para apoyar el efecto de la música en la salud y la educación.

¹ El estudio será llevado a cabo de acuerdo al marco normativo vigente para la investigación: Resolución 8430 del 4 de octubre de 1993 del Ministerio de Salud, "Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas administrativas para la investigación en salud". La Resolución 2378 de junio 28 de 2008 del Ministerio de la Protección Social, "Por la cual se adoptan las buenas prácticas clínicas para las instituciones que conducen investigación con medicamentos en seres humanos y los lineamientos definidos en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial actualizada en la 59ª Asamblea General, Seúl, Corea, octubre 2008, principios éticos para las investigaciones en humanos.

8.6.3 MATERIALES. SEGUNDA ETAPA.

- Copia de grabación en MP3 de composiciones musicales para cada estudiante del Grupo experimental 1.
- Copias en físico y formato electrónico de la letra de las composiciones (contenidos) para cada estudiante del Grupo experimental 1.
- Copia del examen escrito de Inmunología tercer corte (para todos los grupos).

8.6.4 MÉTODOS. SEGUNDA ETAPA.

FASE 1. COMPOSICIÓN MUSICAL.

Composición de obra musical, basada en los intervalos identificados como generadores de predominio de ritmos cerebrales alfa o beta (en la primera etapa), y cuya letra incluye los contenidos del tema de Inmunología que se pretenden aprender mediante esta estrategia didáctica. Composición de canción instrumental sobre los mismos intervalos.

Teniendo en cuenta que en la Etapa 1 del estudio se encontró que los intervalos Segunda Menor y Tercera Menor son los que producen mayor predominio porcentual de ondas Alfa y Beta, se procedió a componer dos canciones con música y letra (Anexo 5 y Anexo 6), y una canción instrumental (Anexo 7). Como era necesario realizar una composición que tuviera sentido para los estudiantes, además de permitir en ellos el análisis de su contenido, se solicitó al Profesor de Inmunología la realización de cuatro casos clínicos sencillos, cada uno de los cuales debía corresponder a una de las cuatro Reacciones por Hipersensibilidad, las cuales corresponden al área de Inmunología y fueron seleccionadas teniendo en cuenta la complejidad de su aprendizaje y la importancia temática de sus contenidos.

A continuación se transcriben los cuatro casos elaborados para este efecto, junto con la comunicación enviada por el Profesor de Inmunología a los estudiantes de IV semestre (2014-1):

Escuela de Medicina Juan N. Corpas

Apreciado Alumno de inmunología:

A continuación va a encontrar algunos casos clínicos donde se presentan algunas entidades clínicas que se conocen como reacciones de hipersensibilidad. Después de leer cada uno de los casos, Usted debe establecer lo siguiente:

- 1. Cuál es el mecanismo desencadenante de la reacción.*
- 2. Si participa o no el complemento dentro de la reacción.*
- 3. En qué consiste la sensibilización y en cuál de ellas se puede aplicar este concepto.*
- 4. Cuál es la diferencia fundamental entre cada uno de los cuatro tipos de reacciones de hipersensibilidad.*

Esta actividad tendrá una evaluación el día 23 de mayo, fecha en la que tendremos además el encuentro de grupos. En los próximos días conocerán más detalles de esta actividad académica, que se hará en conjunto con el Señor Vicerrector Académico, el Doctor Luís Gabriel Piñeros Ricardo.

Casos clínicos

Caso 1.

Paciente de 25 años de edad quien consulta por presentar un cuadro consistente en la presencia de sangre en la orina (hematuria), fiebre, y sensación de debilidad, que se presenta después de haber consumido un antiinflamatorio cuatro días antes.

Al paciente se le encontró en el examen físico un tinte amarillo en la piel y mucosas. En los exámenes de laboratorio se observa un cuadro de anemia agudo debido a la destrucción acelerada de glóbulos rojos.

Caso 2.

Niña de 8 años quien es llevada a la consulta por presentar después de una inflamación de garganta producida por una bacteria, un cuadro consistente en disminución de la cantidad de orina (oliguria), presencia de sangre y proteínas en la orina, que se evidencia por orina espumosa y de color como “colombiana”⁴, dolor de cabeza y que tiene la vista nublada.

La niña estaba muy bien hasta que comenzó la infección en la garganta y ahora al examen físico, el médico le encuentra además de lo ya descrito por los padres, que tiene inflamación de ojos y piernas (edema), aumento de la tensión arterial 110/85 (normal para la edad de 90/65), pérdida del apetito y una marcada palidez de la piel. Se hospitaliza para estudio de una enfermedad renal.

Caso 3.

Paciente quien es llevada al puesto de salud porque horas después de colocarse una crema en la cara, presenta una inflamación de la misma, acompañada de sensación de quemadura. La paciente es enfática en decir que no tiene rasquiña sino una desesperante sensación de que la cara se le quema.

⁴ El color “colombiana” hace referencia al color entre rojo y naranja de una bebida o refresco gaseoso de nombre Colombiana, típico de Colombia. Este término es de uso cotidiano en las descripciones semiológicas referidas al color que presenta la orina de un paciente con hematuria (sangre en la orina).

En el interrogatorio la paciente informa que esta crema se la regalaron y que su función es la de ser un protector solar y humectante. Nunca la había utilizado y ahora presenta este cuadro clínico. Ni tiene antecedentes de alergias o cuadros clínicos similares. El médico diagnostica una dermatitis por contacto.

Caso 4.

Paciente de edad media ingresado al servicio de urgencias por presentar un cuadro consistente en severa inflamación de la cara y la vía respiratoria que le impide abrir los ojos y respirar con tranquilidad. El cuadro comenzó después de ser picado por una abeja mientras se encontraba tomando el sol en una piscina cercana a su casa de campo.

Como antecedente de importancia tenemos que el paciente fue picado por una abeja hace un mes, pero en esa ocasión, el episodio no pasó de ser un simple cuadro de dolor y leve inflamación en el sitio de la picadura.

El paciente es hospitalizado en la unidad de cuidados intermedios y recibe terapia con medicamentos esteroides potencia 25 y, manejo de la vía aérea.

En esta comunicación se puede observar que los casos clínicos diseñados para trabajar sobre los cuatro tipos de Reacciones por Hipersensibilidad requirieron, por parte de los estudiantes, un estudio y trabajo analítico previo a la implementación de la intervención musical.

Sobre estas cuatro “historias” se procedió a adaptar los casos clínicos a un lenguaje que permitiera una coherencia musical, escribiendo dos historias con sentido lógico para el estudiante. Estas se titularon “El paseo 1” y “El paseo 2”. Cada historia reúne dos casos clínicos y busca plasmar las correlaciones y diferencias entre las Reacciones por Hipersensibilidad, con una atmósfera divertida y una métrica adaptable a la música. Posteriormente, el material escrito fue enviado a un músico profesional, quien realizó la

composición de la música basado en los intervalos Segunda Menor y Tercera Menor, adaptando la letra y la música de tal manera que se produjera un resultado entendible y agradable para quien posteriormente debiera aprenderlo.

A esta altura, contábamos con una letra (contenido disciplinar) y la música procedente de los intervalos musicales obtenidos científicamente en la primera etapa. La siguiente decisión consistió en definir un ritmo y un estilo de música que tuviera sentido y fuera familiar para los estudiantes, por lo cual se definieron dos ritmos populares altamente conocidos y escuchados por los jóvenes en Colombia: el Vallenato y el Reggaetón. De esta manera se tuvo, como resultado, una producción profesional cantada, grabada y mezclada, en medio digital. Adicionalmente, se compuso y grabó una canción instrumental de aproximadamente 10 minutos de duración, sin letra como contenido, para ser escuchada por una parte de los estudiantes durante su proceso de aprendizaje de los contenidos disciplinares del área de inmunología objeto de esta intervención.

A continuación se transcribe la letra (contenido disciplinar) de las canciones compuestas, la primera en Reggaetón y la segunda en ritmo de Vallenato.

CANCIONES INMUNOLOGÍA

EL PASEO I

CARLOS II Y NINA III

Primera Estrofa

CARLOS “SEGUNDO” Y NINA “TERCERA”

PADRE E HIJA, FUERON A VIAJAR

CUATRO DÍAS ANTES, PARA UN DOLOR

CARLOS UN AINE DEBIÓ TOMAR

A NINA LE DIO UN DOLOR DE CABEZA

SU VISTA NUBLADA Y CON MUCHA PEREZA

POCO DE AGUA PODÍA ELIMINAR

CON PINTAS DE SANGRE Y PROTEINURIA

MUY COLOMBIANA COMO EL COLOR

DE SU ESPUMOSA MICCIÓN

CARLOS CONTABA QUE ANTES RONDABA

UNA BACTERIA A NINA EN SU GARGANTA

OJOS Y PIERNAS MUY INFLAMADAS

Y LA TENSIÓN ELEVADA

YA NO COMÍA...PALIDECÍA

CORO

OH! NINA!!LOS COMPLEJOS AG-AC SE TE DEPOSITAN

EN TEJIDOS A DISTANCIA

EN UN PRIMER EVENTO

Y GRACIAS AL CMH II

EL AG SE UNE AL LTh 2

Y QUE ESTIMULA?

IL 5 4 9 Y 13

IL 5 4 9 Y 13

Y EL LINFOCITO B...

CON SUS CITOQUINAS ESTIMULA A LA CÉLULA PLASMÁTICA

FABRICANDO SU IGG

QUE SE UNE AL ANTIGENO

QUÉ MATRIMONIO IGG-AG

IGG-AG EN LA TIPO III

IGG-AG, IGG-AG EN LA TIPO III

SI NO SE DESTRUYEN LOS COMPLEJOS

ELLOS A DISTANCIA SE DEPOSITARÁN EN TUS TEJIDOS

PRODUCIENDO LESIÓN POR COMPLEMENTO

PRODUCIENDO LESIÓN POR COMPLEMENTO

TIPO III TIENE EFECTO SISTÉMICO

AG-AC VIAJAN POR LA SANGRE

COMO NO SE DESTRUYE EL COMPLEJO AG-AC

Y ENTONCES

LESIÓN A DISTANCIA

LESIÓN A DISTANCIA

NINA CAE EN LA TIPO III ... IGG +C

NINA CAE EN LA TIPO III... IGG+C

Y SE FUE LA TIPO III... VAMOS CON LA II

Segunda Estrofa

*YA NINA ESTABA HOSPITALIZADA
SU MEJORÍA VEÍA VENIR
PERO CARLITOS, AHORA CON FIEBRE,
FALTA DE FUERZAS Y SANGRE EN LA ORINA
TINTE AMARILLO EN LA PIEL Y MUCOSAS
Y EN LOS EXAMENES, ES LA VERDAD
CUADRO DE ANEMIA, POR DESTRUCCIÓN
DE ERITROCITOS A GRAN VELOCIDAD
Y SI MI MEMORIA ME DEJA RECORDAR
POR UN DOLOR UN AINE... DEBIÓ TOMAR*

CORO

*EN UN PRIMER EVENTO
UN ANTÍGENO LLEGA AL CUERPO
ACTIVA LA CMH II
ESTIMULA EL LTh2
LAS IL 5 4 9 Y 13
LAS IL 5 4 9 Y 13
EL LINFOCITO B ESTIMULA A LA CÉLULA PLASMÁTICA
Y ELLA PRODUCE IGG
ELLA RESPONDE CON IGG*

Y POR OTRO LADO

LA IGG SE UNE AL ANTÍGENO Y ACTIVA EL COMPLEMENTO

LA IGG SE UNE AL ANTÍGENO

Y ENTONCES SE PRODUCE

OPSONIFICACIÓN Y LISIS

OPSONIFICACIÓN Y LISIS

CARLOS CAE EN EL TIPO II

AG-AC ATRAPADO EN EL TEJIDO INICIAL

IGG+C

IGG+C

CARLOS Y NINA EN LA II Y LA III

QUÉ VAMOS A HACER?

