

UNIVERSIDAD TECNICA PRIVADA COSMOS

UNITEPC

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERIA DE SONIDO



**CREACIÓN DE PAISAJES SONOROS APLICADOS A LA
MUSICOTERAPIA**

**Tesis de Grado presentada para optar al Título de
Licenciatura en Ingeniería de Sonido**

Postulante: ERWIN JAVIER PINTO INFANTES

Tutor: Ing. SEBASTIÁN ROLÓN CARRERAS

Cochabamba – Bolivia

(2016)

UNIVERSIDAD TECNICA PRIVADA COSMOS

UNITEPC

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERIA DE SONIDO



**CREACIÓN DE PAISAJES SONOROS APLICADOS A LA
MUSICOTERAPIA**

**Tesis de Grado presentada para optar al Título de
Licenciatura en Ingeniería de Sonido**

Postulante: ERWIN JAVIER PINTO INFANTES

Tutor: Ing. SEBASTIÁN ROLÓN CARRERAS

Cochabamba – Bolivia

(2016)

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado principalmente a Dios y a mis mentores de toda mi vida mis Padres Edgar Pinto y Lourdes Infantes, a mis inefables hermanos de sangre Cristian Pinto y Leslie Pinto y a todas las personas que colaboraron y apoyaron durante la elaboración del proyecto de investigación.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por haberme dado la oportunidad de estudiar y concluir con mi carrera iluminando mi camino.

A mi familia por el apoyo incondicional y la confianza que siempre me brindaron.

A mi tutor: Ing. Sebastián Rolón Carreras, por guiarme y orientarme durante el desarrollo de este proyecto de investigación.

Al Lic. Franz Ballivián Pol quien fue mi mentor en el campo operacional de la Musicoterapia.

A todos los docentes de la poderosa carrera de Ingeniería de Sonido de la UNITEPC, por la dedicación en la enseñanza de los saberes y el ejemplo que me impartieron en el área de su profesionalización.

INDICE GENERAL

RESUMEN	xi
INTRODUCCIÓN	xii
CAPÍTULO 1	1
PRESENTACIÓN DE LA TEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.3.1. Objetivo General.....	2
1.3.2. Objetivos Específicos	2
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.5. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS	5
1.6. DESCRIPCION DE VARIABLES	5
1.6.1. Variable Independiente.....	5
1.6.2. Variable Dependiente	5
1.7. CONCEPTUALIZACION DE VARIABLES	5
1.8. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	6
CAPÍTULO 2.....	8
MARCO REFERENCIAL - CONTEXTUAL.....	8
2.1. LA LOCALIZACIÓN Y BREVE HISTORIA DE LA INSTITUCIÓN ESTUDIADA	8
2.2. LA ESTRUCTURA FÍSICA Y ORGANIZATIVA, SUS ACTUALES ESTADOS	9
2.3. SUS DIFERENCIAS CON RELACIÓN A OTRAS SIMILARES	10
2.4. SUS PROYECCIONES.....	10
2.4.1. Proyección Social Cultural.....	10
CAPÍTULO 3.....	11
MARCO TEÓRICO	11
3.1. DEFINICIÓN DE EDUCACIÓN.....	11
3.2. CONCEPTUALIZACIONES	11

3.2.1. Musicoterapia	11
3.2.2. Banco de Sonidos	12
3.2.3. Software Natura Sound Therapy v3	13
3.2.4. Software dBFA32 de 01dB-Metravib	14
3.2.5. Software Nuendo4 de Steinberg.....	16
3.3. Fundamento Teórico Acústico	19
3.3.1. Percepción sonora.....	20
3.3.2. Curvas Isofónicas de Fletcher y Munson.....	22
3.3.3. Filtros de ponderación para medidores de nivel sonoro	23
3.3.4. Enmascaramiento Sonoro	25
3.3.5. Sonómetro	29
3.3.6. Paisaje sonoro.....	30
3.3.7. Parámetros Psicoacústicos	31
3.3.8. El Bark y Bandas Críticas	39
CAPITULO 4.....	42
DISEÑO METODOLÓGICO.....	42
4.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	42
4.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN	42
4.3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	42
4.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	43
4.5. FUENTES DE INFORMACIÓN.....	43
4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL	44
4.7. UNIVERSO Y MUESTRA	44
4.8. PROCEDIMIENTOS DE LA INVESTIGACIÓN	45
CAPITULO 5.....	47
PROCESO EXPERIMENTAL DE LA MUSICOTERAPIA	47
5.1. PRESENTACIÓN DE LAS MUESTRAS DEL PROFESIONAL MUSICOTERAPEUTA.....	47
5.1.1. Uso y Aplicación del Sonómetro en la Muestra de Relajación Flauta Andina.....	47

5.1.2. Presentación de la Muestra de Relajación Flauta Andina	48
5.1.3. Uso y Aplicación del Sonómetro en la Muestra de Relajación Sinfonía Mozart.....	54
5.1.4. Presentación de la Muestra de Relajación Sinfonía Mozart	55
5.1.5. Uso y Aplicación del Sonómetro en la Muestra de Tensión Shashkin - Danza Árabe	60
5.1.6. Presentación de la Muestra de Tensión Shashkin - Dánza Árabe	61
5.2. PRESENTACIÓN DE LAS MUESTRAS DE CREACIÓN DE PAISAJES SONOROS APLICADOS A LA MUSICOTERAPIA.....	65
5.2.1. Uso y Aplicación del Sonómetro en la Creación del Paisaje Sonoro.1. Muestra de Relajación.....	65
5.2.2. Presentación de la Muestra de Relajación - Creación de Paisaje Sonoro.1.	66
5.2.3. Uso y Aplicación del Sonómetro en la Creación del Paisaje Sonoro.2. Muestra de Relajación.....	71
5.2.4. Presentación de la Muestra de Relajación - Creación de Paisaje Sonoro.2.	71
5.2.5. Uso y Aplicación del Sonómetro en la Creación del Paisaje Sonoro.3. Muestra de Tensión.....	76
5.2.6. Presentación de la Muestra de Tensión - Creación de Paisaje Sonoro.3.	77
5.3. EVALUACIÓN DE RESULTADOS DEL SOFTWARE dBFA32 Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LOS PAISAJES SONOROS APLICADOS A LA MUSICOTERAPIA	82
5.3.1. Análisis de Resultados – Variable Relajación: Flauta Andina Vs Paisaje Sonoro.1.....	83
5.3.2. Análisis Comparativo – Variable Relajación: Sinfonía Mozart Vs Paisaje Sonoro.2.....	90
5.3.3. Análisis Comparativo – Variable Tensión: Shashkin Danza Árabe Vs Paisaje Sonoro 3.....	97

5.4. REGISTRO SONORO CON TECNICAS DEL SOFTWARE NUENDO4105	
5.5. PRESENTACIÓN DEL DESARROLLO METODOLOGICO DE LA CREACIÓN DE PAISAJES SONOROS APLICADOS A LA MUSICOTERAPIA	106
5.5.1. Desarrollo Experimental del Taller de Sesión Musicoterapia	
Pasiva	111
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	115
Conclusiones.....	115
Recomendaciones.....	124
BIBLIOGRAFÍA	125
SITIOS WEB	128
ANEXOS	

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 3.1. PANTALLA PRINCIPAL DEL MIXER NATURA SOUND THERAPY V3, PARA LA CREACIÓN DE PAISAJES SONOROS.....	14
FIGURA 3.2. SONOGRAMA DEL PAISAJE SONORO, CANTO DE PÁJARO.	15
FIGURA 3.3. MENÚ PRINCIPAL DEL SOFTWARE DBFA32 CON VARIAS PESTAÑAS DE ACCESO DIRECTO.....	16
FIGURA 3.4. PANTALLA PRINCIPAL DEL SOFTWARE NUENDO4 DE STEINBERG, PARA LA GRABACIÓN DE PAISAJES SONOROS.....	17
FIGURA 5.1. PRIMER REGISTRO SONORO DEL SOFTWARE NUENDO4.	105
FIGURA 5.2. CUADRO ESQUEMÁTICO DE LA CADENA ELECTROACÚSTICA DE PROCEDIMIENTO OPERATIVO PARA LA CREACIÓN DE PAISAJES SONOROS.....	110
FIGURA 5.3. CUADRO ESQUEMÁTICO DE LA CADENA ELECTROACÚSTICA CON ICONOS DE LA INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL PROPUESTA PARA LA CREACIÓN DE PAISAJES SONOROS.....	111

INDICE DE GRAFICOS

GRÁFICO 3.1. CURVAS DE FLETCHER Y MUNSON (1933).....	22
GRÁFICO 3.2. NUEVAS CURVAS ISOFÓNICAS MEJORADAS POR ROBINSON Y DADSON 1956.	23
GRÁFICO 3.3. CURVAS DE PONDERACIÓN A, B Y C.....	25
GRÁFICO 3.4. ENMASCARAMIENTO SONORO EN 3D.....	26
GRÁFICO 3.5. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO PARA ILUSTRAR LAS REGIONES EN DONDE SE PRESENTAN LOS DIFERENTES EFECTOS DE ENMASCARAMIENTO.....	27
GRÁFICO 3.6. PATRÓN DE ENMASCARAMIENTO PARA UN TONO PURO ENMASCARADO POR RUIDO BLANCO DE BANDA ANCHA.	28
GRÁFICO 3.7. CURVAS ISOFÓNICAS DE PONDERACIÓN, (EL SONIO ESTÁ DEFINIDO COMO LA SONORIDAD DE UN SONIDO SINUSOIDAL DE 1 KHZ CON UN NIVEL DE PRESIÓN SONORA DE 0 DB).	32
GRÁFICO 3.8. ONDA SINUSOIDAL MODULADA RESPECTO AL TIEMPO...	35
GRÁFICO 3.9. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL ROUGHNESS RESPECTO EL TIEMPO.	36
GRÁFICO 3.10. ESPECTRO DE FRECUENCIAS Y LOS VALORES DE NITIDEZ DE (A) UN TONO DE 100 HZ Y (B) UN TONO DE 10 KHZ.....	38
GRÁFICO 3.11. UMBRAL SIN TENER EN CUENTA LAS BANDAS CRÍTICAS.	41
GRÁFICO 3.12. UMBRAL TENIENDO EN CUENTA LAS BANDAS CRÍTICAS.	41
GRÁFICO 5.1. DIAGRAMA DE ANÁLISIS PARA LA DETERMINACIÓN DEL NIVEL CONTINUO EQUIVALENTE LEQ. (FLAUTA ANDINA).....	51
GRÁFICO 5.2. DIAGRAMA DEL CONTENIDO ENERGÉTICO ESPECTRAL DE LAS 24 BANDAS CRITICAS.....	52
GRÁFICO 5.3. SONOGRAMA DE SONORIDAD (FLAUTA ANDINA).	53
GRÁFICO 5.4. DIAGRAMA DE ANÁLISIS PARA LA DETERMINACIÓN DEL NIVEL CONTINUO EQUIVALENTE LEQ. (SINFONÍA MOZART).	57

GRÁFICO 5.5. DIAGRAMA DE TRABAJO (SINFONÍA MOZART) DEL CONTENIDO ENERGÉTICO ESPECTRAL DE LAS 24 BANDAS CRITICAS..	58
GRÁFICO 5.6. SONOGRAMA DE SONORIDAD (SINFONÍA MOZART)	59
GRÁFICO 5.7. DIAGRAMA DE ANÁLISIS PARA DETERMINAR EL NIVEL CONTINUO EQUIVALENTE LEQ. (SHASHKIN – DÁNZA ÁRABE).....	63
GRÁFICO 5.8. DIAGRAMA (SHASHKIN DÁNZA ÁRABE) DEL CONTENIDO ENERGÉTICO ESPECTRAL DE LAS 24 BANDAS CRITICAS..	64
GRÁFICO 5.9. SONOGRAMA DE SONORIDAD (SHASHKIN – DÁNZA ÁRABE). CONTENIDO ENERGÉTICO GLOBAL CALCULADO.....	64
GRÁFICO 5.10. DIAGRAMA DE ANÁLISIS PARA LA DETERMINACIÓN DEL NIVEL CONTINUO EQUIVALENTE LEQ. (PAISAJE SONORO.1.).....	69
GRÁFICO 5.11. DIAGRAMA (PAISAJE SONORO.1.) DEL CONTENIDO ENERGÉTICO ESPECTRAL DE LAS 24 BANDAS CRITICAS.	69
GRÁFICO 5.12. SONOGRAMA DE SONORIDAD (PAISAJE SONORO.1.). VALOR GLOBAL ENERGÉTICO CALCULADO POR EL DBFA32.....	70
GRÁFICO 5.13. DIAGRAMA DE ANÁLISIS PARA LA DETERMINACIÓN DEL NIVEL CONTINUO EQUIVALENTE LEQ. (PAISAJE SONORO.2.).....	74
GRÁFICO 5.14. DIAGRAMA (PAISAJE SONORO.2.) DEL CONTENIDO ENERGÉTICO ESPECTRAL DE LAS 24 BANDAS CRITICAS.	75
GRÁFICO 5.15. DIAGRAMA DE TRABAJO (PAISAJE SONORO.2.) DEL CONTENIDO ENERGÉTICO ESPECTRAL.....	75
GRÁFICO 5.16. DIAGRAMA DE ANÁLISIS PARA LA DETERMINACIÓN DEL NIVEL CONTINUO EQUIVALENTE LEQ. (PAISAJE SONORO.3.).....	80
GRÁFICO 5.17. DIAGRAMA (PAISAJE SONORO.3.) DEL CONTENIDO ENERGÉTICO ESPECTRAL DE LAS 24 BANDAS CRITICAS.	80
GRÁFICO 5.18. SONOGRAMA DE SONORIDAD (PAISAJE SONORO.3.).....	81
GRÁFICO 5.19. GRÁFICA DE LOS PARÁMETROS: - SHARPNESS – ROUGHNESS Y FLUCTUATION STRENGTH – TONALITY.....	88
GRÁFICO 5.20. COMPARACIÓN DE SONOGRAMAS DE LA VARIABLE RELAJACIÓN – FLAUTA ANDINA VS PAISAJE SONORO.1.	89

GRÁFICO 5.21. COMPARACIÓN DE LAS VARIABLE PSICOACÚSTICOS RELAJACIÓN – FLAUTA ANDINA VS PAISAJE SONORO.1.	90
GRÁFICO 5.22. GRÁFICA DE LOS PARÁMETROS: - SHARPNESS - ROUGHNESS Y FLUCTUATION STRENGTH – TONALITY.....	95
GRÁFICO 5.23. COMPARACIÓN DE SONOGRAMAS DE LA VARIABLE RELAJACIÓN – SINFONÍA MOZART VS PAISAJE SONORO.2.	96
GRÁFICO 5.24.. COMPARACIÓN DE LAS VARIABLE PSICOACÚSTICOS RELAJACIÓN – SINFONÍA MOZART VS PAISAJE SONORO.2.	97
GRÁFICO 5.25. GRÁFICA DE LOS PARÁMETRO: - SHARPNESS – ROUGHNESS Y FLUCTUATION STRENGTH – TONALITY.....	102
GRÁFICO 5.26. COMPARACIÓN DE SONOGRAMAS DE LA VARIABLE TENSIÓN – SHASHKIN DANZA ÁRABE VS. PAISAJE SONORO.3.	103
GRÁFICO 5.27. COMPARACIÓN DE VARIABLES PSICOACÚSTICOS TENSIÓN – SHASHKIN DÁNZA ÁRABE VS PAISAJE SONORO.3.	104

INDICE DE TABLAS

TABLA 3.1. NIVELES DE PRESIÓN SONORA (PA) Y NIVEL DE PRESIÓN SONORA DB.....	21
TABLA 3.2. NIVELES DE PRESIÓN SONORA DE FUNCIÓN Y CALIBRACIÓN.....	30
TABLA 3.3. RELACIÓN DE LA BANDA CRÍTICA CON LAS FRECUENCIAS .	34
TABLA 5.1. VARIABLE RELAJACIÓN – FLAUTA ANDINA.....	49
TABLA 5.2. VARIABLE RELAJACIÓN – SINFONÍA MOZART	55
TABLA 5.3. VARIABLE TENSIÓN – SHASHKIN – DÁNZA ÁRABE.....	61
TABLA 5.4. VARIABLE RELAJACIÓN – PAISAJE SONORO.1.	67
TABLA 5.5. VARIABLE RELAJACIÓN – PAISAJE SONORO.2.	72
TABLA 5.6. VARIABLE TENSIÓN – PAISAJE SONORO.3.....	78
TABLA 5.7. INDICADORES PSICOACÚSTICOS DE LA VARIABLE RELAJACIÓN: FLAUTA ANDINA VS PAISAJE SONORO.1.	83
TABLA 5.8. NIVELES DE PRESIÓN SONORA DE FUNCIÓN Y CALIBRACIÓN.....	87
TABLA 5.9. INDICADORES PSICOACÚSTICOS DE LA VARIABLE RELAJACIÓN: SINFONÍA MOZART VS PAISAJE SONORO.2.	91
TABLA 5.10. DE COMPARACIÓN DE INDICADORES PSICOACÚSTICOS Y VARIABLES.	94
TABLA 5.11. INDICADORES PSICOACÚSTICOS DE LA VARIABLE RELAJACIÓN: SHASHKIN DANZA ÁRABE VS PAISAJE SONORO.3.....	98
TABLA 5.12. COMPARACIÓN DE INDICADORES PSICOACÚSTICOS Y VARIABLES.	101
TABLA 5.13. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA CREACIÓN DE PAISAJES SONOROS.....	106
TABLA 5.14. DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA CREACIÓN DE PAISAJES SONOROS.....	108

INDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 3.1. INTENSIDAD DE LA ONDA SONORA	20
ECUACIÓN 3.2. CALCULO LOGARÍTMICO DE LA ONDA SONORA	21
ECUACIÓN 3.3. CALCULO LOGARÍTMICO DE LA ONDA SONORA	21
ECUACIÓN 3.4. INDICADOR PSICOACÚSTICO LOUDNESS.....	33
ECUACIÓN 3.5. INDICADOR PSICOACÚSTICO ROUGHNESS.....	35
ECUACIÓN 3.6. INDICADOR PSICOACÚSTICO ROUGHNESS.....	36
ECUACIÓN 3.7. EL BARK Y LA BANDA CRITICA BC.....	40
ECUACIÓN 4.1.CALCULO DE LA POBLACIÓN FINITA.....	44
ECUACIÓN 5.1. NIVEL DE PRESIÓN SONORO SPL(DBA)	48

RESUMEN

El Presente trabajo de investigación surge de la necesidad en contribuir con una herramienta que facilite el campo de operación del Musicoterapeuta en general y específicamente para “El Centro de Musicoterapia y atención Psicológica Flor de la vida” de la ciudad de Cochabamba, dirigida por el Lic. Franz Ballivián Pol. El objetivo es lograr la Creación de Paisajes Sonoros Aplicados a la Musicoterapia, mediante la innovación de mezclas interactivas, desarrolladas y planificadas operativamente realizados en el Departamento de Investigación y Desarrollo de la Empresa Acústica, dirigida por el Ingeniero Sebastián Rolón C., mediante el manejo sistematizado de los software Natura Sound Therapy, dBFA32 y Nuendo4. El estudio se basa en el manejo de los Indicadores Psicoacústicos, como el “Loudness”, el “Roughness”, el “Sharpness”, el “Fluctuation Strength” y el “Tonality”, desarrollados por Zwicker & Fastl que facilitan el análisis del diseño y la creación de paisajes sonoros aplicados a la sesión de Musicoterapia pasiva, definida como variable independiente y mediante técnicas del software dBFA32 se evalúan los resultados del paisaje sonoro generados por el software Natura Sound Therapy v3, para luego, ser registrados con el software Nundo4; estos resultados corresponden a la variable independiente para fragmentos musicales propuestos por el Musicoterapeuta y experimentados en sesiones de Musicoterapia pasiva en la presente investigación.

INTRODUCCIÓN

Se explica que cuando se habla de música no se piensa en algo terapéutico, se piensa por lo general en recuerdos lúdicos de la vida; sin embargo la música incide directamente en lo que es las emociones, el estado de ánimo y no existe casi ninguna parte del cerebro que no se vea afectada por la música, entonces, no se puede decir que oír una música determinada curará cierta enfermedad; eso no es nada cierto; pero es seguro afirmar que favorecerá al estado anímico y mental de la persona, por tanto, se proponen ejercicios específicos preconcebidos en sesiones de Musicoterapia pasiva, practicados a diferentes pacientes. Es en esta dirección que se plantea al profesional Musicoterapeuta del Centro de Musicoterapia y atención Psicológica Flor de la Vida, el presente proyecto de investigación intitulado “creación de paisajes sonoros aplicados a la Musicoterapia”; bajo la guía y observación del profesional se desarrolló el diseño, la evaluación y la exposición, que experimentalmente se presentó como actividad metodológica al Grupo Focal de la Carrera de Ingeniería de Sonido de la UNITEPC (abril, 2015).

El contenido de esta investigación se ha dividido en cinco capítulos. El primer capítulo corresponde a la presentación de la temática de investigación donde se formula el problema, la justificación y los objetivos de la investigación, además del planteamiento de la hipótesis, la descripción de variables y su operacionalización.

El segundo capítulo pertenece a la presentación del marco referencial – contextual, en la que se explica brevemente la situación estudiada, la estructura física y organizativa y su relación con otras similares además de sus proyecciones.

El capítulo tres desarrolla un marco teórico amplio referencial y específico a la temática investigada, donde los tópicos epistemológicos están inmersos en los fundamentos conceptuales de la investigación.

En el capítulo cuatro se expone el diseño metodológico, que contempla un conjunto de datos y procedimientos que favorece el propósito de esta investigación.

El capítulo cinco presenta en primer término, el proceso experimental de la Musicoterapia, mostrando las características relacionadas a las muestras del Musicoterapeuta asociadas a las variables en estudio. En segundo término se presentan las muestras de creación de paisajes sonoros aplicados a la Musicoterapia, mediante el manejo de las variables definidas en esta investigación. El capítulo también abarca la evaluación de los resultados alcanzados de forma comparativa, posteriormente se llevó a la práctica en un Taller de Grupo Focal en la UNITEPC.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones a las que se arribó en el desarrollo en la creación de paisajes sonoros, que podrían servir de utilidad futura como herramienta tecnológica innovadora en el campo de la Ingeniería de Sonido.

CAPÍTULO 1

PRESENTACIÓN DE LA TEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA

La Universidad Técnica Privada Cosmos U.N.I.T.E.P.C. en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Carrera de Ingeniería de Sonido, se ha desarrollado la investigación “Creación de paisajes sonoros aplicados a la Musicoterapia”, la misma que ha sido aprobada en las instancias académicas pertinentes, cumpliendo de esta manera con las exigencias del Artículo 1, 2 y 3 del Reglamento y Formato de Tesis de Grado de la U.N.I.T.E.P.C.

El trabajo consiste en la investigación de la calidad sonora a través de la creación de paisajes sonoros psicoacústicos que interrelacionan las variables Musicoterapéuta, con indicadores psicoacústicos específicos de la Ingeniería Acústica. Los estudios están dirigidos a utilizar técnicas como, el uso del software dBFA32 de 01dB-Metravib, y el software Natura Sound Therapy v3, herramientas desarrolladas para analizar la calidad sonora y la recreación de paisajes sonoros interactivos, permitiendo al Musicoterapéuta ampliar su campo de acción de trabajo con nuevas técnicas en el área de la sesión musicoterapéutica pasiva, donde las variables psicoacústicas creadas, se comparan con los resultados obtenidos por el Musicoterapéuta que serán utilizadas en la nueva base de datos sonoros musicoterapéuticos. El sistema evalúa la sonoridad “Loudness”, la aspereza “Roughness”, la agudeza “Sharpness” y la fuerza de fluctuación “Fluctuation Strength”, desarrollados por Zwicker & Fastl, como un sonograma de paisajes sonoros en forma de algoritmos cuantitativos utilizando cálculos numéricos definidos por el software dBFA32 (Fastl H. Zwicker E, 2007).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Por qué es necesaria la creación de una base de datos sonoros aplicados a la Musicoterapia?

La investigación desarrollada en este trabajo, permite al Musicoterapeuta extender su dominio operativo con la aplicación de resultados psicoacústicos en el área de la sesión musicoterapéutica pasiva, donde las variables psicoacústicas creadas, se comparan con los resultados obtenidos por el Musicoterapeuta que serán utilizados como la nueva base de datos sonoros musicoterapéuticos.

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo General

- Crear paisajes sonoros aplicados a la Musicoterapia, mediante la mezcla interactiva desarrollada por el software Natura Sound Therapy v3, para ampliar el campo de acción y desarrollo del Profesional, facilitando esta herramienta tecnológica en favor de la Musicoterapia.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Estudiar y exponer el desarrollo metodológico de la investigación realizada en la creación de paisajes sonoros aplicados a la Musicoterapia, para demostrar las bondades de la técnica psicoacústica, en el uso y aplicación de la Musicoterapia.
- Diseñar una carpeta de registros sonoros, aplicados al área de la terapia musical pasiva, mediante técnicas propias que realiza el software Natura Sound Therapy v3.
- Evaluar los resultados del paisaje sonoro y de la sesión Musicoterapéutica mediante el software dBFA32 para comparar estos

resultados acordes a los fragmentos musicales propuestos por el profesional, que usa en el área de la sesión musicoterapéutica pasiva.

1.4. JUSTIFICACIÓN

La creación de paisajes sonoros aplicados a la Musicoterapia se logra mediante la utilización del software Natura Sound Therapy v3, que realiza una mezcla interactiva sonora a través de la base de datos tipo “paisaje sonoro”, creados acorde a los fragmentos musicales del profesional, hecho que justifica, que la investigación utilizada se enmarca en la metodología cuantitativa y el manejo de esta herramienta está en beneficio de la Musicoterapia.