ESTE PASEO SE DAÑÓ HACE RATO

OJALÁ... UN BUEN MÉDICO... LES DÉ UN BUEN TRATO!

EL PASEO 2

VALERIA IV Y JORGITO I

VALERIA "CUARTAS" Y JORGITO "PRIMERO" SE IBAN AL MAR

TODO ERA HERMOSO, PARADISIACO Y PARA EMPEZAR

JORGE A VALERIA CON MUCHO AMOR LE FUE A REGALAR

UN BLOQUEADOR SOLAR PARA IRSE A BRONCEAR

UN BLOQUEADOR SOLAR PARA IRSE A BRONCEAR

CUAL SERÍA LA SORPRESA LO QUE PASÓ CUANDO LO APLICÓ

DESPUÉS DE UNAS HORAS SU CARA SE LE INFLAMÓ

ELLA SINTIÓ TODO MUY QUEMADO Y CON MUCHO ARDOR

ELLA NO ERA ALÉRGICA Y ESE BLOQUEADOR NUNCA ANTES EMPLEÓ

QUE FUE LO QUE A VALERIA ESTA VEZ LE PASÓ?

CORO

ANTÍGENOS LIPOSOLUBLES

SE DEPOSITAN SOBRE LAS CÉLULAS

AYUDADOS POR LA CMH I

ESTIMULAN EL LTh1

Y LUEGO EL LTh 8

PRODUCIENDO LA CITÓLISIS

Y LUEGO EL LTh 1

PRODUCIENDO LA CITÓLISIS

CITÓLISIS POR CONTACTO,

ASÍ SE DA LA HIPERSENSIBILIDAD

COMO LA FAGOCITOSIS ES DIFÍCIL

SE FORMAN GRANULOMAS

ESA ES LA HIPERSENSIBILIDAD ... GRANULOMATOSA

ELLA ESTÁ EN LA TIPO IV, ESO YA LO SÉ

TIPO IV TIPO IV PURO TTT

TCD8 TIPO IV ES

AY HOMBRE... Y SE FUE LA TIPO IV

Segunda Estrofa

JORGITO DISFRUTABA DEL PASEO CUANDO SINTIÓ

DE PRONTO EN SU CARA UN GRAN DOLOR SIN EXPLICACIÓN

UNA LINDA ABEJA QUE POR AHÍ PASABA

METIÓ SU AGUIJÓN Y JORGE SE ACORDÓ

QUE UN MES ATRÁS OTRA ABEJA LO PICÓ

PERO EN AQUEL MOMENTO SÓLO UN LEVE DOLOR NADA MÁS PRESENTÓ

NO PUEDE ABRIR LOS OJOS

NI RESPIRAR, AY QUÉ DOLOR!

TODOS NOS PREGUNTAMOS

QUÉ PUDO PASAR SI NO HAY RAZÓN?

Y SI QUIERES SABER DÓNDE ESTÁ LA EXPLICACIÓN

PONLE MUCHA ATENCIÓN A LO QUE CANTO A CONTINUACIÓN

PONLE MUCHA ATENCIÓN A LO QUE CANTO A CONTINUACIÓN

CORO

REACCIÓN DEL TIPO I

POR IGE!!! GRITABAN LOS DOCTORES

PERO PRIMERO DEBE EXISTIR UN MASTOCITO SENSIBILIZADO

CÓMO ES QUE SE PRODUCE ESTE PROCESO?

CÓMO ES QUE SE PRODUCE ESTE PROCESO?

UN ALERGENO LLEGA, Y UTILIZANDO LA CMH II

LE INFORMA AL LTh2 QUE ALGO EXTRAÑO INGRESÓ

ÉL ORDENA PRODUCIR IGG

PERO PRODUCE IL4

QUÉ ERROR!!! QUÉ ERROR!!

ENTONCES EL LINFOCITO B PRODUCE IGE

LA IGE SE VA AL MASTOCITO .. Y LO SENSIBILIZA!!

ENTONCES TODO ESTÁ LISTO PARA LA REACCIÓN ALÉRGICA!!

SI ENTRA EL ALERGENO, SE UNE A LA IGE

DESTRUYE EL MASTOCITO Y LIBERA LA HISTAMINA

LIBERA IL8 IL17

LIBERA IL8 IL17

LEUCOTRIENOS, PROSTAGLANDINAS,

TROMBOXANOS Y RADICALES LIBRES

IL 8 PRODUCE AUMENTO DE DIAPEDESIS DE CÉLULA FAGOCITICA

IL17 VASODILATACIÓN SEVERA

LOS LEUCOTRIENOS SON LT A,B,C,D,E 4

LA PGF 2 CONTRAE EL MÚSCULO LISO

LA PGE 2 PRODUCE ACTIVACIÓN CELULAR

LA PGF 2 CONTRAE EL MÚSCULO LISO

LA PGE 2 PRODUCE ACTIVACIÓN CELULAR

Y SE FUERON LAS ALERGIAS

ESTE PASEO QUE ESTÁ TAN SABROSO YA NO VA MÁS

PERO ALGO APRENDIMOS, YA LO VERÁS!!!

A continuación se presentan las partituras de las dos canciones, indicando los momentos en los que se encuentran los intervalos Segunda Menor y Tercera Menor.

En color azul se encuentran marcadas las Segundas Menores. En color rojo se resaltan las Terceras Menores.

En el anexo 11 se presenta, en video, la ubicación exacta de los intervalos Segunda Menor y Tercera Menor para el ejemplo de la canción “El Paseo 1”.

ILUSTRACIÓN 12 PARTITURA CANCIÓN "EL PASEO 1"

El Paseo 1

Prq 2=13

1 12 13 14 15 16

17 18 19 20 21 22

23 24 25 26 27

28 29 30 31 32 33

34 35 36 37 38

39 40 41 42 43

44 45 46 47 48 49

50 51 52 53 54 55

56 57 58 59 60

61 62 63 64 65 66

67 68 69 EL PASEO 70 71 72

73 74 75 76 77

78 79 80 81 82 83

84 85 86 87 88 89

90 91 92 3 93 94 95 96 97

98 99 100 3 101 102 103

104 105 106 107 108 109 110

111 112 113 114 115 7 122 123

124 125 126 127 128

129 130 131 132 133 134

135 136 137 138 139 140

The image shows a musical score for a piece titled "EL PASEO" in 3/4 time, written in a key with three flats (B-flat major or D-flat minor). The score is presented in ten staves of music. Handwritten annotations in blue and red circles highlight specific notes and groups of notes across the staves. Measure numbers 67 through 140 are indicated above the notes. Some measures contain triplets, marked with a '3' and a bracket. There are also some 'x' marks above certain notes, possibly indicating fingerings or specific articulations. The piece concludes at measure 140.

141 142 EL PASO 1 144 145

146 147 148 149 150 151 152

153 154 155 156 157

158 159 160 161 162

163 164 165 166 167

168 169 170 171 172 173

174 175 176 177 178

179 180 181 182 183 184 185

186 187 188 189 190 191 192

193 194 195 196 197

198 199 200 201 202

ILUSTRACIÓN 13 PARTITURA CANCIÓN "EL PASEO 2"

El Paseo 2

PIANO

1 9 10 11 12 13 14

15 16 17 18 19

20 21 22 23 24 25

26 27 28 29 30 31

32 33 34 35 36 37

38 39 40 41 42

43 44 45 46 47 48

49 50 51 52 53

54 55 56 57 58

EL PASEO 2

59 60 61 62 63 64

65 66 67 68 69

70 71 72 73 74 75

76 77 78 79 80 81 82

83 84 85 86 87 88 89 90 8

98 99 100 101 102

103 104 105 106 107

108 109 110 111 112 113

114 115 116 117 118

119 120 121 122 123

EL PASEO 2

Musical score for "EL PASEO 2" in treble clef, key signature of three flats. The score consists of nine staves of music, numbered 124 to 186. The notation includes quarter notes, eighth notes, and rests. Red circles highlight specific notes or groups of notes, while blue circles highlight others. Asterisks are placed above measures 150, 151, 156, and 157. A double bar line with a repeat sign is present at the end of measure 172. The score concludes with a final double bar line at the end of measure 186.

EL PASEO 2

187 188 189 190 191 192 193

194 195 196 197 198 199 200 201

202 203 204 205 206 207

208 209 210 211 212 213 214

215 216 217 218 219 220 221

222 223 224 225 226 227 228

229 230 231 232 233 234 235

236 8 244 245 246 247 248

249 250 251

FASE 2. SELECCIÓN DE LA MUESTRA Y ESTUDIO DEL MATERIAL.

Se definió que la muestra estuviera constituida por la totalidad de estudiantes de IV semestre que se encontraran cursando la cátedra de Inmunología (alrededor de 320 estudiantes).

La oficina de la Decanatura de Medicina dividió aleatoriamente el grupo de IV Semestre en tres subgrupos:

- Grupo 1: Estudiantes que recibieron las grabaciones “Paseo 1” y “Paseo 2”. Se les solicitó estudiarlas y aprenderlas durante 8 días.
- Grupo 2: Estudiantes que escucharon la canción instrumental mientras estudiaban los contenidos disciplinares del área, durante 8 días.
- Grupo 3: Grupo control. Estudiantes que no recibieron ninguna intervención o acompañamiento musical. Incluye los estudiantes que realizaron el mismo examen en 2014-1.

FASE 3. EXAMEN ESCRITO.

A todos los estudiantes de IV semestre se les realizó un examen escrito, con preguntas de análisis sobre las cuatro Reacciones por Hipersensibilidad (Anexo 8).

FASE 4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS E INFORME FINAL.

Tal como se puede observar, con los resultados obtenidos en la primera etapa, se realizó una intervención didáctica mediada por la música en estudiantes de Medicina de la Fundación Universitaria Juan N. Corpas. Se escogió el área de Inmunología, por tratarse de un tema de vital importancia para la formación del Médico y su posterior ejercicio profesional, pero de gran dificultad a la hora de pretender el dominio o aprendizaje de sus contenidos básicos. De hecho, durante los últimos dos años se han presentado rendimientos deficientes en los resultados de las pruebas de evaluación de los estudiantes de

Inmunología, a pesar de los ingentes esfuerzos por parte de los profesores para innovar en estrategias metodológicas y didácticas en su correspondiente área.