En el campo de la Musicoterapia se contribuye al desarrollo tecnológico, con la creación de la base de datos sonoros. La investigación planteada, ayuda al profesional en el área del tratamiento terapéutico, brindando una herramienta tecnológica útil en beneficio de su paciente.

Es importante explorar la sensibilidad del sistema auditivo que no es independiente de la frecuencia; de tal forma que se investiga que dos sonidos de igual presión sonora son capaces de provocar diferente sensación dependiendo de su contenido espectral.

Entonces con la Psicoacústica se puede diseñar experimentos a efectos de recolectar valores y escalas que puedan reflejar las propiedades del sistema auditivo. Sin embargo esta no es la única tarea, además de la interpretación de los resultados, el modelo planteado expone resultados experimentales por medio de los indicadores Psicoacústicos, como la sonoridad “Loudness”, la aspereza “Roughness”, la agudeza “Sharpness” y la fuerza de fluctuación “Fluctuation Strength”, mediante la creación de paisajes sonoros aplicados a la Musicoterapia.

Por otra parte “los paisajes sonoros interactivos” creados por el software Natura Sound Therapy v3, permiten mezclar interactivamente estos archivos, logrando reproducir los sonidos de la naturaleza para crear nuevos paisajes interactivos, alterando el entorno natural de un ecosistema predeterminado de la siguiente manera:

- A) Se realizan mediciones con el sonómetro para determinar el $Leq(dBA)$ de la sesión musicoterapéutica y utilizarlos como valor referencial en el software dBFA32.
- B) Se analizan en el software dBFA32 las muestras facilitadas por el Profesional Musicoterapeuta, para evaluar el análisis temporal de los indicadores psicoacústicos en forma de sonogramas.
- C) Se crean mezclas interactivas de paisajes sonoros con el software Natura Sound Therapy v3, para posteriormente registrar las muestras de los paisajes sonoros en el Software de grabación audio digital Nuendo4.
- D) Se analizan en el software dBFA32 las mezclas del “paisajes sonoros”, registrados en el Software de grabación audio digital Nuendo4, para evaluar el análisis temporal de los indicadores psicoacústicos en forma de sonogramas.
- E) Se comparan los sonogramas del Profesional (Musicoterapeuta), con la base de datos sonoros “paisajes sonoros”, en las mismas condiciones, determinados a través de Tablas que expresan los valores globales psicoacústicos promediados energéticamente, equivalentes a un $Leq(dBA)$, banda crítica (BC) Bark y la duración del fragmento musical en segundos, expuestos en un gráfico tridimensional.

F) Los resultados obtenidos demuestran que, el uso y la aplicación de los algoritmos psicoacústicos en paisajes sonoros (en términos generales), se aproximan a los valores globales promediados energéticamente, equivalentes a un Leq(dBA) del Musicoterapeuta.

1.5. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS

El profesional en el área de la Musicoterapia, explica que no existe ninguna parte del cerebro que no se vea afectada por la música, por lo tanto, **la creación de paisajes sonoros aplicados a la Musicoterapia favorecerá al estado anímico y mental del sistema inmunológico del paciente.**

1.6. DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

1.6.1. Variable Independiente

Creación de paisajes sonoros aplicados a la musicoterapia.

1.6.2. Variable Dependiente

Favorecer al estado anímico y mental del sistema inmunológico del paciente (relajación y tensión).

1.7. CONCEPTUALIZACIÓN DE VARIABLES

La conceptualización de la Variable Independiente *propone generar y modificar la variable dependiente, en situaciones controladas, de tal forma que, si la variable es manipulada y controlada por el experimentador, esta provoca un efecto causal condicionante, por tanto, la “creación de paisajes sonoros aplicados a la musicoterapia”, se ha considerado como variable independiente.*

La conceptualización de la Variable Dependiente *se logra al realizar cambios y modificaciones, así como la permanencia en función del accionar de la variable independiente, obtenidos mediante la observación y medición de los*

mismos, determinando cambios previstos en la investigación, por lo tanto, “favorecer al estado anímico y mental del sistema inmunológico del paciente”, se consolida como variable independiente.

1.8. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable Independiente: *Creación de paisajes sonoros aplicados a la musicoterapia.*

Indicadores	Valoración y/o priorización
✓ <i>Herramienta audio digital.</i>	1°
✓ <i>Grabación y edición de paisajes sonoros.</i>	2°
✓ <i>Herramienta tecnológica que analiza y compara Fragmentos musicales.</i>	3°

Variable Dependiente: *Favorecer al estado anímico y mental del sistema inmunológico del paciente.*

Indicadores	Valoración y/o priorización
✓ <i>Análisis de los tipos de paisajes sonoros a utilizar.</i>	1°
✓ <i>Evaluación de los tipos de paisajes sonoros acordes a los fragmentos musicales.</i>	2°
✓ <i>Determinación en sesiones de Musicoterapia pasiva.</i>	3°

CAPÍTULO 2

MARCO REFERENCIAL - CONTEXTUAL

2.1. LA LOCALIZACIÓN Y BREVE HISTORIA DE LA INSTITUCIÓN ESTUDIADA

En el perfil de tesis inicialmente se propuso desarrollar la investigación para el Centro de Música Terapia (C.M.T.) ubicado en la ciudad de La Paz y por razones personales de fuerza mayor, se tuvo que cambiar de rumbo logrando interrelacionar con el Lic. Franz Ballivián Pol. Psicólogo transpersonal especialista en Musicoterapia; Catedrático Itinerante en diferentes Universidades de Bolivia, como la UPAL de Oruro y Cochabamba, UPDS de Cochabamba, en las carreras de Psicopedagogía, Fisioterapia y Psicología. Es Autor de varios libros compendios, artículos y publicaciones, relacionadas con la Musicoterapia, tales como el compendio introductorio, denominado "Intervenciones en Musicoterapia". Actualmente el Lic. Franz Ballivián Pol, es Director del "Centro de Musicoterapia y atención Psicológica Flor de la Vida" y es responsable en la ciudad de Cochabamba del "Grupo Impulsor de la Musicoterapia en Bolivia" – GIMB (Ballivián F, 2010).

El Centro de Musicoterapia y atención Psicológica Flor de la Vida es una institución sin fines de lucro cuyo objetivo principal es concientizar y demostrar que todas las personas no presentan limitaciones a la hora de hacer música. Cada persona, necesita de un abordaje especial, particular y adaptado, por lo cual hay que buscar el potencial artístico de cada uno, ya sea cantando, tocando, bailando, dibujando, etc.

Asimismo, el Centro de Musicoterapia Flor de la Vida, está enfocado en el abordaje musicoterapéutico de la salud comunitaria, integrando a través de programas y abordajes específicos para la "Estimulación Musical Temprana" y la " Musicoterapia". Teniendo como objetivo general, difundir la Musicoterapia

en la Estado Plurinacional de Bolivia por medio de cursos de capacitación, trabajo interdisciplinario y clínica privada.

En el área clínica se desarrollan actividades con profesionales idóneos de rehabilitación con experiencia musical como una herramienta principal de trabajo, convirtiéndola en un puente para alcanzar objetivos específicos, donde se tocan instrumentos musicales, se canta, se baila, se pinta, se juega, creando canciones e improvisando melodías y sonidos dentro de un contexto terapéutico.

2.2. LA ESTRUCTURA FÍSICA Y ORGANIZATIVA, SUS ACTUALES ESTADOS

El proyecto básicamente se ha desarrollado bajo la tutela del Ing. Sebastián Rolón, quien es el Gerente General de la Empresa Acústica, ubicada en la ciudad de La Paz. A partir del objetivo de este proyecto se han desglosado y definido en la investigación de los análisis psicoacústicos de los Paisajes Sonoros en el Departamento de Investigación y Desarrollo de la Empresa Acústica (Rolón S, 2005).

En la creación de los paisajes sonoros musicoterapéuticos se ha hecho uso de los equipos profesionales del soporte técnico, descritos en el acápite de justificación, de tal forma que, se han registrado los paisajes sonoros del software Natura Sound Therapy v3. y los resultados obtenidos de esta investigación se desarrollaron mediante la aplicación técnica del software dBFA32. Una vez definida esta actividad se ha puesto en contacto con el profesional Musicoterapeuta, con quien se ha estructurado las variables de estudio y organizado las actividades que se expresan en esta investigación (Rolón S, 2005).

2.3. SUS DIFERENCIAS CON RELACIÓN A OTRAS SIMILARES

Existen trabajos similares que se han desarrollado en la investigación de la creación de paisajes sonoros aplicados a la Musicoterapia, la diferencia se presenta, en que esta investigación hace uso de la aplicación del software Natura Sound Therapy v3, para la creación de mezclas de paisajes sonoros interactivos, alterando el entorno del paisaje natural predeterminado, así mismo, se utiliza también, el software dBFA32 para analizar, evaluar y determinar la calidad sonora del paisaje sonoro, que permite realizar metodologías comparativas, que expresan respuestas confiables a través de los indicadores psicoacústicos, herramientas de la Ingeniería Acústica.

2.4. SUS PROYECCIONES

2.4.1. Proyección Social Cultural

La investigación realizada tiene su trasfondo social cultural, que permite al profesional ampliar su campo de acción facilitándole una herramienta tecnológica sonora utilizable en el área de la sesión Musicoterapéutica pasiva (Arroyave, 2007).

Otra proyección será fomentar simposios interactivos que permitan integrar el sistema tecnológico de la Ingeniería de Sonido con los especialistas en el área de la salud terapéutica y psicológica, de esta manera, se puede desarrollar nuevos proyectos en el campo Psicoacústico de Ingeniería Acústica, que permitan mejorar la integración social intercultural del Estado Plurinacional de Bolivia. De la misma manera la Acústica Forense, permite interactuar con la Ingeniería de Sonido incursionando esta herramienta de las técnicas psicoacústicos de manera multidisciplinaria e interactiva.

CAPÍTULO 3

MARCO TEÓRICO

3.1. DEFINICIÓN DE EDUCACIÓN

La carrera de Ingeniería de Sonido de la U.N.I.T.E.P.C. tiene como misión formar profesionales éticos y socialmente responsables, con capacidad para analizar y comprender los problemas contemporáneos, aplicando fundamentos físico-matemáticos con criterios artísticos y culturales, de esencia investigadora y con sólidos conocimientos científicos y tecnológicos. En este marco se ha desarrollado la investigación “Creación de paisajes sonoros aplicados a la Musicoterapia”, enmarcados dentro el perfil profesional del Ingeniero de Sonido, capaz de registrar paisajes sonoros e interpretar sonogramas que evalúa la calidad sonora en forma de algoritmos cuantitativos, utilizando cálculos numéricos definido por el software dBFA32.

3.2. CONCEPTUALIZACIONES

En el marco teórico se desarrolló la metodología cuantitativa, que constituye un análisis de los diferentes autores científicos relacionados a la investigación en la creación de paisajes sonoros aplicados a la Musicoterapia, (Becerra, 2011).

3.2.1. Musicoterapia

La Musicoterapia es una especialidad joven; con suficientes fundamentos científicos de orden clínico – terapéutico que permiten establecer claramente una metodología de trabajo y una serie de técnicas capaces de ser desarrolladas.

La Musicoterapia es la aplicación especializada de la música en el área de la salud, se usa la música en forma sistemática para mantener, restaurar, recuperar, funciones que la persona pudo haber perdido o que se encuentran

deterioradas. La música sirve como estímulo y organizador de los aspectos motores, por ejemplo personas que tienen dificultades para hablar, donde el habla no es fluente puede decir cantando aquello que quiere comunicarse. (Davis, 2002)

Al movimiento corporal la música parece sincronizar desde los ritmos externos hasta con los ritmos internos, de la persona de esta forma le permite que se anticipe y se organice ese movimiento físico con lo cual es muy importante como una adición al equipo inter disciplinario.

La idea básica fundamental es que cuando el paciente llega a sesión se hace unos momentos de precalentamiento para que el paciente pueda introducirse en la situación musical y a partir de allí se comienzan a improvisar o recrear piezas musicales conocidas por el paciente (no es necesario tener conocimientos musicales para percibir este beneficio), lo más importante y primordial es la sensibilidad musical de las personas que prácticamente es una situación innata salvo que la persona haya nacido con algún tipo de deficiencia al procesamiento musical. (Benenzon R, 2011)

3.2.2. Banco de Sonidos

Los bancos de sonidos profesionales surgen a partir de los años 90 a través de la elaboración de sintetizadores sofisticados, una clara evidencia de su existencia es la elaboración y creación del Sampler (Valenzuela J, 1991).

Un Sampler es un instrumento musical electrónico similar en algunos aspectos a un sintetizador que, genera sonidos utilizando grabaciones o Samplers de sonidos que son grabados por el usuario, para ser reproducidas mediante un teclado controlador; en cambio el sintetizador es un instrumento musical electrónico diseñado para producir sonidos generados artificialmente, usando técnicas como: la síntesis aditiva; la síntesis substractiva de modulación de frecuencia; la síntesis de modulación física de fase (Valenzuela J, 1991).

La materia prima con la que se fabrican las notas de un Sampler es el resultado de las peticiones de NOTE_ON y NOTE_OFF provenientes del teclado controlador, técnicamente, un Sampler no es más que un archivo de audio que ha sido grabado a partir de un instrumento real, asociado a un número que indica la nota musical (Barro S, 2007).

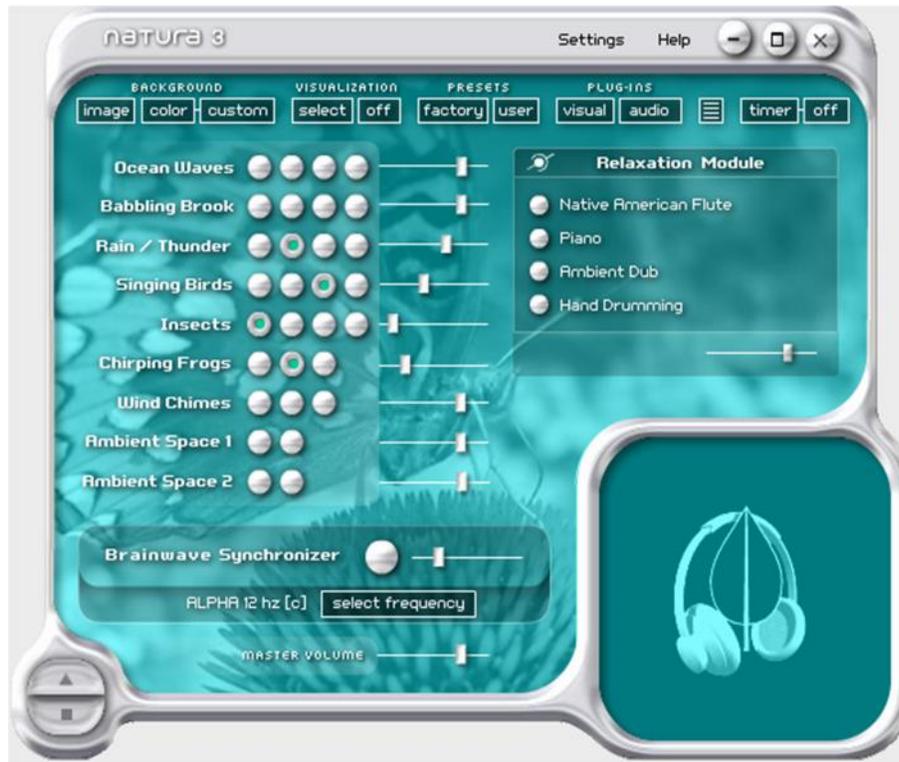
3.2.3. Software Natura Sound Therapy v3

El software Natura Sound Therapy v3, reproduce paisajes sonoros de la naturaleza grabados audio digitalmente en la base de datos sonoros del software, permitiendo realizar mezclas interactivas de estos archivos sonoros, logrando la modificación del entorno natural de un ecosistema predeterminado, de tal forma que esta herramienta interactiva de programación pueda utilizarse en beneficio de la Musicoterapia (Cameron L, 2007).

3.2.3.1. Descripción del Software Natura Sound Therapy v3

La descripción de los comando del Mixer, Natura Sound Therapy v3, se presenta en la Figura 3.1., a partir de la pantalla principal del software se pueden operar los faders y los botones (play) de cada canal, así, presionando (play), se genera un sonido determinado de la naturaleza, acompañado por un color definido, seguidamente, operando los faders se logra controlar el volumen del canal asignado (Cameron L, 2007).

Figura 3.1. Pantalla principal del Mixer Natura Sound Therapy v3, para la creación de paisajes sonoros.



Fuente: Natura Sound Therapy v3 (Cameron, 2012).

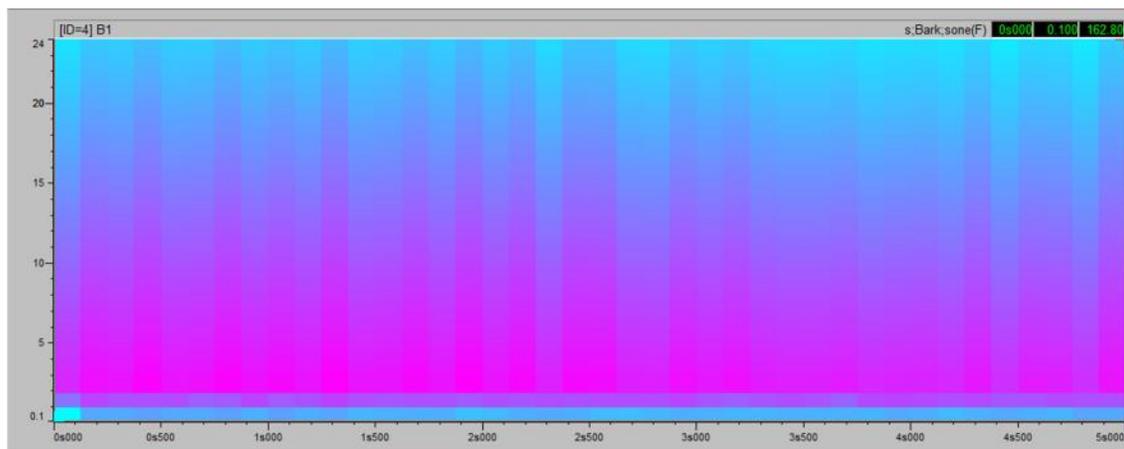
También, existen otras órdenes que apoyan la facilidad operativa del manejo del Software Natura Sound Therapy v3. Como ser: select frequency, Background (imagen, color, custom), Visualizador (select, off), Presets (factory, user), Plug-ing (visual, audio), timer-off, comandos operacionales que favorecen al enriquecimiento de la creatividad del paisaje sonoro interactivo.

3.2.4. Software dBFA32 de 01dB-Metravib

Este software dBFA32 ha sido facilitado por el Departamento de Investigación y Desarrollo de la Empresa Acústica SRL, quien utiliza esta herramienta para analizar y determinar los diferentes aspectos psicoacústicos de medición que. El dBFA32 de 01dB-Metravib, es un software específico, para la evaluación de la calidad sonora y la medición de ruido y vibración industrial, controlando y

regulando los niveles establecidos por la norma, hoy en día, el número de programas de este tipo es limitado como: “dBFA32” de 01dB, “PULSE analyzer” de B&K, y “Artemis and SQ labII” de HEAD acoustics. En el estudio del sistema Musicoterapeuta se utiliza esta herramienta para evaluar la calidad sonora de los paisajes sonoros, tal como se muestra en la Figura 3.2. (Technologies G, 2008).

Figura 3.2. Sonograma del paisaje sonoro, canto de pájaro.

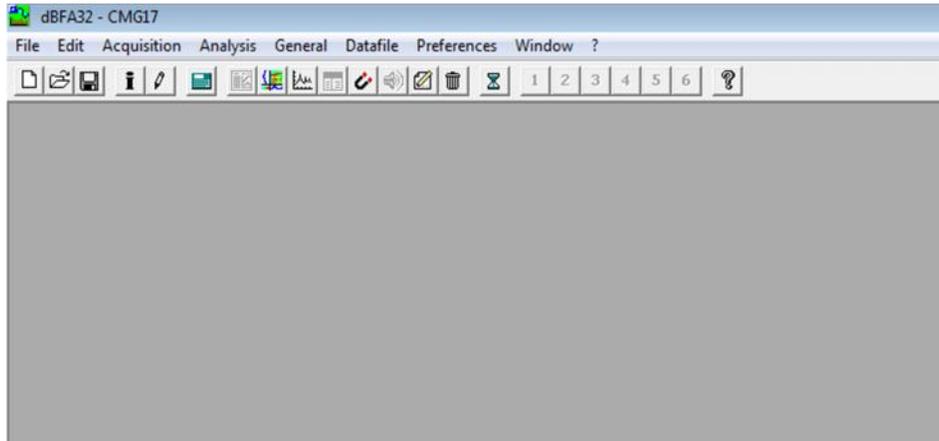


Fuente: (Technologies G, 2008).

3.2.4.1. Descripción del Software dBFA32 de 01dB-Metravib

Para el manejo operativo del sistema dBFA32, de 01dB-Metravib, se hace uso de la Figura 3.3., que presenta al menú principal con varias pestañas de acceso directo que explican los pasos a seguir para lograr los resultados mediante el análisis comparativo de los paisajes sonoros y del Profesional a través de la tabulación de los valores psicoacústicos, (Technologies G, 2008)

Figura 3.3. Menú principal del Software dBFA32 con varias pestañas de acceso directo.



Fuente: (Technologies G, 2008).

En el Anexo 4 se explica el procedimiento técnico operativo del manejo del software dbFA32, que permite analizar y evaluar los parámetros psicoacústicos en estudio, (ver CD).

3.2.5. Software Nuendo4 de Steinberg

El Software de grabación audio digital Nuendo4, es un editor de sonido creativo, responsable de seleccionar e integrar grabaciones de sonido audio digital en preparación de la realización de la mezcla, desarrollando posteriormente el proceso primordial de la masterización; también realiza trabajos relacionados en el área del diseño sonoro cinematográfico, tales como la Post producción para el cine, radio, televisión y video juegos.

3.2.5.1. Descripción del Software Nuendo4 de Steinberg

En la Figura 3.4. Se muestra la bandeja principal de trabajo del software Nuendo4, en ella se registran las señales eléctricas representadas en forma de ondas sonoras emitidas por el micrófono o por la señal de línea directa (Steimberg C, 2009).

Figura 3.4. Pantalla principal del Software Nuendo4 de Steinberg, para la grabación de paisajes sonoros.



Fuente: Nuendo4 (Steimberg C, 2009).

Para crear un nuevo proyecto en Nuendo4 se realiza la siguiente secuencia:

Primer Paso. Seleccione en la bandeja principal de trabajo la pestaña “Archivo” que está en la esquina superior izquierda, allí elija la opción “Nuevo Proyecto” del Menú de archivos.

Segundo Paso. Escoger la opción “Vacío”, luego elija el lugar donde se creará la base de datos sonoros (Steimberg C, 2009).

Tercer Paso. Hacer clic en “Crear”, esto organizara una carpeta en el disco duro para que los archivos de trabajo estén seguros (Steimberg C, 2009).

Cuarto Paso. Haga clic en “Aceptar”; en esta sección con el ratón haga clic derecho y aparecerá una ventana “Añadir Pista Audio” y haciendo clic aparecerá una ventana “Configuración de Pista de Audio”, seguidamente elija en la pestaña opción “cuenta” y en ella seleccione el número “2” y en la pestaña “Configuración” elija “Mono” y luego clic en “Aceptar” (Steimberg C, 2009).

Quinto Paso. En el menú principal vaya a la pestaña “Dispositivos”, haga clic en “Configuración del dispositivo” que está en la parte inferior de la lista, allí en la columna de la izquierda, haga clic en “Sistema de audio VST” y seleccione el

controlador de ASIO adecuado para el interfaz de audio correspondiente al de su equipo (Steimberg C, 2009).

Sexto Paso. En la bandeja principal vaya a la pestaña “Proyecto” busque en la parte inferior “Configuración del Proyecto” ahí en esa ventana ajuste los siguientes parámetros:

Velocidad de cuadro = “30 fps”

Frecuencia de Muestreo = “44.100KHz”

Formato de Grabación = “24 bits”

Tipo de archivo de Grabación = “Wave”

Fuente: (Steimberg C, 2009).

Séptimo Paso. Una vez configurados estos ajustes, presione “F4” para verificar que las entradas y salidas estén ajustadas de manera correcta, luego en el canal de audio hacer clic en el icono “Parlante” de cada canal para que ingrese la señal de audio (Steimberg C, 2009).

Octavo Paso. Presione “F3” para visualizar los niveles de la señal de entrada de audio (Steimberg C, 2009).

Noveno Paso. En el interfaz ajustar la ganancia de los potenciómetros de los niveles de entrada de línea directa que están ingresando por el interfaz de audio ajustando la ganancia, justo antes de llegar al clipéo (parpadeo rojo) (Steimberg C, 2009).

Decimo Paso. Pulse la tecla “Asterisco” (*), para empezar a grabar las señales de los dos canales monos L y R.

Décimo Primer Paso. Monitorear a lo largo de la grabación el clipéo (parpadeo rojo) o nivel de saturación de la señal. Una vez finalizado la grabación presione

la barra espaciadora para detener la grabación. A continuación ajustar la entrada y salida de fundidos de los canales asignados y finalmente establezca los localizadores que se encuentran en forma de un lápiz; seguidamente vaya a la pestaña “Archivo” y elija “Exportar”, haciendo clic en “Mezcla de Audio...” (Steimberg C, 2009).

Décimo Segundo Paso. Para exportar en la ventana “Exportar Mezcla de Audio” ajuste los siguientes parámetros:

Nombre del Fichero = “Paisaje Sonoro 3.”