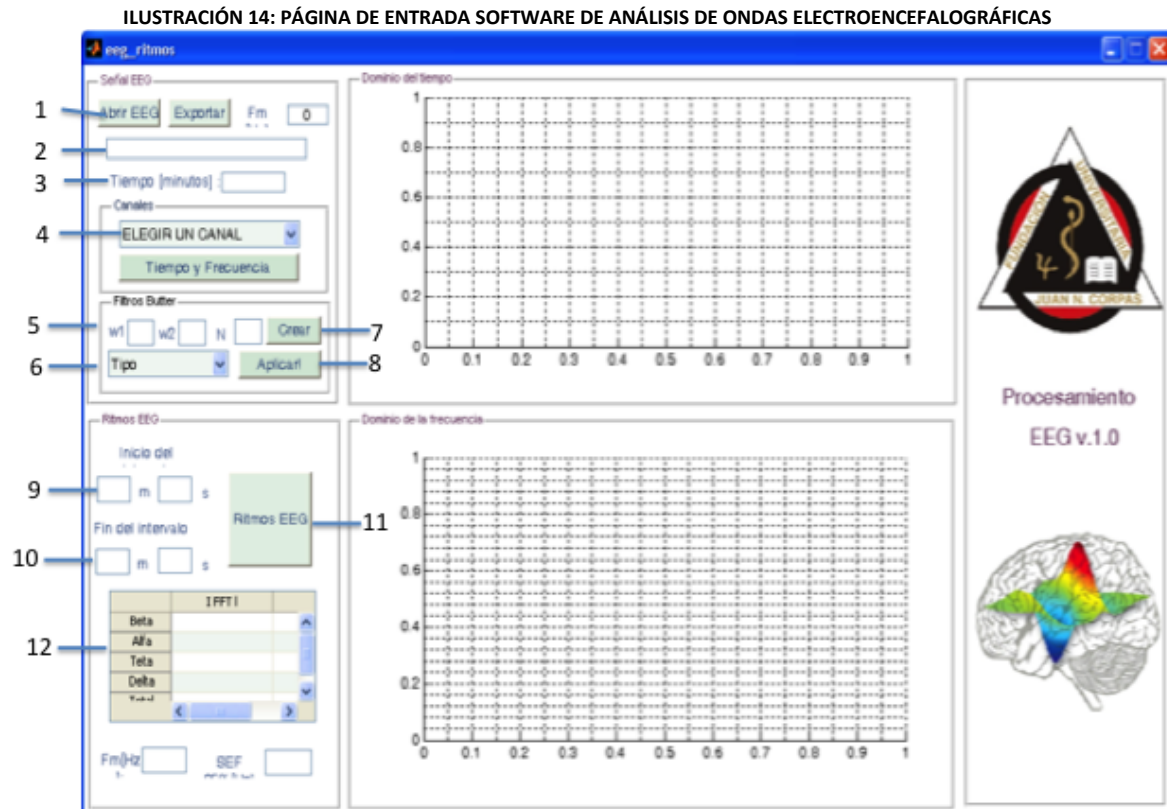
Se escogió el tercer corte durante el desarrollo de la cátedra de Inmunología, ya que tradicionalmente es el que se considera más difícil y de resultados más bajos en las evaluaciones escritas. Este corte va de la última semana de abril a la última semana de mayo de 2014. Se realizó el diseño y composición de la herramienta para la intervención didáctica durante los meses de enero y febrero, para tener listas tres composiciones musicales que incluyeron, dentro de su letra, algunos de los contenidos que deben ser aprendidos y memorizados por parte de estudiantes seleccionados de manera aleatoria dentro del grupo de estudiantes de IV semestre de la Escuela de Medicina, quienes contaron con una semana para su estudio y ejecución musical vocal. La música de dichas composiciones se construyó empleando aquellos intervalos musicales que, a juicio del investigador y sus asesores expertos, y con base en el conocimiento vigente sobre el tema, disponen más adecuadamente al cerebro para el aprendizaje. Esta intervención se llevó a cabo durante la última semana del mes de mayo, como parte de la preparación de los estudiantes para el examen escrito del tercer corte de esta cátedra. Como grupo control, se observaron estudiantes que tuvieron acceso a la información y desarrollaron su construcción de conocimiento empleando métodos distintos a la música para el aprendizaje de los contenidos evaluados en el examen propuesto. Se realizó la misma prueba a los tres grupos, y se realizó un análisis comparativo de los resultados, y un posterior análisis estadístico con el fin de evaluar el efecto propio de la intervención.

La información resultante de la primera etapa ha sido registrada en Excel y procesada en MATLAB. La información resultante de la segunda etapa ha sido registrada en Excel, utilizando el software OpenEpi para el cálculo de los OR y el software SPSS para las estadísticas descriptivas.

9 RESULTADOS

9.1 ANÁLISIS CUANTITATIVO. PRIMERA ETAPA.

El software de análisis de ondas fue depurado y perfeccionado. Se necesitaron veinte tomas de muestras adicionales para ajustar adecuadamente el programa.



En este software, arriba a la izquierda, se pulsa el botón “Abrir EEG” (1). Esto permite traer, de la base de datos del Power Lab, el registro correspondiente a una derivación de uno de los dos hemisferios de un sujeto, la cual se mostrará en la casilla inmediatamente inferior (2). El tiempo del registro se muestra en la casilla (3) apenas se importa el registro correspondiente. Esta casilla es de gran utilidad, porque si hubo un algún inconveniente de registro en el momento de la toma, el tiempo lo indicará. En este punto debe indicarse un tiempo de 14 minutos y 50 segundos, aproximadamente. La casilla

“Elegir un canal” permite elegir uno de los dos canales utilizados (4). En la zona de filtros (5), se precisa la frecuencia que se desea filtrar, que en nuestro caso fue de 0,1 a 35 Hertz. El tipo de banda (6) se escogió como Pasabanda. Posteriormente se crea y aplica la filtración correspondiente (7) y (8). En el campo (9) se coloca el tiempo de inicio del intervalo que escuchó el sujeto (en minutos y segundos), y en el campo (10) se registra el tiempo de finalización del intervalo escuchado. La casilla “Ritmos EEG” (11) permite el inicio del análisis, cuyos resultados quedan registrados en las casillas señaladas con el número (12). El resultado de esta última casilla debe copiarse y enviarse a una tabla de Excel en la que se registra el porcentaje de aparición de ondas Alfa, Beta, Theta y Delta para cada uno de los intervalos, tal como se observa a continuación.

Ilustración 15: Ejemplo de una parte de la tabla de registro de resultados. Porcentaje de presentación de diferentes ondas cerebrales.

Nombre	Canal	Silencio	2da Menor			
			Potencia	Frecuencia Media	Frecuencia Borde	
alemor_der	1		Beta	34,66	2,92	23,43
			Alfa	41,67		
			Teta	22,30		
			Delta	38,88		
			Total	100,00		
alemor_der	2		Potencia		4,88	23,43
			Beta	35,39		
			Alfa	16,22		
			Teta	19,45		
			Delta	28,93		
Total	100,00					
alemor_izq	1		Potencia		10,74	23,43
			Beta	55,16		
			Alfa	22,57		
			Teta	9,61		
			Delta	12,65		
Total	100,00					

Para poder identificar internamente a cada uno de los sujetos de investigación, la derivación y canal correspondiente, se emplean las tres primeras letras del primer nombre y las tres primeras del apellido, lo cual permite conservar la confidencialidad de los datos.

Se realizaron finalmente 50 tomas de caso. En una base de datos distinta, se reunieron los registros de las 50 personas y se sacaron los datos de Mediana, con el fin de realizar comparaciones entre los diferentes intervalos musicales, buscando alguna correlación entre el intervalo y el predominio de ritmos cerebrales, tal como se muestra a continuación:

Ilustración 16: Ejemplo de una parte de la base de datos para comparación. (10 personas).

34,66	30,47	25,99	29,74	30,76	25,78	24,76	38,16	37,39	29,48	35,52	34,11
41,67	19,88	10,75	18,75	17,21	10,85	10,45	14,55	14,74	13,18	14,48	12,09
22,30	16,41	19,63	17,17	24,42	11,01	11,79	17,12	18,03	18,89	19,10	16,41
38,88	33,24	43,63	34,34	27,62	52,36	52,99	30,17	29,84	38,45	30,89	37,39
26,64	40,68	48,39	23,77	36,39	20,54	24,23	46,67	26,42	29,98	20,53	39,70
11,09	11,30	15,76	12,49	15,85	6,34	13,89	24,17	12,04	14,87	54,66	13,26
13,43	19,97	15,07	9,22	15,40	6,08	11,32	18,61	12,68	12,75	77,96	13,72
48,84	28,05	20,78	54,52	32,35	67,04	50,56	10,54	48,85	42,41	66,21	33,33
44,34	43,31	22,65	56,63	28,98	28,50	24,89	31,10	28,44	33,79	34,68	19,42
11,47	19,80	10,78	12,73	22,05	14,98	8,55	13,24	14,04	19,01	17,39	19,63
24,18	16,85	16,22	15,39	23,35	11,69	7,94	6,67	11,99	20,51	25,25	13,14
20,01	20,05	50,35	15,25	25,62	44,83	58,62	48,99	45,53	26,69	22,69	47,80
29,08	22,35	40,50	29,42	40,64	33,59	32,10	26,55	38,84	29,15	30,18	42,56
17,10	10,02	21,29	14,95	19,49	11,95	12,86	15,43	7,21	12,46	15,56	12,56
24,27	11,80	19,63	9,65	17,49	14,51	18,84	17,61	20,34	11,56	24,71	13,88
29,55	55,83	18,58	45,98	22,38	39,96	36,21	40,41	33,61	46,83	29,56	31,00
27,01	28,35	44,30	26,21	25,28	27,63	54,57	37,91	30,86	38,57	30,37	21,95
14,26	14,28	20,91	16,34	15,62	12,18	11,26	16,75	12,47	15,78	8,67	13,36
16,83	10,32	10,69	17,70	21,79	15,33	20,99	12,26	11,40	21,53	13,32	15,59
41,90	47,05	24,09	39,74	37,31	44,86	13,18	33,08	45,27	24,11	47,64	49,10
37,14	28,53	35	36,42	22,71	27,71	34,52	18,72	35,91	31,95	24,96	34,87
14,95	10,66	12	14,83	9,99	9,85	15,69	12,37	22,54	8,48	13,31	16,83
15,65	19,89	14	21,50	8,30	15,15	18,40	6,58	24,61	8,95	18,18	11,60
32,26	40,91	39	27,25	59,01	47,29	31,39	62,33	16,94	50,62	43,55	36,04
39,44	20,87	21,06	36,16	18,50	33,40	41,07	29,64	32,25	24,74	36,71	34,64
15,79	10,26	56,37	12,24	6,83	17,85	14,62	23,81	24,17	11,25	11,84	18,96
23,22	5,69	13,46	19,62	10,02	17,21	13,67	11,10	17,00	12,32	88,55	14,23
21,55	63,18	59,85	31,98	64,65	31,54	30,64	35,45	26,58	51,69	42,60	32,17
35,67	32,43	24,88	30	32,33	22,53	24,02	32,01	35,81	36,10	43,90	38,40
10,08	8,31	9,03	11	10,79	8,76	10,38	10,60	10,66	11,77	12,12	14,12
14,89	21,09	11,52	14	18,92	11,11	11,84	10,60	7,86	21,09	22,15	15,15
39,37	38,18	54,57	45	37,95	57,60	53,75	46,79	45,67	31,04	21,83	32,33
28,86	38,42	49,42	39,21	45,98	27,32	45,90	32,92	46,36	44,57	22,63	28,76
15,46	14,89	21,55	12,79	21,72	6,72	20,58	11,91	22,40	11,14	6,84	15,71
10,70	13,77	13,41	14,22	24,77	12,80	22,29	16,21	17,33	19,61	9,90	16,34
44,99	32,93	15,63	33,78	7,53	53,16	11,24	38,96	13,91	24,68	60,63	39,19
18,05	35,62	41,35	45,04	26,84	41,36	24,02	30,61	33,52	42,37	27,83	28,69
9,01	9,02	11,30	14,52	12,74	13,59	10,55	8,42	15,58	14,25	18,59	21,14
11,08	11,49	18,20	8,28	8,73	15,19	12,72	12,59	16,55	15,12	26,80	20,07
61,86	43,88	29,15	32,16	51,69	29,86	52,71	48,38	34,35	28,25	26,78	30,10

Ilustración 17: Estudiantes (sujetos de investigación) leyendo el consentimiento informado antes de la firma correspondiente.