Destino = “C:\Users\Erwin\Desktop”

Formato de Archivo = “Archivo Wave”

Salida del Motor de Audio = “Stereo Out (Estéreo)”

Frecuencia de Muestreo = 44.100KHz

Profundidad de Bits = 16 Bit

Y finalmente “Exportar”.

Fuente: (Steimberg C, 2009)

3.3. Fundamento Teórico Acústico

En la investigación “Creación de paisajes sonoros interactivos” se basa fundamentalmente en los estudios teóricos útiles en la comprensión de esa temática correspondiendo a la Percepción sonora, las Curvas Isofónicas de Fletcher y Munson, los Filtros de ponderación para medidores de nivel sonoro, el Enmascaramiento sonoro, Paisaje sonoro, los indicadores Psicoacústicos, el Bark, el Enmascaramiento y las bandas críticas, fundamento teórico acústico, útil y necesario para comprender mejor esta investigación correspondiente a la Ingeniería de Sonido.

3.3.1. Percepción sonora

La sonoridad es el otro parámetro perceptivo fundamental del sonido. Está vinculada a la intensidad, parámetro físico que describe la energía transmitida por la onda sonora.

La sonoridad se ve notablemente afectada por la frecuencia, la duración, de manera que al igual que con otras magnitudes psicológicas, se debe prestar especial atención a las condiciones en que se la determinen.

Antes de proseguir, se debe recordar que la intensidad sonora se define como la potencia que atraviesa la unidad de área normal a la dirección de propagación de la onda plana, esto se expresa en términos de presión sonora eficaz, como sigue:

Ecuación 3.1. Intensidad de la Onda Sonora

$$I = \frac{P_{ef}^2}{\rho_o c}$$

Fuente: (Miyara F, 2012)

Donde “ ρ_o ” es la densidad del aire y “ c ” es la velocidad de propagación del sonido. El rango de presiones que es capaz de manejar el oído es enorme, variando entre 20 μ Pa para el umbral de audición y 20 Pa para el umbral del dolor. Es habitual encontrar valores cercanos a ambos extremos en un mismo contexto. Por ejemplo, en un estudio de grabación el ruido de fondo puede estar en el orden de 0,0003 Pa y en el momento de grabar una sección de percusión puede medirse fácilmente 10 Pa. Para esto es conveniente aplicar una escala logarítmica que comprima considerablemente este rango dinámico. Esto se logra con el nivel de presión sonora (Miyara F, 2012), definido con lo siguiente expresión matemática:

Ecuación 3.2. Calculo Logarítmico de la Onda Sonora

$$L_p = 20 \log \left(\frac{P_{ef}}{P_{ref}} \right),$$

Fuente: (Miyara F, 2012)

Dónde: “Pref” = 20 μPa, valor adoptado por ser aproximadamente el umbral absoluto de audición a 1000 Hz. En términos de intensidad sonora se tiene:

Ecuación 3.3. Calculo Logarítmico de la Onda Sonora

$$L_p = 10 \log \left(\frac{I}{I_{ref}} \right),$$

Fuente: (Miyara F, 2012)

En la tabla 3.1. se muestran, con fines ilustrativos, los niveles de presión sonora correspondientes a algunos ambientes y situaciones típicas urbanas del cotidiano vivir.

Tabla 3.1. Niveles de presión sonora (Pa) y Nivel de Presión sonora dB.

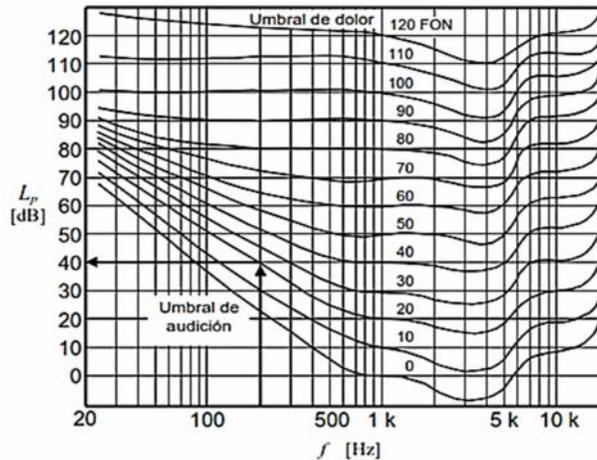
Fuente o ambiente	P_d [Pa]	L_p [dB]
Umbral de dolor	20	120
Discoteca a todo volumen	6,3	110
Martillo neumático a 2 m	3,6	105
Ambiente industrial ruidoso	0,63	90
Piano a 1 m con fuerza media	0,20	80
Automóvil silencioso a 2 m	0,063	70
Conversación normal	0,020	60
Ruido urbano de noche	0,0063	50
Habitación interior (día)	0,0020	40
Habitación interior (noche)	0,00063	30
Estudio de grabación	0,00020	20
Cámara sonoamortiguada	0,000063	10
Umbral de audición a 1 kHz	0,000020	0

Fuente: (Miyara F, 2012)

3.3.2. Curvas Isofónicas de Fletcher y Munson

En 1933, Fletcher y Munson realizaron otro tipo de determinación psicoacústica basada en la comparación entre dos tonos puros: un tono de 1 kHz de intensidad fija, utilizado como referencia, y un tono de otra frecuencia e intensidad variable, que el sujeto debía ajustar hasta que fuera igualmente sonoro que un 1 kHz. Graficando los resultados en función a la frecuencia, se obtuvieron para cada intensidad de referencia una curva de igual sonoridad (Miyara F, 2012). Estos contornos, denominados curvas isofónicas de Fletcher-Munson, se reproducen en el Gráfico 3.1.

Gráfico 3.1. Curvas de Fletcher y Munson (1933).



Fuente: (Miyara F, 2012).

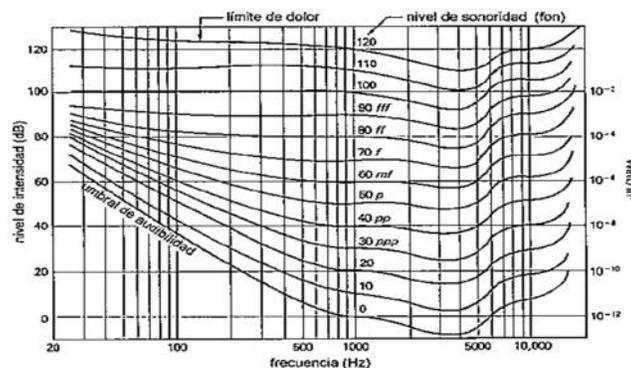
Un tono de 200 Hz y $L_p = 40$ dB provocará la misma sensación de sonoridad que uno de 1000 Hz y $L_p = 20$ dB. Se dice entonces que tiene un nivel de sonoridad de 20 fones.

Obsérvese que a igual L_p los sonidos muy graves (baja frecuencia) y los muy agudos (alta frecuencia) tienen menor nivel de sonoridad que los sonidos medios. Además, en la zona de los 3 kHz se tiene la mayor sensibilidad del oído. La curva de 0 fon es el umbral de audición, y la de 120 fon, es el umbral del dolor.

Se han representado allí las curvas de igual nivel de sonoridad cada 10 dB. Según se puede apreciar, las curvas son similares a la del umbral, aunque para intensidades elevadas las curvas se van haciendo más planas. Estas curvas permiten comparar la intensidad subjetiva de dos tonos puros de diferentes frecuencias e intensidades. Así, un tono puro de 100 Hz y 50 dB parece menos sonoro que uno de 2 kHz y 30 dB. Los menores valores de L_p requeridos en las proximidades de 3 kHz para evocar una misma sensación de sonoridad se deben a la resonancia del canal auditivo en esa frecuencia. Debe advertirse que estas curvas reflejan en realidad los promedios de un gran número considerable de personas jóvenes, con el oído en buenas condiciones, pudiendo existir variaciones individuales importantes.

Estas curvas isofónicas han sido revisadas nuevamente con mayor precisión por Robinson y Dadson en 1956; estas pruebas fueron hechas con parlantes, dentro de una sala anecoica en vez de utilizar auriculares; posteriormente estos estudios fueron aprobados y normalizados por la Organización Internacional de Normalización como Norma ISO 226 (Miyara F, 2012). Estas curvas se pueden observar en el Gráfico 3.2.

Gráfico 3.2. Nuevas curvas isofónicas mejoradas por Robinson y Dadson 1956.



Fuente: (Miyara F, 2012).

3.3.3. Filtros de ponderación para medidores de nivel sonoro

A través de las investigaciones de Fletcher y Munson se comprobó que la percepción de la sonoridad era un fenómeno más complejo, de lo que se creía

hasta entonces; se intentó crear un instrumento de medición capaz de reflejar con una única cifra la sensación de sonoridad producida por un sonido cualquiera. Para lograr esto se propuso intercalar un filtro de ponderación de frecuencias con una curva de respuesta en frecuencia inversa de las curvas de Fletcher y Munson. Así, como para las bajas frecuencias las curvas de Fletcher y Munson suben (dado que el oído requiere mayor nivel de presión sonora por su menor sensibilidad), este filtro debía atenuar las componentes de baja frecuencia. Por ejemplo, si a 200 Hz una curva de Fletcher y Munson sube 20 dB por encima del valor correspondiente a 1 kHz (ver Figura 7.), el filtro a intercalar debía atenuar en 20 dB, que vendría a hacer el valor medido de esa frecuencia.

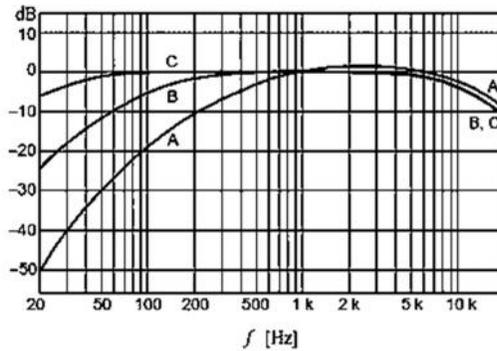
El filtro que se proponía intercalar debía, entonces, imitar la respuesta del oído humano, acentuando las frecuencias en las que el oído es más sensible y atenuando aquéllas en que es menos sensible.

Esta idea tropezó con varias dificultades. En primer lugar, no hay una sólo curva de Fletcher y Munson, sino que para cada nivel de sonoridad hay una diferente; resultando así que para una misma frecuencia se requerirían diversas atenuaciones según el nivel de la señal.

Esto llevó a que se propusieran tres curvas de ponderación diferentes: la curva A, válida para niveles de sonoridad próximos a los 40 fones (nivel de sonoridad igual al de un tono senoidal de 1 kHz y 40 dB de nivel de presión sonora), la curva B, válida para niveles de sonoridad del orden de 70 fon, y la curva C, destinada a los niveles de sonoridad cercanos a 100 fones. En el Gráfico 3.3., se muestran las tres curvas de ponderación. La segunda dificultad, más seria que la anterior, fueron las curvas de igual nivel de sonoridad de Fletcher y Munson; válidas para tonos senoidales, por lo cual el propósito original de obtener un valor único, se correlacionaba con la sensación de sonoridad, que no pudo cumplirse.

En efecto, dos sonidos de igual nivel con ponderación “A”, pero de diferente composición espectral; podían resultar de una sonoridad subjetiva muy desigual (Miyara F, 2012).

Gráfico 3.3. Curvas de ponderación A, B y C.



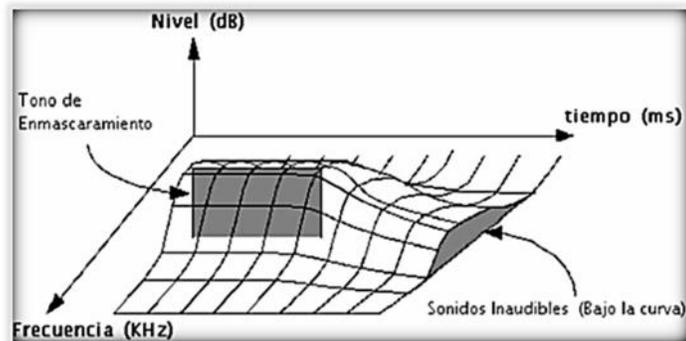
Fuente: (Miyara F, 2012).

Para cada frecuencia, el valor de la ordenada representa la corrección aditiva, aplicada al nivel de presión sonora de un tono de esa frecuencia, para obtener el nivel sonoro, en 1 kHz de todas las curvas que coincidieran en 0 dB.

3.3.4. Enmascaramiento Sonoro

El fenómeno del enmascaramiento constituye la base de la compresión psicoacústica. La necesidad de descartar información para reducir la cantidad de datos almacenados (tamaño del archivo) o transmitidos (ancho de banda) se encuentra en el fenómeno de enmascaramiento la clave para determinar qué información se puede descartar o representar con una menor resolución, para que al reconstruir la señal, el oído no perciba que faltan datos. Tal como se muestra en el Gráfico 3.4., se presenta una curva de enmascaramiento en 3D, que ayuda a aclarar como una señal enmascara o “tapa” a otras de menor intensidad. (Rodríguez, 2005).

Gráfico 3.4. Enmascaramiento sonoro en 3D.



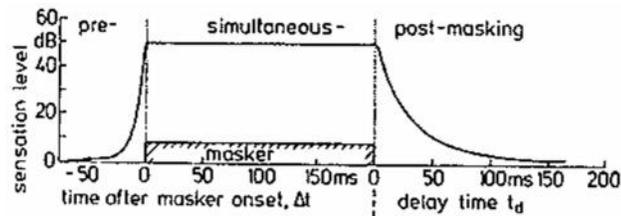
Fuente: (Spinelli, 2011).

El enmascaramiento es parte del fenómeno estudiado en el área de la psicoacústica que busca determinar cómo la presencia de un sonido afecta la percepción de otro sonido.

El enmascaramiento sonoro puede ser definido como el proceso por el cual el umbral de audibilidad correspondiente a un sonido es elevado en presencia del otro sonido; entonces hablamos de enmascaramiento cuando un sonido impide la percepción de otro sonido, es decir, lo enmascara; éste fenómeno se aprecia cuando dos personas conversan y el ruido urbano impide que se escuche, total o parcialmente lo que le está diciendo la otra persona.

Algunos investigadores creen que el enmascaramiento tiene su origen en los receptores auditivos situados en la membrana basilar, células ciliadas. Con esta concepción se produce el fenómeno del enmascaramiento, cuando las células ciliadas internas se encuentran estimuladas por una señal, estas deben recibir un nuevo nivel de estimulación enmascarante, debido a que la otra señal forma parte de la diferencia, entre la estimulación conjunta y la estimulación de la primera señal tal como se muestra en el Gráfico 3.5.

Gráfico 3.5. Diagrama esquemático para ilustrar las regiones en donde se presentan los diferentes efectos de enmascaramiento.



Fuente: (Rodríguez, 2005)

Básicamente existen dos tipos de enmascaramiento:

1. Enmascaramiento simultáneo, donde el sonido de prueba y el enmascarador coinciden temporalmente.
2. Enmascaramiento no simultáneo, contrariamente al caso anterior, el sonido de prueba puede ser anterior, pre-enmascaramiento, o posterior, post-enmascaramiento, al enmascarador.

Una herramienta útil para medir la magnitud del enmascaramiento, es el umbral de enmascaramiento, definido como “el nivel de presión sonora de un sonido de prueba necesario para que este sea apenas audible en presencia de una señal enmascarante”.

De esta definición es que resulta naturalmente que los umbrales de audibilidad y enmascaramiento deban ser idénticos en ausencia de señales enmascarantes. Al graficar el umbral de enmascaramiento en función de la frecuencia, se obtiene el patrón de enmascaramiento.

En las siguientes secciones se profundiza las diversas características que tienen los dos tipos de enmascaramiento. Quedando claro en esta introducción del enmascaramiento, depende del nivel de presión de las señales “enmascarante” y “enmascarada”, así como de la separación en frecuencia y en tiempo entre las mismas.

3.3.4.1. Enmascaramiento simultaneo

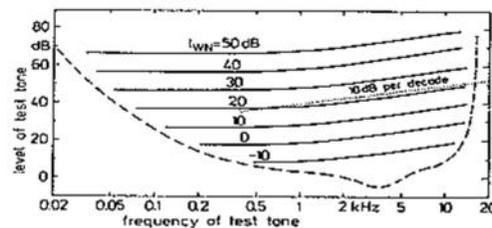
El enmascaramiento simultáneo es mucho más importante que el enmascaramiento temporal; aunque en ciertos dispositivos para compresión de audio se tiene en cuenta ambos tipos de enmascaramiento, con lo cual se logra una mejor compresión de datos.

Este tipo de enmascaramiento se presenta cuando el sonido de prueba y el sonido enmascarante coinciden temporalmente. Aquí se mostrara la dependencia que existen en el enmascaramiento simultáneo, con el contenido espectral de la señal enmascarante y su nivel de presión sonora.

Los estudios experimentales realizados por especialistas demuestran la obtención de gráficas, en donde se aprecia el patrón de enmascaramiento de un tono puro, enmascarado por un ruido blanco de banda ancha; la línea punteada representa el umbral de audibilidad, (Rodríguez, 2005).

Del Gráfico 3.6., se concluye que, el patrón de enmascaramiento del ruido blanco es aproximadamente constante hasta los 500 Hz, a partir de esta frecuencia el patrón se curva con una pendiente de 10 dB.

Gráfico 3.6. Patrón de enmascaramiento para un tono puro enmascarado por ruido blanco de banda ancha.



Fuente: (Rodríguez, 2005).

En cuanto a la dependencia con la frecuencia que tiene el umbral de audibilidad desaparece cuando se enmascara con ruido blanco de banda ancha, y a pesar que la intensidad de la señal enmascarante se encuentra distribuida

uniformemente en frecuencia; resultando más fácil enmascarar, con ruido blanco, un tono de alta frecuencia que con uno de baja frecuencia. Ya que en las siguientes secciones se observa que la inflexión, en 500 Hz es consecuencia de la no uniformidad de la resolución en frecuencia del sistema auditivo y la dependencia con la frecuencia de las propiedades de la membrana basilar (Rodríguez, 2005).

3.3.5. Sonómetro

Las investigaciones más actuales, se fundamentan en el concepto de paisaje sonoro, introducido por Murray Schafer, es decir, la totalidad de los sonidos escuchados desde una determinada localización, para argumentar que es preciso un análisis detallado no sólo de la naturaleza acústica de este entorno, como un recurso valioso a gestionar y proteger, sino también de la percepción del ciudadano, ya que la interpretación de dicho paisaje depende en gran medida de su condición, su estado afectivo o la actividad que está desempeñando en cada momento. Esta tarea se realiza con precisión acústica, mediante el uso del instrumento denominado sonómetro, (Garavito, Julio, 2015).

El sonómetro es un instrumento de medición que sirve para medir por una parte los niveles de presión sonora de ruido existentes en un lugar y momento determinado y por otra parte se utiliza para medir la presión del sonido existente en ambientes sonoros, tanto abiertos como cerrados, tal como se ilustra en la Tabla 3.2. (Garavito, Julio, 2015), bajo esta situación se hace énfasis en la medición de parámetros acústicos, comprendidos a la norma ISO 3382-1:2009, correspondiente a la norma Boliviana NB/ISO 3382-1:2010 (IBNORCA, 2013)

Tabla 3.2. Niveles de presión sonora de función y calibración.

Clase	Nivel del Medidor	Función	Calibración
0	+/- 0.4dBA	Para usos de laboratorio.	+/- 0.15dBA
1	+/- 0.7dBA	Para medir precisión del sonido.	SLM +/- 0.3dBA
2	+/- 1.0dBA	Usos Generales.	SLM +/- 0.5dBA
3	+/- 1.5dBA	Para medir ruidos.	—

Fuente: (Garavito, Julio, 2015).

La unidad con la que trabaja el sonómetro es el decibelio (dBA), la medición puede ser manual, o bien, estar programada de antemano, en cuanto al tiempo entre las tomas de nivel cuando el sonómetro está programado, depende del propio modelo, algunos sonómetros permiten un almacenamiento automático que va desde un segundo, o menos, hasta las 24 horas, (Garavito, Julio, 2015).

Cuando el sonómetro se utiliza para medir lo que se conoce como: usos de laboratorio, precisión del sonido, usos generales para medir ruidos, se debe tener en cuenta el tipo de instrumento a usar, como es el caso de la determinación de los filtros de ponderación para medidores de nivel sonoro en las curvas de ponderación A, B y C.

3.3.6. Paisaje sonoro

Paisaje sonoro es un término que ha sido definido de diferentes formas y maneras por investigadores de la comunicación, artistas, músicos y compositores. Para Murray Schafer, “paisaje sonoro es cualquier campo acústico de estudio...podemos hablar de la composición musical como paisaje sonoro, de un programa de radio como paisaje sonoro, o de un medio ambiente acústico como paisaje sonoro”, (Rezza S, 2009).

Para Barry Truax, “paisaje sonoro es diferenciar un medio ambiente sónico de un paisaje sonoro; el primero comprende toda la energía acústica en un contexto dado, mientras que el segundo es la comprensión de ese medio

ambiente sónico por aquellos que viven y lo crean continuamente”. La audición es el interface entre el sujeto y el medio ambiente, por lo tanto, paisaje sonoro es el sistema resultante de la suma de estos dos factores (Rezza S, 2009).

Para Abraham Moles, “paisaje sonoro es la imagen sonora de un sitio animado” y “paisaje sonoro electroacústico es el conjunto cerrado de elementos ordenados en el tiempo a lo largo de la banda que expresa una situación, es decir, una ideo escena sonora”, (Rezza S, 2009).

El género musical electroacústico utiliza bastante estos recursos sonoros como parte de su propuesta artística desde hace más de medio siglo. Los aspectos estructurales del contenido del paisaje sonoro no han sido desarrollados ampliamente en la actualidad. Se han grabado paisajes sonoros en diferentes países del mundo y se han realizado varias obras sonoras en los últimos años, empleando las texturas de la biblioteca de bancos de sonidos como estructuras principales, para el diseño y construcción de la obra maestra electroacústica, que incluyen aspectos técnicos que en la Ingeniería de Sonido son conocidos, como el primer plano, el segundo plano, relacionados en dos espacios precedentes, denominados escucha lineal y escucha perpendicular o no lineal.

3.3.7. Parámetros Psicoacústicos

La Psicoacústica es una rama de la ciencia que estudia los factores físicos y psicológicos que intervienen en el proceso de la audición en el ser humano. Para el análisis del paisaje sonoro se utilizan los parámetros psicoacústicos clasificados como sensaciones percibidas como la sonoridad “Loudness”, la aspereza “Roughness”, la agudeza “Sharpness” o la fuerza de fluctuación “Fluctuation Strength”. (Fastl H. Zwicker E, 2007).

Estos descriptores o indicadores psicoacústicos evalúan la calidad sonora de un determinado sonido, determinando la magnitud de la molestia imparcial y sensorial de lo agradable o desagradable que puede ser un sonido.

3.3.7.1 Loudness

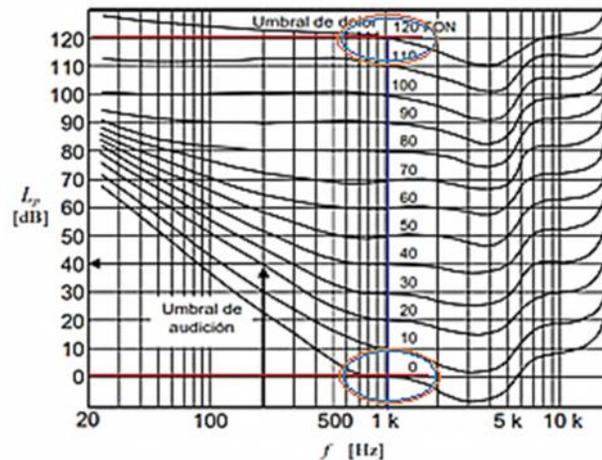
La dependencia de la sonoridad con la frecuencia está dada principalmente por las características del oído, el parámetro Loudness, Intensidad Sonora o Volumen es una medida subjetiva psicoacústica, que evalúa un sonido percibido por el oído humano.

Este sistema desarrollado por Zwicker & Fastl, determina cuan fuerte o débil es un sonido con relación a otro, el NPS de un tono de 1kHz de una onda plana incidente y frontal, es tan fuerte como el sonido evaluado (Fastl H. Zwicker E, 2007).

Su unidad es el “Sonio o Fonio”, derivado del latín “sonare”, es decir, un sonido que es tan fuerte como un tono de 1kHz con un nivel de presión sonora de 40 dB, tiene un nivel de sonoridad de 40 Sonios.

El Sonio está definido como la sonoridad de un sonido sinusoidal de 1 kHz con un nivel de presión sonora de 0 dB (SPL). En el Gráfico 3.7., se observa que a medida que el nivel de intensidad aumenta las curvas se aplanan, es decir, dicha dependencia disminuye (Segura J, 2009).

Gráfico 3.7. Curvas isofónicas de ponderación, (el sonio está definido como la sonoridad de un sonido sinusoidal de 1 kHz con un nivel de presión sonora de 0 dB).



Fuente: (Segura J, 2009).

La unidad que compara la diferencia de volumen o sonoridad de dos sonidos se denomina sonio. El sonio es una unidad que no sirve para comparar la sonoridad de dos sonidos diferentes, sino que hace referencia a la sonoridad de un determinado sonido. Esto se debe a que la escala del sonio está relacionada con una escala logarítmica.

El nivel de intensidad sonora en dBA se utiliza como pauta en todos los reglamentos, sin embargo en Psicoacústica éste parámetro denominado Loudness (Segura J, 2009) se evalúa por la expresión matemática siguiente:

Ecuación 3.4. Indicador Psicoacústico Loudness

$$N = \int_0^{24\text{Bark}} N' dz, \text{ donde } N' \text{ es el loudness específico en sone/Bark y } z \text{ es la banda crítica.}$$

Fuente: (Segura J, 2009).