Ilustración 18: Estudiantes en el momento previo a la escucha de intervalos musicales, con monitoreo electroencefalográfico (cableado).

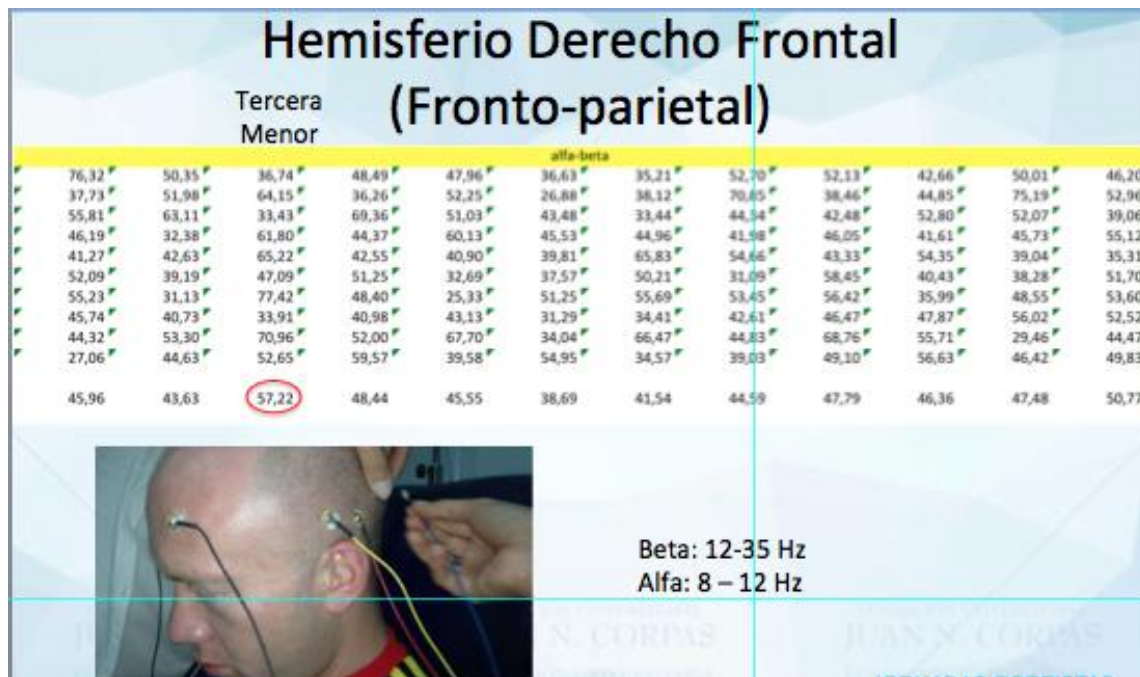


Ilustración 19: Toma de muestras mediante la escucha de intervalos musicales. Observadores y monitores presentes.



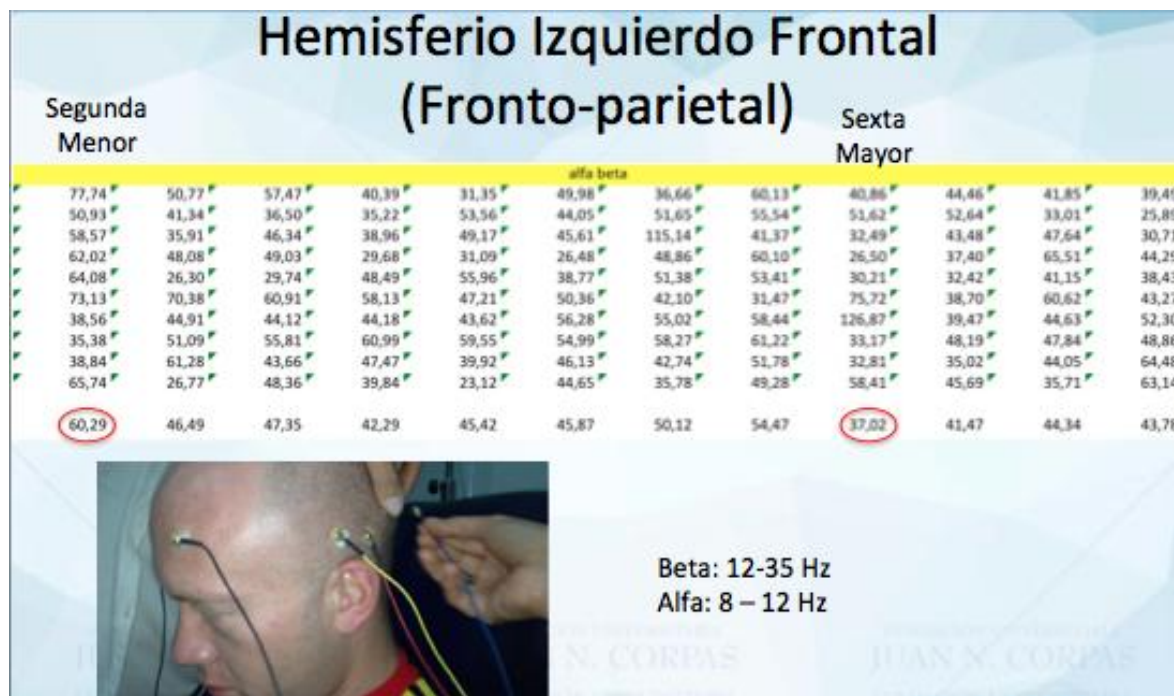
Habiéndose realizado la correspondiente tabulación y formulación de cada uno de los resultados de los registros, se totalizó cada uno de los intervalos musicales correspondientes a los dos lóbulos frontales, lugares del cerebro en donde se realiza la integración de lo aprendido. El resultado es el siguiente:

ILUSTRACIÓN 20: RESULTADO COMPARATIVO DE ONDAS CEREBRALES PARA CADA INTERVALO MUSICAL EN EL HEMISFERIO DERECHO, LÓBULO FRONTAL.



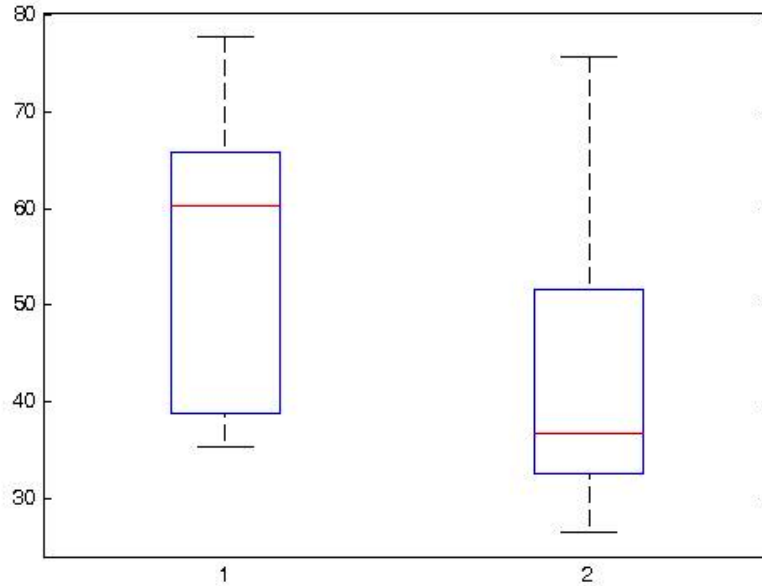
Al sumar, para el lóbulo frontal del hemisferio derecho, las ondas Alfa y Beta (las cuales se conoce que predominan en el momento del proceso de aprendizaje) y realizarle un tratamiento estadístico (Mediana) se encuentra que el mayor predominio de dichas ondas se produce con el intervalo Tercera Menor.

ILUSTRACIÓN 21: RESULTADO COMPARATIVO DE ONDAS CEREBRALES PARA CADA INTERVALO MUSICAL EN EL HEMISFERIO IZQUIERDO, LÓBULO FRONTAL.



Del mismo modo, al realizar el análisis estadístico de la sumatoria de ondas Alfa y Beta en el Lóbulo Frontal del Hemisferio Izquierdo (Derivación Fronto Parietal) se encontró un predominio de dichas ondas en el intervalo Segunda Menor, encontrando, además, el menor predominio de ondas Alfa y Beta en el intervalo Sexta Mayor. Todos los valores tuvieron análisis de significancia y se encontró entre Segunda Menor y Sexta Mayor una diferencia significativa para una $p=0,05$, tal como se observa en el Diagrama de Caja que se presenta a continuación.

GRÁFICO 1: DIAGRAMA DE CAJA COMPARANDO RESULTADOS ENTRE LOS INTERVALOS SEGUNDA MENOR Y SEXTA MAYOR PARA PREDOMINIO DE ONDAS ALFA Y BETA.



Finalizando la primera etapa del estudio, podemos concluir lo siguiente:

Sí existe una relación entre intervalos musicales y el predominio de ondas (ritmos) cerebrales.

En los hemisferios derecho e izquierdo, en los lóbulos frontales, el predominio de ondas Alfa y Beta es producto de los intervalos Segunda Menor y Tercera Menor.

Estos resultados son de vital importancia para el desarrollo de este estudio, ya que se constituyen en la base estructural de la composición que se realiza para probar la influencia de los intervalos musicales en los procesos de enseñanza - aprendizaje, y que hacen parte del desarrollo de la Segunda Etapa del estudio.

9.2 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN CUALITATIVA.

La medición cualitativa a la respuesta de los sujetos frente a los intervalos musicales, se realizó mediante la evocación libre de palabras, imágenes o sensaciones referidas por los sujetos en el momento mismo de la exposición a los estímulos sonoros, en la Fase 3 de la Primera Etapa.

Durante los 30 segundos de exposición a cada intervalo, el sujeto tuvo la libertad de expresar cualquier idea, sensación o imagen que el estímulo pudiera evocar en él. Posteriormente, dichas palabras fueron clasificadas según guardaran relación con aspectos corporales, emocionales o ideatorios. La medición cualitativa busca, por lo tanto, identificar si existe una tendencia significativa de algún intervalo en dirección a aspectos perceptivo-motores, socio-afectivos o cognitivos del sujeto.

Una vez realizada la tabulación de las 1.335 palabras expresadas por 50 sujetos de investigación, y registradas en el momento del estudio, se obtuvieron los siguientes resultados (Fase 4, Primera Etapa):

TABLA 5: Resultados Análisis Cualitativo

INTERVALO	% CORPORALIDAD	% EMOCIONALIDAD	% IDEACIÓN
2a menor	16%	52%	32%
2a mayor	24%	29%	47%
3a menor	21%	24%	55%
3a mayor	13%	20%	67%
4a justa	16%	31%	53%
4a aumentada	13%	35%	52%
5a justa	16%	28%	56%
6a menor	17%	33%	50%
6a mayor	20%	16%	64%
7a menor	17%	42%	41%
7a mayor	15%	24%	61%
8a justa	11%	18%	71%
Total	17%	31%	52%

El archivo completo con la totalidad de los registros de las palabras expresadas por los sujetos de investigación se encuentra en el Anexo 9 (Base de datos de verbalización de palabras en estudio cualitativo de intervalos musicales).

9.2.1. Análisis de los hallazgos

El intervalo que provocó mayor cantidad de evocaciones de tipo corporal fue la 2a mayor. El que menos, la 8a justa.

El intervalo que produjo la mayor cantidad de evocaciones de tipo emocional fue la 2a menor, seguido por la 7a menor y la 4a aumentada. El que menos, la 6a mayor.

El intervalo que puntuó más alto en evocaciones de tipo cognitivo fue la 8a justa, seguido por la 3a y 6a mayores. Los que menos respuesta ideatoria tuvieron fueron la 2a y 7a menores, es decir, los mismos que dieron altos puntajes en evocaciones emocionales.

Llama la atención cómo el intervalo más utilizado en progresiones melódicas y escalas como la 2a mayor, es el que más respuestas corporales arroja. De otra parte, la 8a justa, intervalo de equilibrio, armonía y perfecta conjunción matemática de frecuencias, es el intervalo que produce menor cantidad de evocaciones de carácter físico o corporal.

Los intervalos que puntúan alto en evocaciones emocionales (2a menor, 7a menor, 4a aumentada), son intervalos disonantes, es decir, aquellos entre cuyas notas no puede ser establecido un vínculo matemático perfecto y generan, por lo tanto, turbulencia y distorsión armónica al ser emitidos. La 6a mayor, uno de los intervalos con mayor puntuación en el área cognitiva, paradójicamente tiene la menor puntuación en el área emocional.

Las evocaciones cognitivas se ven favorecidas en el intervalo que menor evocación corporal produjo (la 8a justa) y en los intervalos que definen las progresiones armónicas, como son la 3a y 6a mayores.

Llama la atención cómo la 3a menor es el intervalo que presenta una menor diferencia en cuanto a su respuesta corporal y emocional.

En general, se observa como tendencia que la disonancia es la mayor generadora de emoción, el intervalo más cognitivo y menos emocional es la 6a mayor y el más cognitivo y menos corporal, la 8a justa.

9.3 ANÁLISIS CUANTITATIVO.

FASE 4 – SEGUNDA ETAPA. Análisis y Resultados.

Se realizó un examen escrito a todos los estudiantes de IV Semestre, con preguntas abiertas que buscaban un análisis integrador de conocimientos (Anexo 8). En las tablas 6, 7 y 8 se presentan algunos de los resultados cuantitativos del examen. La totalidad de los resultados cuantitativos se encuentra en el Anexo 10.

TABLA 6 Resultado Cuantitativo Examen Grupo 1: Canciones Paseo 1 Y 2⁵

Estudiante	Grupo. 2 64	PASEO 1 Y 2	ENC GRUPOS	EDAD
1	GRUPO 2	2,5	5	21
2	GRUPO 2	3,6	4,7	18
3	GRUPO 2	2,5	5	19
4	GRUPO 2	0	0	19
5	GRUPO 2	3	4,4	19
6	GRUPO 2	3,5	3,7	19
7	GRUPO 2	3,5	4,7	19
8	GRUPO 2	4,5	4,7	19
9	GRUPO 2	0	4,4	21
10	GRUPO 2	2,6	4	19
11	GRUPO 2	3,1	4,7	24
12	GRUPO 2	2,5	5	25
13	GRUPO 2	3,9	3,7	19
14	GRUPO 2	3,2	4,1	20
15	GRUPO 2	1	5	36
16	GRUPO 2	3,2	4,7	19
17	GRUPO 2	1,5	4	19
18	GRUPO 2	2,6	4,7	20
19	GRUPO 2	3,1	4,7	21
20	GRUPO 2	3,5	4,7	21
21	GRUPO 2	1,8	4,7	18
22	GRUPO 2	2,1	4,7	20
23	GRUPO 2	3	4,1	19
24	GRUPO 2	3,3	3,7	19
25	GRUPO 2	5	4,7	21
26	GRUPO 2	3,4	5	19
27	GRUPO 2	3	4,1	20
28	GRUPO 2	1,8	4,1	21
29	GRUPO 2	4,5	4,1	24
30	GRUPO 2	3,8	4,7	21
31	GRUPO 2	2,7	4,7	18
32	GRUPO 2	2,5	4	19
33	GRUPO 2	2	5	21
34	GRUPO 2	1,7	5	19
35	GRUPO 2	2,3	5	18
36	GRUPO 2	1,5	5	21
37	GRUPO 2	3	4,7	25
38	GRUPO 2	5	4,8	23
39	GRUPO 2	2,5	5	21
40	GRUPO 2	4,7	4,6	20
41	GRUPO 2	2,1	4,6	19
42	GRUPO 2	4,5	5	19
43	GRUPO 2	2,2	4,8	31
44	GRUPO 2	1	2,7	26
45	GRUPO 2	2,2	5	19
46	GRUPO 2	4,1	4,8	18
47	GRUPO 2	2,7	2,7	24
48	GRUPO 2	2,2	0	22
49	GRUPO 2	3,5	3,4	18
50	GRUPO 2	2,8	4,8	19
51	GRUPO 2	3,1	4,6	20
52	GRUPO 2	4,2	4,7	20
53	GRUPO 2	3,5	3,4	19
54	GRUPO 2	3,3	4,7	19
55	GRUPO 2	2,9	4,7	19
56	GRUPO 2	3	3,4	18
57	GRUPO 2	3,5	2,7	19
58	GRUPO 2	3,5	4,8	19
59	GRUPO 2	0,9	3,4	20
60	GRUPO 2	2	4,7	19
61	GRUPO 2	1,5	4,7	20
62	GRUPO 2	3,5	4,7	19
63	GRUPO 2	2,8	3,4	20
64	GRUPO 2	4	4,8	18

⁵ Incluye algunos de los registros

TABLA 7 Resultado Cuantitativo Examen Grupo 2: Canción Instrumental⁶

ESTUDIANTE	Grupo No.1 64	MELODÍA	ENC. GRUPOS	EDAD
1	GRUPO 1	4,8	4,4	30
2	GRUPO 1	1,5	5	19
3	GRUPO 1	3,3	5	21
4	GRUPO 1	2	5	20
5	GRUPO 1	3	4,4	24
6	GRUPO 1	2,7	4	18
7	GRUPO 1	2,2	4,7	19
8	GRUPO 1	3,5	4	19
9	GRUPO 1	2,2	5	19
10	GRUPO 1	1,7	4	18
11	GRUPO 1	3,6	3,7	23
12	GRUPO 1	2,6	4	19
13	GRUPO 1	3,4	4	19
14	GRUPO 1	2	4,7	28
15	GRUPO 1	3,5	4,7	20
16	GRUPO 1	0	0	19
17	GRUPO 1	1	5	18
18	GRUPO 1	2,6	3,7	19
19	GRUPO 1	3,2	3,7	21
20	GRUPO 1	4	5	19
21	GRUPO 1	2,2	4,1	20
22	GRUPO 1	1,1	3,7	22
23	GRUPO 1	1,9	4,7	20
24	GRUPO 1	2	4	19
25	GRUPO 1	3	5	19
26	GRUPO 1	4,5	5	19
27	GRUPO 1	4,1	4,7	19
28	GRUPO 1	1	5	19
29	GRUPO 1	2,4	5	22
30	GRUPO 1	4	5	30
31	GRUPO 1	0	4	19
32	GRUPO 1	4,3	4,4	22
33	GRUPO 1	5	5	24
34	GRUPO 1	0	4,6	22
35	GRUPO 1	3,1	4,7	19
36	GRUPO 1	0	0	22
37	GRUPO 1	4,7	5	18
38	GRUPO 1	2,2	4,7	19
39	GRUPO 1	2,7	5	20
40	GRUPO 1	3,5	5	20
41	GRUPO 1	3	5	21
42	GRUPO 1	4	5	19
43	GRUPO 1	5	5	23
44	GRUPO 1	0,9	5	29
45	GRUPO 1	0,5	4,7	19
46	GRUPO 1	2,2	4,7	20
47	GRUPO 1	2,7	4,7	18
48	GRUPO 1	2,4	4,7	20
49	GRUPO 1	2	3,4	21
50	GRUPO 1	3,5	3,4	20
51	GRUPO 1	3,6	3,4	22
52	GRUPO 1	4,7	4,7	18
53	GRUPO 1	3,4	4,7	20
54	GRUPO 1	3,5	2,7	25
55	GRUPO 1	1,4	2,7	20
56	GRUPO 1	2,5	4,7	19
57	GRUPO 1	0,7	4,6	20
58	GRUPO 1	3,2	5	19
59	GRUPO 1	3,5	2,7	21
60	GRUPO 1	1	4,7	29
61	GRUPO 1	2,5	4,6	19
62	GRUPO 1	4,7	3,4	19
63	GRUPO 1	5	4,7	18
64	GRUPO 1	3,9	4,6	19

⁶ Incluye algunos de los registros

TABLA 8 Resultado Cuantitativo Examen Grupo 3: Sin Música⁷

ESTUDIANTE	Estatura	Grupo No.3 62	SIN MÚSICA	ENC. GRUPOS	EDAD
1	164	GRUPO 3	2,5	4,7	19
2	163	GRUPO 3	2,1	4	19
3	177	GRUPO 3	4,6	4,7	18
4	150	GRUPO 3	3,7	4	19
5	150	GRUPO 3	2,6	4	18
6	165	GRUPO 3	3	4	20
7	173	GRUPO 3	1,1	5	32
8	180	GRUPO 3	2	4	22
9	181	GRUPO 3	0	NP	30
10	162	GRUPO 3	1,7	4,4	19
11	156	GRUPO 3	4,6	4,4	22
12	191	GRUPO 3	3	4,7	20
13	165	GRUPO 3	4,7	4,7	20
14	165	GRUPO 3	2,1	5	19
15	174	GRUPO 3	2,2	5	19
16	168	GRUPO 3	2,2	4,7	27
17	170	GRUPO 3	3,5	3,7	19
18	162	GRUPO 3	4,8	4,7	21
19	168	GRUPO 3	2,5	3,7	19
20	173	GRUPO 3	2	4,7	19
21	178	GRUPO 3	2,5	3,7	20
22	162	GRUPO 3	2,9	4,7	18
23	165	GRUPO 3	3,2	4,1	22
24	158	GRUPO 3	4,5	4,7	20
25	155	GRUPO 3	1,7	4,7	20
26	158	GRUPO 3	3,7	4,7	19
27	175	GRUPO 3	3,3	4,4	21
28	158	GRUPO 3	4,6	4,1	19
29	150	GRUPO 3	3	4,7	19
30	150	GRUPO 3	3,4	4,7	21
31	167	GRUPO 3	0	NP	26
32	162	GRUPO 3	3,3	4,7	19
33	187	GRUPO 3	2,6	4	21
34	160	GRUPO 3	0	NP	20
35	163	GRUPO 3	3,2	4,7	20
36	175	GRUPO 3	3	4,6	19
37	168	GRUPO 3	3,5	4,7	19
38	168	GRUPO 3	2,3	4,7	20
39	160	GRUPO 3	4,1	4,7	32
40	165	GRUPO 3	3,5	5	20
41	158	GRUPO 3	4,6	5	22
42	155	GRUPO 3	1,9	4,7	19
43	150	GRUPO 3	1	2,7	21
44	173	GRUPO 3	3,7	4,7	21
45	165	GRUPO 3	2,5	4,7	19
46	161	GRUPO 3	3,3	4,7	21
47	157	GRUPO 3	4,9	2,7	19
48	165	GRUPO 3	0	NP	20
49	156	GRUPO 3	2,3	4,6	19
50	165	GRUPO 3	4,6	4,8	20
51	164	GRUPO 3	2,8	4,8	19
52	168	GRUPO 3	2	4,8	21
53	175	GRUPO 3	2,5	4,7	20
54	163	GRUPO 3	3,1	5	23
55	170	GRUPO 3	3,3	2,7	21
56	164	GRUPO 3	2,5	4,7	19
57	170	GRUPO 3	2,2	2,7	36
58	169	GRUPO 3	3,5	4,7	19
59	165	GRUPO 3	2,9	4,7	18
60	157	GRUPO 3	2,5	3,4	19
61	150	GRUPO 3	1,5	4,6	21
62	165	GRUPO 3	2,5	4,8	20