El Loudness es el único parámetro estandarizado y su cálculo exacto se especifica en la norma Europea UNE 74-014-78 y la norma ISO 532B (Segura J, 2009).

En el cálculo del Loudness tiene un importante papel el enmascaramiento frecuencial, que ocurre cuando un sonido impide la percepción de otro, es decir, lo enmascara.

La amplitud de la excitación a lo largo de la membrana basilar cuando se oye un tono puro define lo que se denominan curvas de enmascaramiento para ese tono puro. El ancho de banda de esa curva se denomina banda crítica y es diferente para cada una de las frecuencias.

Por lo tanto, todos los sonidos que únicamente exciten las frecuencias correspondientes a la banda crítica se verán camufladas por el tono enmascarante.

El rango frecuencial, a diferencia de un espectro habitual este puede dividirse en octavas o tercios de octava, se fracciona en las bandas críticas de las siguientes 24 frecuencias, cada una de estas bandas se denomina “Bark”, tal como se muestra en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3. Relación de la Banda Crítica con las Frecuencias

Banda crítica (Bark)	Frec. central (Hertz)	Ancho de banda (Hertz)	Frec. min. (Hertz)	Frec. max. (Hertz)
1	50	-	-	100
2	150	100	100	200
3	250	100	200	300
4	350	100	300	400
5	450	110	400	510
6	570	120	510	630
7	700	140	630	770
8	840	150	770	920
9	1000	160	920	1080
10	1170	190	1080	1270
11	1370	210	1270	1480
12	1600	240	1480	1720
13	1850	280	1720	2000
14	2150	320	2000	2320
15	2500	380	2320	2700
16	2900	450	2700	3150
17	3400	550	3150	3700
18	4000	700	3700	4400
19	4800	900	4400	5300
20	5800	1100	5300	6400
21	7000	1300	6400	7700
22	8500	1800	7700	9500
23	10500	2500	9500	12000
24	13500	3500	12000	15500
25	18775	6550	15500	22050

Fuente: (Spinesi P, 2011).

3.3.7.2. Roughness

El Roughness o “Rugosidad” es un parámetro psicoacústico que cuantifica el grado de molestia provocado a causa de modulaciones rápidas (Segura J, 2012). Su unidad es el “Asper”.

Este parámetro puede ser evaluado con la siguiente expresión matemática:

Ecuación 3.6. Indicador Psicoacústico Roughness

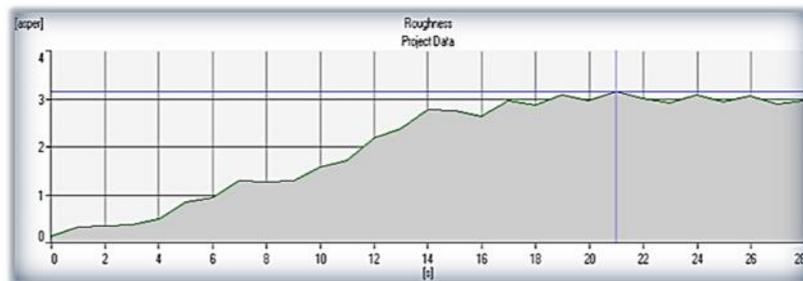
$$R = cal \cdot \int_0^{24 \text{ Bark}} f_{\text{mod}} \cdot \Delta L \cdot dz$$

Fuente: (Echarte A., 2014).

Para visualizar el valor numérico del grado de molestia, “Roughness”, se establece un tono puro de 1kHz al que se le aplica una modulación desde 0 a 500Hz. El valor máximo del Roughness deberá darse cuando la señal esté modulada a 70Hz y posteriormente comenzará a descender disminuyendo hasta alcanzar un valor de 0 Asper a los 500Hz.

En base a este fundamento teórico, el valor máximo del Roughness, tal como se observa en el Gráfico 3.9., deberá darse cuando la señal esté modulada a 70Hz, correspondiente al tiempo 21 expresado en segundos.

Gráfico 3.9. Representación gráfica del Roughness respecto el tiempo.



Fuente: (Echarte A., 2014).

En la imagen se aprecia como en el segundo 21 toma el valor máximo del barrido de frecuencia y poco a poco comienza a descender, hasta alcanzar los 500Hz, visualizado que el roughness disminuye casi hasta 0.

3.3.7.3. Sharpness

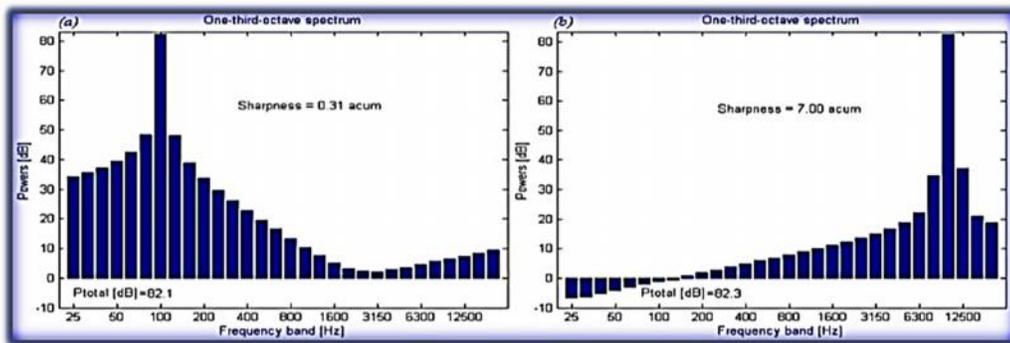
Este parámetro psicoacústico se puede traducir como “nitidez o agudeza”, su unidad de medida es el acum, que proviene del latín (acum = agudo), representa un atributo para la evaluación del timbre, este se define en función de la sensación de placer o desagrado de un sonido, referido a toda la envolvente del espectro (Echarte A., 2014).

El sharpness perfila la sensación humana, también de manera lineal. El valor de 1 acum se atribuye a un ruido de banda estrecha a 1 kHz con un ancho de banda menor que 150 Hz y un nivel de 60dB. Cuanto mayor es la parte de la alta frecuencia dentro de un ruido agudo mayor es la impresión de la agudeza del sonido. La agudeza es el parámetro psicoacústico más importante debido a su considerable influencia en el estudio que se realizara del paisaje sonoro.

En el Gráfico 3.10., se muestra el comportamiento del Espectro de frecuencias y los valores de nitidez de un tono de 100 Hz y un tono de 10 kHz. La nitidez como magnitud psicoacústico en la calidad sonora, puede observarse como medida del color del tono (Echarte A., 2014).

Cuando a un sonido se le añade la cantidad correcta de nitidez, el sonido se vuelve potente, pero demasiada nitidez lo transformara en agresivo. Si el patrón de intensidad de un sonido está disponible, su nitidez puede ser relativamente fácil de calcular.

Gráfico 3.10. Espectro de frecuencias y los valores de Nitidez de (a) un tono de 100 Hz y (b) un tono de 10 kHz.



Fuente: (Echarte A., 2014).

3.3.7.4. Fuerza Fluctuante

La Fuerza Fluctuante o “Fluctuation Strength” es otra medida psicoacústico que describe la variación temporal del sonido, su unidad de medida es el “Vacil”, viene dada por las variaciones de señal con frecuencias de modulación muy bajas (Echarte A., 2014). El máximo valor de esta cantidad psicoacústica está a frecuencias de modulación alrededor de 4 Hz.

Por otra parte se dice que la fuerza fluctuante alcanza un nivel máximo para frecuencias de modulación alrededor de 4 Hz. Esto es válido para sonidos AM y FM.

La fuerza fluctuante juega un papel crucial en la evaluación del habla humana. La fluctuación de la envolvente del habla fluida también muestra un máximo valor en torno a una frecuencia de modulación de 4 Hz, esto corresponde aproximadamente al número de sílabas pronunciadas por segundo.

El órgano de la voz humana produce sonidos del habla con fluctuaciones de la envolvente dominante a un ritmo, tal que, para el sistema auditivo humano es más sensible (Fernández M, 2012).

3.3.7.5. Tonalidad

La Tonalidad de un sonido es otra medida psicoacústica, cuya unidad es el “tu” (Tonality Unit), se presenta en un tono sinusoidal de 1 kHz con un nivel de 60 dB, por esta razón, en pautas y regulaciones estos sonidos conllevan una penalización de 3 hasta 6 dBA, que indica si el sonido contiene uno o más componentes prominentes tonales o ruido de banda ancha. (Spineli P, 2011).

La contribución de tonos a la tonalidad depende de su frecuencia, los sonidos tonales se investigan generalmente en la impresión desagradable de un sonido. A 700 Hz, se alcanza la impresión de máxima tonalidad. El ruido de banda estrecha con un ancho de banda menor que 1 Bark, que se percibe como tonal 60dB (Segura J, 2009).

3.3.8. El Bark y Bandas Críticas

El Bark (en honor al físico alemán Georg Heinrich Barkhausen) es la unidad de frecuencia perceptual; específicamente, un Bark, mide la tasa de Banda Crítica, o sea, una Banda Crítica tiene un ancho de un Bark. Esta escala relaciona la frecuencia absoluta (en Hz) con las frecuencias medidas perceptualmente (el caso de las bandas críticas). Usando el Bark, un sonido en el dominio de la frecuencia Hz puede ser convertido a sonido en el dominio psicoacústico, de la siguiente manera, (Cádiz R, 2008) y (Spineli P, 2011).

Escala de Frecuencia absoluta (en Hz) Vs Bandas Críticas (en Bark)

Frecuencia central (Hz)	50	150	250	350	450	570	700	840	1000	1170	1370	1600	1850	2150	2500	2900	3400	4000	4800	5800	7000	8500	10500	13500
Bark	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

Fuente: Elaboración propia.

Un tono puro (representado por una componente en el dominio de la frecuencia) puede ser representado como una curva de enmascaramiento psicoacústico.

Eberhard Zwicker modeló el oído con 24 Bandas Críticas arbitrarias para frecuencias por debajo de 15 KHz, con una banda adicional que ocupa la región entre 15 y 20 KHz (Spineli P, 2011).

El Bark (ancho de una Banda Crítica) puede calcularse con las siguientes fórmulas empíricas matemáticas, donde f = frecuencia en Hz:

Ecuación 3.7. El Bark y la Banda Crítica BC

$$1 \text{ bark Hz} \approx \frac{f}{100} \quad \text{para } f < 500 \text{ Hz}$$

$$1 \text{ bark Hz} \approx 9 + 4 \log\left(\frac{f}{1000}\right) \quad \text{para } f > 500 \text{ Hz}$$

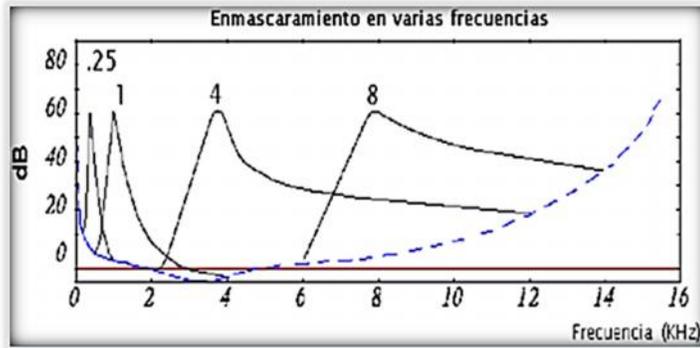
Donde: Bark = Ancho de Banda Crítica

f = Frecuencia en Hertz

Fuente: (Cádiz R, 2008).

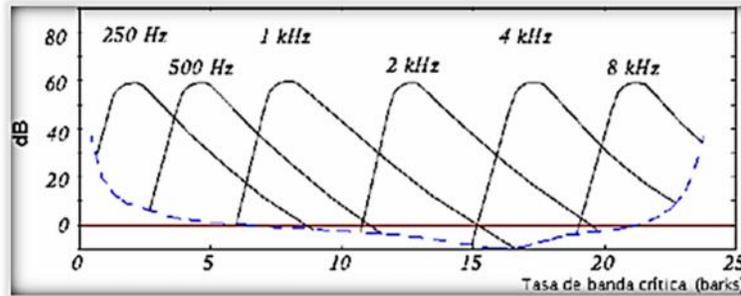
De las consideraciones anteriores, se deduce que el umbral de enmascaramiento es diferente cuando se tienen y cuando no se tiene las Bandas Críticas, tal como se muestran en los Gráficos 3.11 y 3.12.

Gráfico 3.11. Umbral sin tener en cuenta las Bandas Críticas.



Fuente: (Spinesi P, 2011).

Gráfico 3.12. Umbral teniendo en cuenta las Bandas Críticas.



Fuente: (Spinesi P, 2011).

CAPITULO 4

DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación “Creación de paisajes sonoros aplicados a la Musicoterapia”, desarrolla los procedimientos y requisitos más significativos del estudio metodológico de la investigación. Dentro el proceso de la producción del conocimiento científico, se analizan y evalúan las variables expuestas de Musicoterapia, psicoacústica, que son reconocidos con claridad, existiendo una interrelación objetiva entre estos elementos de investigación, características que *corresponden a la investigación con enfoque cuantitativo*, pues se realizan registros y datos numéricos en la que se enmarca el enfoque de esta investigación.