⁷ Incluye algunos registros

En el Grupo 1 (Tabla 6), el 52,4% de los estudiantes aprobó el examen. Este grupo estudió el tema aprendiendo las dos canciones (Paseo 1 y 2) con música y letra.

En el Grupo 2 (Tabla 7), el 50% aprobó el examen, con valores que en la Institución van de 3,00 en adelante. Esto significa que para aprobar este tipo de examen es necesario responder correctamente el 60% de las preguntas. Este grupo empleó la grabación instrumental mientras se encontraba estudiando los textos correspondientes al material de estudio.

En el Grupo 3 (Tabla 8), el 31,8% de los estudiantes aprobó el examen. Este grupo estudió los contenidos de los temas sin el acompañamiento instrumental o de las canciones con música y letra.

Comparando los resultados de tres semestres anteriores, encontramos una aprobación proporcionalmente superior a los resultados históricos en el grupo que recibió las canciones “El Paseo 1” y “El Paseo 2”, ya que en la actual intervención el 52,4% de los estudiantes aprobó el examen, en comparación con los semestres anteriores en donde la aprobación fue del 30%, 50% y 34%.

En el periodo de tiempo estudiado se seleccionaron 316 estudiantes, los cuales estaban repartidos en tres grupos, dos grupos con una intervención específica y uno sin intervención alguna que se estableció como control negativo, y en donde sus individuos fueron escogidos de manera aleatoria; de esta muestra se excluyó un estudiante del Grupo 1 (intervención caso clínico-música) y 4 del Grupo 2 (caso clínico) por no aportar la información requerida para realizar los análisis propuestos.

TABLA 9 Resultados en Evaluación de Inmunología, según tipo de intervención, Fundación Universitaria Juan N. Corpas, 2014

INTERVENCIÓN	Aprobó	IC95%	No Aprobó	IC95%	P (2 colas)
Grupo 1. Caso clínico - Música	33 (52,4%)	40%-64,7%	30 (47,6%)	35,3%-60%	0,59
Grupo 2. Caso clínico	29 (50%)	37,1%-62,9%	29 (50%)	37,1%-62,9%	1
Grupo 3. Control negativo	62 (31,8%)	25,3%-38,3%	133 (68,2%)	61,7%-74,7%	< 0,001

Las proporciones se construyeron tomando como referente el total fila, por ejemplo (número de estudiantes que aprobó Inmunología y se intervino con caso clínico-música/total de estudiantes que intervinieron con caso clínico-música)*100.

En esta tabla, se pueden observar los tres grupos, a saber:

- Grupo 1. Caso Clínico – Música: estudiantes que aprendieron el tema a través de dos canciones con música y letra.
- Grupo 2. Caso Clínico: estudiantes que mientras aprendían el texto se encontraban escuchando la melodía instrumental como música de fondo.
- Grupo 3. Control Negativo: estudiantes que no recibieron ninguna intervención mediada por la música.

Todos los individuos fueron seleccionados aleatoriamente.

Se puede observar que el 52,4% de estudiantes del Grupo 1 aprobó el examen, y el 50% del Grupo 2 también lo aprobó. Teniendo en cuenta que los intervalos de confianza se cruzan (40% - 64,7% y 37,1% - 62,9%), se puede inferir que no hay diferencia entre los dos grupos, es decir, que para la presente investigación no se encuentran diferencias entre el estudio con música y letra y el estudio con música instrumental de fondo, en lo que a aprobación del examen de inmunología se refiere.

Si comparamos el Grupo 2 y el Grupo 3, encontramos una aprobación del 50% en el Grupo 2 y del 31,8% en el Grupo 3. Los intervalos de confianza se cruzan (37,1% - 62,9% y 25,3% - 38,3%), con lo cual, aunque existiera una aparente diferencia entre los dos grupos, no se encuentran diferencias estadísticamente significativas.

El verdadero hallazgo en los resultados de la evaluación de inmunología se da al comparar el Grupo 1 (Música y letra) con el Grupo 3 (Control Negativo). Del Grupo 1 aprobó el 52,4% y del Grupo 3, el 31,8%. Sus intervalos de confianza no se cruzan, con lo

cual podemos inferir que sí hay una diferencia estadísticamente significativa entre estudiar un tema con música y letra y estudiarlo sin ningún tipo de intervención musical, encontrándose mejores resultados en el Grupo 1 ($p < 0,001$).

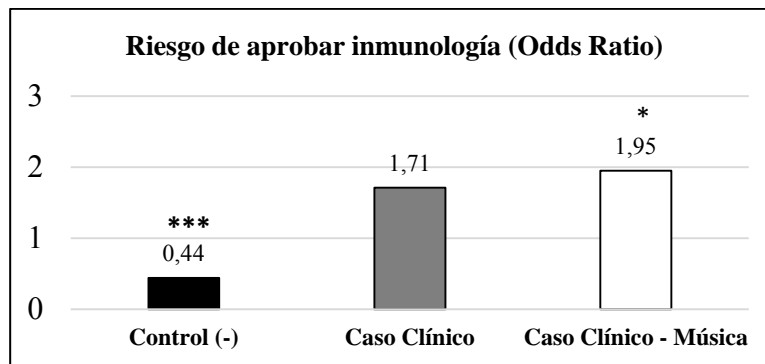
Riesgo de aprobar Inmunología y otros hallazgos incidentales.

Se estimó el riesgo aportado por cada intervención en comparación con el resto de intervenciones agrupadas, para determinar el efecto en la aprobación de la asignatura Inmunología. Se evidenció que pertenecer al grupo de los *controles negativos* o al grupo de los *intervenidos con el caso clínico*, no aportó un riesgo adicional para aprobar la asignatura ($OR > 1$); de manera específica, en el grupo control negativo se identificó un riesgo inverso de aprobar la asignatura ($OR < 1$), que es necesario estudiarlo con un diseño encaminado a probar dicha hipótesis. El riesgo de aprobar Inmunología al ser intervenido con el *caso clínico - música* fue al menos dos veces el riesgo evidenciado por el resto de sujetos estudiados; dada esta última estimación, se puede concluir el número de estudiantes que se necesitaría tratar implementando *el caso - clínico música*, con el fin de conseguir un estudiante adicional que aprobara Inmunología, en comparación a los que se conseguirían con las otras intervenciones destinadas a buscar el mismo efecto, sería aproximadamente de 7 (IC95%, 3-36), (Ver Gráfico No. 2 y Tabla No. 10).

En etapas preliminares de la presente investigación, específicamente en el momento de la fundamentación teórica, no se identificaron argumentos científicos que sustentaran diferencias en la plasticidad o en la adaptabilidad neurosensorial dependiente del sexo, razón tal, por la que en el diseño del experimento no se contempló la inclusión de la variable sexo como un posible factor de bloqueo; sin embargo dada las diferencias de proporciones en las asignaciones de las intervenciones al estratificar por sexo ($P < 0,001$), es decir la comparación entre el número de hombres o mujeres sobre el total de ambos en cada una de las intervenciones (Caso clínico-música, Caso clínico, Control negativo), se ejecutó un análisis estratificado del efecto evaluado, en función del sexo y del tipo de intervención. El resultado de dicha estratificación evidenció que en el grupo intervenido con *caso clínico y música* se encontraron diferencias relacionadas con la variable sexo,

estimando un riesgo adicional de aprobar la asignatura en el grupo de hombres a comparación del grupo de las mujeres (Ver Tabla No. 10); cabe mencionar, que dicha estimación se calculó implementando el método de corrección de Mantel-Haenszel, que es indicado para tratar los efectos producto del proceso de estratificación de una variable, en nuestro caso, después de estratificar la intervención específica en función del sexo; se debe aclarar que estos hallazgos incidentales deben ser corroborados en otras instancias ulteriores.

GRÁFICO 2: Riesgo de aprobar Inmunología según intervención específica, comparada con el resto de intervenciones, Escuela de Medicina Fundación Universitaria Juan N. Corpas, 2014.



La estimación del riesgo para aprobar Inmunología, se realizó comparando cada grupo específico con el resto de grupos. El grupo control negativo se comparó con el efecto agrupado de los grupos caso clínico y caso clínico-música; el grupo caso clínico se comparó con el efecto agrupado de los grupos control negativo y caso clínico-música; el grupo caso clínico-música se comparó con el efecto agrupado de los grupos control negativo y caso clínico; ***P: <0.001 *P: <0,05.

TABLA 10 Riesgo de aprobar Inmunología según tipo de intervención, estratificado por sexo, Escuela de Medicina Fundación Universitaria Juan N. Corpas, 2014

Tipo de intervención	Aprobó Inmunología (n=124)	No Aprobó Inmunología (n=192)	OR (IC95%)	P
Control negativo, n (%)	62 (50)	133 (69,3)	0,44 (0,28-0,70)	< 0,001
<i>Hombre</i>	27/62 (43,5)	50/133 (37,6)	0,41 (0,17-0,92)	0,032
<i>Mujer</i>	35/62 (56,5)	83/133 (62,4)	0,44 (0,24-0,79)	0,006
Caso clínico, n (%)	29 (23,4)	29 (15,1)	1,72 (0,96-3,07)	0,065
<i>Hombre</i>	9/29 (31)	10/29 (34,5)	1,3 (0,46-3,57)	0,602
<i>Mujer</i>	20/29 (69)	19/29 (65,5)	1,99 (0,97-4,06)	0,053
Caso clínico – Música, n (%)	33 (26,6)	30 (15,6)	2,02 (1,15-3,55)	0,014
<i>Hombre</i>	11/33 (33,3)	5/30 (16,7)	3,62 (1,18-12,4)	0,024
<i>Mujer</i>	22/33 (66,6)	25/30 (83,3)	1,63 (0,83-3,17)	0,151

OR: Odds Ratio, ajustado con corrección de Mantel-Haenszel; **P: <0.01 *P: <0,05.

Por último se comparó el riesgo aislado, aportado por cada intervención en comparación con alguna específica, para determinar el efecto neto de cada una, referente a la probabilidad de aprobación de la asignatura Inmunología.

Al comparar el efecto específico de cada intervención con respecto a otra (excluyendo el efecto de una tercera), sobre el riesgo de aprobar Inmunología, se evidenció que al tener como referente el control negativo, los estudiantes intervenidos con *caso clínico – música* presentaron 2,5 veces el riesgo de aprobar la asignatura, mientras que en el grupo intervenido *solo con el caso clínico*, el riesgo fue 2,16 veces comparado con el grupo de referencia. No se evidenció un exceso de riesgo para aprobar Inmunología, al comparar los grupos de estudiantes intervenidos con *caso clínico* contra los intervenidos con *caso clínico – música*.

Cabe mencionar que los efectos previamente identificados al estratificar por sexo, nuevamente se evidenciaron en este análisis restringido, pero a diferencia del análisis previo, los efectos aunque fueron predominantes en los hombres, también se identificaron en el subgrupo de las mujeres (Ver Tabla No. 11).

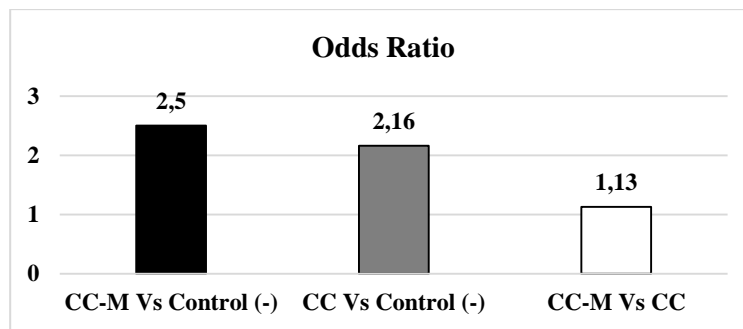
TABLA 11 Riesgo de aprobar Inmunología, al comparar intervenciones específicas y estratificar por sexo, Fundación Universitaria Juan N. Corpas. 2014.

Intervención	Caso Clínico-Música		Caso Clínico	
	OR	IC95%	OR	IC95%
Caso Clínico				
Sexo				
Masculino	1,13	0,55-2,32	-	-
Femenino	2,38	0,59-10,4	-	-
Control negativo	0,84	0,35-1,97	-	-
Control negativo				
Sexo				
Masculino	2,5**	1,38-4,52	2,16**	1,18-3,93
Femenino	4,01**	1,28-14,0	1,65	0,58-4,68
Control negativo	2,08*	1,03-4,2	2,48**	1,18-5,27

OR: Odds Ratio, ajustado con corrección de Mantel-Haenszel; **P: <0.01 *P: <0,05.

En el Gráfico Número 3 se destaca el riesgo de aprobar Inmunología comparando el Grupo 1 con el 3, el Grupo 1 con el 2 y el Grupo 2 con el 3.

GRÁFICO 3 Riesgo de aprobar Inmunología, al comparar intervenciones específicas, Escuela de Medicina, Fundación Universitaria Juan N. Corpas. 2014.



CC-M: caso clínico-música, CC: caso clínico, Control (-): control negativo; Tabla de 2*2 para OR, *celda a*: número de estudiantes que aprobaron Inmunología y fueron expuestos al caso clínico-música o solo caso clínico, en la *celda b* número de estudiantes que no aprobaron Inmunología fueron expuestos al caso clínico-música o solo caso clínico, *celda c*: número de estudiantes que aprobaron Inmunología y no fueron expuestos a ningún factor o fueron expuestos al caso clínico y en la *celda d*: número de estudiantes que no aprobaron Inmunología y no fueron expuestos a ningún factor o fueron expuestos al caso clínico.

Los anteriores análisis nos muestran cómo la estrategia didáctica mediada por la música, cuando contamos con componente lingüístico o verbal sumado al componente musical, es estadísticamente superior al hecho de no realizar intervención musical alguna, en lo que a la aprobación del examen de inmunología se refiere.

10 CONCLUSIONES

Podemos establecer que, como pudimos evidenciar en la primera etapa del estudio, sí existe una relación entre algunos intervalos musicales y el predominio de ondas cerebrales, y que estos intervalos se pueden utilizar para la composición de materiales didácticos que permitan mejorar el desempeño de estudiantes, en términos de resultados en pruebas de evaluación. Esto significa que, a la luz de este estudio, al cerebro no le es indiferente la escucha de ciertos intervalos y, por el contrario, cuando en la música predominan los intervalos denominados Segundas y Terceras Menores, en el cerebro hay un predominio estadísticamente significativo de ondas Alfa y Beta en los lóbulos frontales. Aunque no encontramos reportes de investigaciones que empleen los intervalos musicales para el aprendizaje, hemos podido evidenciar que investigadores como Purnell-Webb y Speelman concluyeron, en diversos estudios, que los patrones rítmicos permiten que un texto que se ha aprendido sea recuperado o recordado muy fácilmente, siempre y cuando el ritmo utilizado sea familiar para quien lo emplea (Purnell-Webb & Speelman, 2008). Múltiples estudios científicos han corroborado el hecho de que las ondas Beta y Alfa predominan activamente durante procesos de aprendizaje que requieren una importante activación de la memoria (Schaefer, Vlek, & Desain, 2011; Surwillo, 1971; Sadaghiani et al, 2010), y consideramos que un proceso de enseñanza – aprendizaje puede aprovechar esta correlación neurocientífica entre la música y los ritmos cerebrales para optimizar el aprendizaje y la memorización de cualquier tipo de engramas, conceptos, contenidos verbales o disciplinares, ya que el componente adicional aportado por la música puede llevar al cerebro a la utilización de distintas rutas o sinapsis neuronales que conlleven, posteriormente, a una mejor recordación de lo aprendido, del aprovechamiento de la memoria implícita y explícita y de la activación de procesos más elaborados y exigentes para el cerebro. La música produce, de igual manera, diferentes respuestas en el terreno de lo emocional, circunstancia que debe ser tomada en cuenta por los compositores que busquen realizar composiciones científicas basadas en el funcionamiento eléctrico del

cerebro, lo cual significa que las melodías y armonías empleadas deben orientarse por el tipo de intervalos que generan el predominio de ciertos ritmos cerebrales, además de que los ritmos y tipos de música empleados deben ser familiares o acordes con las edades y preferencias de quienes vayan a ser sujetos de una intervención pedagógica que cuente, como estrategia didáctica, con la música, lo cual pudieron evidenciar investigadores canadienses con la ayuda de tecnología como la Resonancia Magnética Funcional, encontrando que el cerebro responde de una mejor forma a la música que le es familiar a la persona, ubicando las regiones cerebrales involucradas en la evocación memorística a través de la música y definiendo cómo la memoria auditiva se relaciona fuertemente con la acción de cantar mostrando activación hemisférica izquierda en el lóbulo temporal, haciendo uso del área motora suplementaria (Peretz et al, 2009).

Algunos autores consideran que ya podemos estar hablando de neurociencia de la música, dado que la música promueve cambios en el aprendizaje cultural, el procesamiento del lenguaje y la plasticidad neuronal, pudiendo emplearse en procesos de rehabilitación y tratamiento de pacientes con diferentes trastornos del Sistema Nervioso (Altenmüller et al, 2012). En este estudio hemos encontrado que intervenciones pedagógicas con estrategias didácticas mediadas por música compuesta a través de intervalos musicales específicos pueden facilitar los procesos de enseñanza – aprendizaje en estudiantes de Medicina. Esto podría extrapolarse o generalizarse a otras disciplinas y a otras áreas del saber, en las que también se presenten dificultades de aprendizaje de temas de gran complejidad. De hecho, en otros estudios se ha podido evidenciar que el entrenamiento en música mejora la memoria verbal; como ejemplo, en una investigación se estudiaron 60 alumnas de la Universidad China de Hong Kong, la mitad de las cuales había recibido entrenamiento durante seis años en instrumentos musicales occidentales, y la otra mitad no recibió entrenamiento musical, encontrando que quienes habían tenido entrenamiento musical tuvieron mejor capacidad de memoria para recordar listas de palabras (Chan, Ho & Cheung, 1998). Por otra parte, en un estudio longitudinal que analizó el entrenamiento y la experiencia musical de un grupo de niños, comparándolo con su desempeño académico en primera lengua, segunda lengua y matemáticas, no se encontraron diferencias en el desempeño de quienes sí habían tenido entrenamiento musical, aunque se evidenció que los niños que habían sido entrenados en música tienden a ser más conscientes a la hora de

estudiar en comparación con los que no se han entrenado en música; además, se observó que los niños que recibieron entrenamiento en piano y entrenamiento vocal tuvieron, en apenas 36 semanas, un aumento del coeficiente intelectual, en comparación con los que recibieron clases de dramaturgia o no recibieron lecciones musicales (Yang, Ma, Gong, Hu, & Yao, 2014). Por su parte, investigadores canadienses encontraron que pacientes con Enfermedad tipo Alzheimer de intensidad moderada preservan su memoria musical de largo plazo por encima de aprendizajes cognitivos verbales o escritos que no incluyen a la música, observando también que la música se puede convertir en un potente factor para la estimulación cognitiva, pudiendo también constituirse en una herramienta que fortalece el desempeño social y las funciones comunicativas de las personas (Cuddy, Sikka & Vanstone, 2015). En una investigación desarrollada en el laboratorio de neurociencia auditiva de la Northwestern University en Illinois, Estados Unidos, se pudo corroborar cómo un grupo de niños considerados de bajo nivel socioeconómico, que en condiciones normales tenderían progresivamente a obtener bajos resultados desde el punto de vista académico, mejoraron su desempeño en el lenguaje y en tareas de aprendizaje después de haber recibido entrenamiento musical (Slater et al, 2014).

La electroencefalografía, a pesar de ser un método diagnóstico con más de 80 años de antigüedad, sigue siendo un método preciso y seguro para analizar el comportamiento del cerebro desde el punto de vista matemático cuantitativo, ya que las ondas cerebrales se pueden analizar a través de algoritmos que las desagreguen, sin necesidad de entrar al terreno cualitativo de la observación o de las imágenes emitidas por otras tecnologías como la Resonancia Magnética o la Resonancia por Positrones. El laboratorio de Neurociencia diseñado para esta investigación y el Software diseñado para análisis de los resultados electroencefalográficos de este estudio, se constituyen en herramientas de gran valor para estudios posteriores que busquen aprovechar esta tecnología y su posterior aplicación. De hecho, este estudio arrojó algunos resultados relativos a la correspondencia entre otros intervalos musicales (como la Sexta Menor y la Séptima Menor) y el predominio de ritmos Delta. Estos hallazgos, aunque no son pertinentes para los objetivos de este estudio, se constituyen en la puerta de entrada a otros estudios que analicen el predominio de ondas Delta, las cuales aumentan cuando se inicia el sueño. Esto quiere decir que la misma infraestructura y tecnología puede utilizarse para encontrar intervalos musicales que

estimulen la inducción del sueño. De aquí la importancia que, estimamos, tienen los productos resultantes de esta investigación.

Si comparamos los métodos o estrategias didácticas que tradicionalmente se utilizan en el área que ha sido objeto de este estudio con la estrategia propuesta (mediada por los intervalos musicales que hemos precisado), podemos considerar que los resultados en términos de aprobación de los exámenes o pruebas académicas son superiores cuando realizamos intervención con música estructurada desde la neurociencia. Lo anterior lo pudimos evidenciar en esta primera intervención, y las correlaciones entre música y neurociencia se podrán seguir aplicando al caso específico de la educación en diferentes medios educativos y en distintas áreas del saber.

La música como estrategia didáctica es susceptible de apoyar cualquier método de aprendizaje y cualquiera de las maneras de aprender de los estudiantes, así como de adaptarse y complementar cualquiera de las teorías del aprendizaje que se constituyen en la estructura teórica y empírica de los procesos de enseñanza – aprendizaje.

Lo encontrado en esta investigación se refuerza gracias a los resultados de numerosos estudios que, como los aquí detallados, demuestran que el aprendizaje verbal con música fortalece las oscilaciones coherentes en las redes neuronales corticales frontales participantes en la codificación verbal, lo cual se evidencia evaluando la coherencia de las oscilaciones de los lóbulos frontales por medio de la electroencefalografía.

11 REFERENCIAS

- Aldwell, E., Schachter, C. & Cadwallader, A. (2010). *Harmony and Voice Leading* (4ª. Ed.). Boston: Schirmer.
- Alfaro, R. & Casallas, J. (2011). *El mundo de las preguntas. Psicometría y Cartografía de los ítems y las pruebas*. Bogotá: Ediciones Quantum.
- Ali, S., Peynircioglu, Z. (2006). Songs and emotions: are lyrics and melodies equal partners? *Psychology of Music*, 4(4), 511–534.
- Altenmüller, E., Demorest, S., Fujioka, T., Halpern, A., Hannon, E.,... Zatorre, R. (2012). Introduction to The Neurosciences and Music IV: Learning and Memory. *Annals of The New York Academy of Sciences*, 1252, 1-16.
- Bandura, A. (2001). Social Cognitive Theory: An Agentic Perspective. *Annu. Rev. Psychol.* 52:1-26
- Briones, G. (2006). *Teorías de las ciencias sociales y de la educación*. México: Trillas.
- Cabral, A. (2005). *Reseña de "Pedagogia do Oprimido" de Paulo Freire*. Revista Lusófona de Educação (5), 200 – 204. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=34900514> recuperado el 13 de marzo de 2014.
- Campbell, M., Greated, C. & Myers, A. (2006). *History, Technology and Performance of Instruments of Western Music*. Oxford: Oxford University Press.
- Clifton, T. (1983). *Music as Heard: A study in Applied Phenomenology*. New Haven and London: Yale University Press. ISBN 0-300-0291-0.
- Constant, I. & Sabourdin, N. (2012). The EEG signal: a window on the cortical brain activity. *Pediatric Anesthesia*, (22), 539 – 552. Doi: 10.1111/j.1460-9592.2012.03883.x
- Cuddy, L., Sikka, R. & Vanstone, A. (2015). Preservation of musical memory and engagement in healthy aging and Alzheimer's disease. *Annals of The New York Academy of Sciences*, 1337, 223-231.

- Chan, A., Ho, Y. & Cheung, M. (1998). Music training improves verbal memory, *Nature*, 396, 128.
- Chen-Hafteck, L. (1999) Discussing text-melody relationship in children's song-learning and singing: a Cantonese-speaking perspective. *Psychology of Music*, 27(1), 55-70.
- Elguero, J. (Mayo, 2004). *Metodología de la Investigación: Los ejemplos de Freud y de Cajal*. Discurso de ingreso en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Madrid, España. Recuperado de <http://www.iqm.csic.es/are/jep/37.pdf> el 29 de noviembre de 2012.
- Escalante, C. (1999). *Investigación sociomédica*. Bogotá: Norma.
- Fell, J., Ludowig, E., Staresina, B., Wagner, T., Kranz, T., Elger, C., Axmacher, N. (2011). Medial Temporal Theta / Alpha Power Enhancement Precedes Successful Memory Encoding: Evidence Based on Intracranial EEG. *The Journal of Neuroscience*, (31) 14, 5392 – 5397.
- Ferreira, H. & Pedrazzi, G. (2007/2012). *Teorías y Enfoques psicoeducativos del aprendizaje*. Buenos Aires, Argentina: Noveduc (Reimpresión 2012).
- Fogelson, S. (1973). Music as a distractor on reading-test performance of eighth grade students. *Perceptual and Motor Skills*, 36, 1265-1266.
- Gardner, H. (2004). *Mentes flexibles. El arte y la ciencia de saber cambiar nuestra opinión y la de los demás*. Barcelona, España: Ediciones Paidós Ibérica.
- Gento, S. (2004). *Guía práctica para la investigación en educación*. (2004). Madrid: Sanz y Torres.
- Goleman, D. (1998). *Working with emotional intelligence*. España: Editorial Kairos S.A.
- Hanley, R., Bakopoulou, E. (2003). Irrelevant speech, articulatory suppression, and phonological similarity: A test of the phonological loop model and the feature model. *Psychonomic Bulletin & Review*, 10(2), 435-444.
- Hogan, M., Collins, P., Keane, M., Kilmartin, L., Kaiser, J., Kenney, J.,... Upton, N. (2011). Electroencephalographic coherence, aging and memory: distinct responses to background context and stimulus repetition in younger, older, and older declined groups. *Experimental Brain Research*, 212, 241-255. doi: 10.1007/s00221-011-2726-8.
- Iwanaga, M., Ito, T. (2002). Disturbance effect of music on processing of verbal and spatial memories. *Perceptual & Motor Skills*, 94 (3 Pt 2):1251-1258.

- Knowles, M., Holton, E. & Swanson, R. (2010). *Andragogía: El aprendizaje de los adultos*. México: Alfaomega.
- Latham, A. (Ed.) (2002). *The Oxford Companion to Music*. New York: Oxford University Press.
- Lindley, M., Campbell, M. & Greated, C. (2007). “Interval”, Grove Music online, ed. L. Macy, grovemusic.com
- Luzuriaga, L. (2001). *Diccionario de Pedagogía*. Buenos Aires: Losada.
- Llinás, R. (2003). *El cerebro y el mito del yo*. Bogotá, Colombia. Norma.
- Mergel, B. (1998). Instructional Design & Learning Theory. *Learning Theories of Instructional Design*. Disponible en www.usask.ca/education/coursework/802papers/mergel/brenda.htm. Recuperado el 13 de febrero de 2014.
- Morán, M. (2009). Psicología y música: inteligencia musical y desarrollo estético. *Revista Digital Universitaria*. 10 (11), 2-8.
- Paz, H. (2007). El Aprendizaje Situado como una alternativa en la formación de competencias en ingeniería. *Revista Educación en Ingeniería*, (4), 1-13.
- Peretz, I., Gosselin, N., Belin, P., Zatorre, R., Plailly, J. & Tillmann, B. (2009). Music Lexical Networks. The Cortical Organization of Music Recognition. *Annals of The New York Academy of Sciences*, 1169, 256–26.
- Pérez, R. & Gallego-Badillo, R. (1995). *Corrientes Constructivistas. De los mapas conceptuales a la teoría de la transformación intelectual*. Santa Fe de Bogotá: Magisterio.
- Perkins, D. (1992). Technology Meets Constructivism: Do They Make a Marriage?. In *Constructivism and Technology of Instruction* (pp. 35 – 51). Hillsdale, New Jersey: Lawrens Erlbaum Associates, Inc.
- Perkins, D & Salomon, G. (1989). Are Cognitive skills context-Bound?. *Educational Researcher*, 18(1), 16-25.
- Peterson, D.A., Thaut, M.H. (2007). Music increases frontal EEG coherence during verbal learning. *Neuroscience Letters*, 412, 217–221.
- Posada, J. (1993). *Jerome Bruner y la educación de adultos*. Proyecto Principal de Educación. Boletín Número 32, 49-54.

- Purnell-Webb, P. & Speelman, G. (2008). Effects of Music on memory for Text. *Perceptual and Motor Skills*, 106, 927-957.
- Rodríguez, E., Larios, B. (2006). *Teorías del aprendizaje. Del conductismo radical a la teoría de los campos conceptuales*. Bogotá: Magisterio.
- Rolla, G. M. (1993). *Your inner music: Creative analysis and music memory: workbook/journal*. Wilmette, Ill: Chiron Publications.
- Sadaghiani, S., Scheeringa, R., Lehongre, K., Morillon, B., Giraud, A., Kleinschmidt, A. (2010). Intrinsic Connectivity Networks, Alpha Oscillations and Tonic Alertness: A Simultaneous Electroencephalography Functional Magnetic Resonance Imaging Study. *The Journal of Neuroscience*, 30 (30), 10243 – 10250.
- Salamé, P. & Baddeley, A. (1989). Effects of background music on phonological short-term memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 41(1), 107 – 122.
- Schaefer, R., Vlek, R., & Desain, P. (2011). Music perception and imagery in EEG: alpha band effects of task and stimulus. *International journal of psychophysiology: official journal of the International Organization of Psychophysiology*, 82(3), 254-259.
- Simpson, D., Botero, D. & Infantosi, A. (2005). Estimation of coherence between blood flow and spontaneous EEG activity in neonates. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 52(5), 852 – 858.
- Skinner, B. (1974). *About behaviorism*. Nueva York, USA: Alfred A. Knopf.
- Slater, J., Strait, D., Skoe, E., O'Connell, S., Thompson, E. y Kraus, N. (2014). Longitudinal Effects of Group Music Instruction on Literacy Skills in Low-Income Children, *PLOS ONE*, 9(11), 1-9.
- Sloboda, J. (2008). *The Musical Mind*. Oxford, Reino Unido: Oxford University Press.
- Surwillo, W. (1971). Frequency of the EEG during acquisition in short-term memory. *Psychophysiology*, 8 (5), 588 – 593.
- Tamayo y Tamayo, M. (2012). *Metodología Formal de la Investigación Científica*. Bogotá: Imusa.
- Vargas-Mendoza, J.E. (2006). *Teoría de la Acción Comunicativa: Jurgem Habermas*. México: Asociación Oaxaqueña de Psicología A.C. Disponible en: www.conductitlan.net/jurgen_habermas.ppt

- Vygotsky, V. (1995). *Pensamiento y Lenguaje. Teoría del desarrollo cultural de las funciones psíquicas*. Traducción del original ruso: María Margarita Rotger. Ediciones Fausto.
- Waisburd, G., Erdmenger, E. (2007). *El poder de la música en el aprendizaje*. México: Trillas.
- Wallace, W. (1994). Memory for music: Effect of melody on recall of text. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 20(6), 1471-1485. doi.org/10.1037/0278-7393.20.6.1471
- Yang, H., Ma, W., Gong, D., Hu, J. & Yao, D. (2014). A Longitudinal Study on Children's Music Training Experience and Academic Development. *Scientific Reports*, 4(5854), 1-7.
- Yordanova, J., Kolev, V., Wagner, U., Born, J. y Verleger, R. (2011). Increased Alpha (8-12 Hz) Activity during Slow Wave Sleep as a Marker for the Transition from Implicit Knowledge to Explicit Insight. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 24(1), 119-132.

12 ANEXOS