4.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Corresponde a la investigación exploratoria porque se indaga en la temática de estudio las técnicas para recolectar datos haciendo uso de la bibliografía especializada, para crear un marco teórico y epistemológico suficiente para determinar los factores más relevantes para su confiabilidad. *El estudio es descriptivo* por que las variables seleccionadas están delimitadas de manera independiente estableciendo, identificando y describiendo comportamientos concretos entre variables tomando en cuenta el tamaño de la muestra.

4.3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

En la investigación desarrollada se estudia bajo el *método deductivo* es decir, analiza el concepto para llegar a los elementos de las partes del todo. Entonces se dice que el proceso es sintético y analítico, para una mejor estructuración del proceso del método deductivo se siguen los pasos de la aplicación, comprensión y la demostración.

4.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Se aplica la **técnica de la observación** porque establece, una tipología que utiliza el recojo de información, mediante **instrumentos denominados guías de observación** que son documentos que permiten valorar el alcance del experimento (ver Anexo 3), (ver CD).

Se aplica la **técnica del Grupo Focal** porque ésta es adaptable a los propósitos de la investigación en cuanto a la identificación del problema, su planeamiento e implementación y el monitoreo, mediante la aplicación del instrumento: **Protocolos en Musicoterapia**, que constituye el instrumento básico de esta técnica (ver Anexo 3), (ver CD).

4.5. FUENTES DE INFORMACIÓN

La Bibliografía Primaria, es la información básica inducida a la presencia Terapéutica Musical Aplicada a la Psicoacústica. Las fuentes primarias de información han sido: libros relacionados con la Psicoacústica como “Psycho Acoustics Fast and Models” de Hugo Fastl y Eberhard Zwicker, libros relacionados con la Musicoterapia como la “Introducción a la Musicoterapia - Teoría y Práctica” de William Davis y “Musicoterapia de la teoría a la práctica” de Rolando Benenson; como documentación técnica especializada se consultó el sitio Web, “Blissive Introduces Natura Sound Therapy V3.0” de Limbrick Cameron.

Dentro la Bibliografía Secundaria, se consultó información especializada en Musicoterapia de Franz Ballivián en su libro “Intervenciones en Musicoterapia” y de Psicoacústica el libro “Evaluación Sonora de los Parámetros Psicoacústicos” de Álvaro Echarte, trabajos de investigación relacionados a esta temática, además del sitio Web “Areva 01.dB Metravib” de Acoem Group.

4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se aplica el diseño experimental, porque permite manipular la información y la relevación numérica con resultados de bases medibles relacionadas al tamaño y muestras definidos en la presente investigación.

4.7. UNIVERSO Y MUESTRA

Los Estudiantes de la Carrera de Ingeniería de Sonido, de la UNITEPC han sido definidos como universo y mediante la fórmula de población finita se calculó el tamaño de la muestra, utilizando la siguiente fórmula:

Ecuación 4.1. Calculo de la Población Finita

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 \cdot N \cdot p \cdot q}{i^2(N-1) + Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}$$

Fuente: (Bolaños E, 2012).

Donde:

n: tamaño muestral.

N: tamaño de la población (Población = 80 estudiantes de la carrera de Ingeniería de Sonido de la UNITEPC).

Z : Valor de confianza, equivalente al 95%, que corresponde a la distribución de gauss 1,96 ($Z_{=0,05}=1.96$).

p y q: son las varianzas de la proporción denominadas también, prevalencia esperada del parámetro a evaluar, en este caso ($p = 0.4$), es decir, $q = 1 - p$, por lo tanto (si $p = 40\%$, $q = 60\%$) $q = 0,6$.

i: error que se prevé cometer (5%), por tanto $i = 0,05$.

Remplazando valores se tiene:

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{i^2(N - 1) + Z^2 * p * q}$$

$$n = \frac{1,96^2 * 80 * 0,4 * 0,6}{0,05^2(80 - 1) + 1,96^2 * 0,4 * 0,6}$$

$$n = \frac{73,75872}{0,1975 + 0,921984} = 65,88$$

n = 65,88 tamaño muestral.

El Grupo Focal distribuido como muestra se observa en la siguiente tabla donde la descripción del Grupo Focal se encuentra en el Anexo 4, (ver CD).

Grupo Focal estudiantes de la carrera de Ingeniería de Sonido de la UNITEPC.

Fuente: Elaboración propia

“Muestra” (88,75%)	Primera sesión Musicoterapia	54 estudiantes del primer semestre
	Segunda sesión Musicoterapia	11 estudiantes del octavo semestre
	Tercera sesión Musicoterapia	6 estudiantes del sexto semestre

4.8. PROCEDIMIENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

Inicialmente se definió el tema del problema de investigación cumpliendo con las especificaciones tácticas de la planificación, sistematizando los procedimientos que se van a seguir en la elaboración del presente proyecto, particularmente en las etapas finales del análisis y consolidación, diseño e implementación.

El planteamiento del problema tiene las especificaciones definitivas para la previsión de todos los recursos que ofrece la herramienta tecnológica en favor de la musicoterapia.

La formulación del problema permite al Musicoterapeuta extender su dominio operativo mediante las pautas que orientan la ejecución de las variables psicoacústicas creadas y comparadas con los resultados obtenidos por el Musicoterapeuta, posteriormente estas actividades son objeto del proceso de investigación, que son utilizados como la nueva base de datos sonoros musicoterapéuticos que se denomina “creación de paisajes sonoros aplicados a la Musicoterapia que favorecerá al estado anímico y mental del sistema inmunológico del paciente”.

El objetivo general del proyecto de investigación, provee de una base de datos sonoros aplicados a la musicoterapia para ser reproducidos y evaluados en forma de paisajes sonoros interactivos.

Los objetivos específicos de diseñar, evaluar y exponer los resultados obtenidos en esta investigación, estructuran las tácticas de recolección de la información de datos musicoterapéuticos y psicoacústicos.

Asimismo se definieron las variables independiente y dependiente con su respectiva conceptualización, de la misma manera se estableció el marco teórico conceptual y referencial dentro de las especificaciones técnicas, siendo el propósito dar a la investigación un enfoque coherente en su aplicación y permitiendo incorporar conocimientos relativos al tema.

En la investigación el trabajo de campo corresponde al grupo focal de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería de Sonido, UNITEPC clasificados en tres sesiones de Musicoterapia pasiva desarrollados en diferentes días en la UNITEPC.

CAPITULO 5

PROCESO EXPERIMENTAL DE LA MUSICOTERAPIA

De acuerdo con los trabajos desarrollados en Musicoterapia principalmente la intensidad sonora provocada por la música establece una influencia perceptiva sobre las personas denominada psicoacústica, que benefician los estados de relajación y tensión en los pacientes, favoreciendo fundamentalmente la comunicación y la expresión de los estados conflictivos que presentan las personas (Ballivián, 2010). En base a lo expuesto, se decidió por recomendación técnica del profesional en Musicoterapia, hacer énfasis en el estudio de dos variables musicoterapéuticas denominadas relajación y tensión, (Ballivián, 2010).

5.1. PRESENTACIÓN DE LAS MUESTRAS DEL PROFESIONAL MUSICOTERAPEUTA

En el Anexo 1, se muestran las pistas sonoras de relajación y tensión proporcionadas por el Profesional Musicoterapeuta que consiste en: Flauta - Andina, Sinfonía Mozart y Shashkin – Dánza Árabe, donde se analizó y evaluó por treinta segundos, los parámetros psicoacústicos del contenido energético espectral sujetos de estudio, que servirán de base para el análisis comparativo cuantitativo en la creación de los paisajes sonoros aplicados a estas técnicas de relajación y tensión, (ver CD).

5.1.1. Uso y Aplicación del Sonómetro en la Muestra de Relajación Flauta Andina

El sonómetro es aquel instrumento utilizado para determinar el nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles (dBA), que en el mismo intervalo de tiempo, contiene la misma energía total (o dosis) que el ruido medido.

El Nivel de presión Sonoro Continuo Equivalente Leq-dBA, (NSCE-Leq-dBA), en el caso de la presente muestra de investigación, el sonómetro mide:

VALOR VARIABLE RELAJACION
FLAUTA ANDINA
NSCE Leq = 52,84(dBA)

Los ajustes psicoacústicos realizados en este trabajo de musicoterapia, están en el marco de la Norma ISO 532B (Norma Europea 74-014-78), así como la norma NB/ISO 3382-1:2010 (IBNORCA, 2013) en condiciones de ambiente interior, definidos en la Tabla 3.1 de este trabajo (**Pref=0,002Pa**).

Usando la ecuación:

Ecuación 5.1. Nivel de Presión Sonoro SPL(dBA)

$$dBA = 20 \log \frac{Pa}{Pref}$$

Remplazando el valor del Leq = 52,84(dBA) en la ecuación, se calcula el Pa que es de Pa = 0,877Pa.

5.1.2. Presentación de la Muestra de Relajación Flauta Andina

Los análisis concernientes a la variable de relajación mediante las técnicas propias del software dBFA32, se muestra en la Tabla 5.1. Variable Relajación – Flauta Andina; extraídos al haberse experimentado su contenido energético espectral psicoacústico por el software dBFA32 donde se observa el análisis de los parámetros psicoacústicos, acordes a los fragmentos musicales propuestos por el profesional que utiliza en las sesiones de musicoterapia pasiva.

Tabla 5.1. Variable Relajación – Flauta Andina

Variable Relajación: Flauta Andina (2,66Pa)		
PARÁMETROS	Flauta Andina	UNIDAD
Loudness "Sonoridad" [sone]	65,05	Sone
Sharpness "Nitidez" [acum]	1,19	Acum
Roughness "Rugosidad" [asper]	3,80	Asper
Fluctuation Strength "Fuerza de fluctuación" [vacil]	1,30	Vacil
Tonality "Tonalidad" [tu]	0,57	Tu

Fuente: Elaboración propia

El análisis cuantitativo del control de los parámetros acústicos y psicoacústicos, mediante la ecuación:

$$dBA = 20 \log \frac{Pa}{Pref}$$

Usando los valores de Pa (dBFA32) = 2,665Pa, se calcula el dBA = 62,49dBA

El valor dBA = 62,49dBA, comparado con el valor del Loudness (65,05Sones), presenta una diferencia de -2,55dBA, debido al error de desviación por parte del calibrador del sonómetro.

La sonoridad “Loudness”, 65,05(sonios), definida en la prueba experimental es la medida que evalúa el sonido percibido por el dBFA32, cuando el nivel de presión sonora continuo equivalente es de 52,84(dBA) y el rango de frecuencia está en 500Hz y 1,5kHz, correspondientes a 5 y 12 Barks, donde se expone el comportamiento efectivo de la intensidad sonora.

La agudeza “Sharpness”, 1,19(acum), representa la nitidez o agudeza del valor medido en el rango de frecuencia experimentado, explica que, a mayor frecuencia dentro de un tono agudo, mayor es la impresión de la agudeza de la sensación de placer o desagrado.

La aspereza “Roughness”, 3,80(asper), producida por un tono de 500Hz a 1,5KHz define la profundidad de modulación del enmascaramiento temporal, alcanzando este valor, debido a los efectos de post-enmascaramiento, es decir, el decaimiento de excitación psicoacústico en el sistema auditivo en la flauta andina.

La fuerza de fluctuación “Fluctuation Strength”, tiene 1,30(vacil), este valor es la variación de señal con frecuencias de modulación baja, en la flauta andina, corresponde a la voz humana que produce sonidos del habla con fluctuaciones de la envolvente dominante a un ritmo valorado en 4 Hz, cantidad psicoacústica a frecuencia modulada.

La tonalidad “Tonality” de 0,57(tu), para la flauta andina, alcanza la máxima tonalidad, calificada de banda estrecha con un ancho de banda menor a 1 Bark en el rango de frecuencia experimentado La tonalidad de un sonido indica si el sonido contiene componentes tonales o ruido de banda ancha.

En el Gráfico 5.1. se observa el valor del Nivel Continuo Equivalente Leq (dBA), en el eje horizontal se expresa el tiempo en segundos y en el eje vertical se representa los Niveles de Presión Sonoro valorados en (dBA), obteniendo como

resultado 52,84(dBA), que representa el valor variable de relajación (promediado) de la flauta andina.

Gráfico 5.1. Diagrama de análisis para la determinación del Nivel Continuo Equivalente Leq. (Flauta Andina)



Fuente: Elaboración propia

Asimismo, el dBFA32 brinda los resultados de evaluación del contenido energético espectral de la muestra, en el Gráfico 5.2., se observa en el eje horizontal la Tasa de Banda Crítica(BC) en Barks y en el eje vertical el Nivel de presión sonora (dBA). El resultado muestra la relación de la sonoridad de la flauta andina, que presenta un valor máximo en 5,00(Barks), asignado en 25(segundos).

Gráfico 5.2. Diagrama del contenido energético espectral de las 24 Bandas Críticas.



Fuente: Elaboración propia.

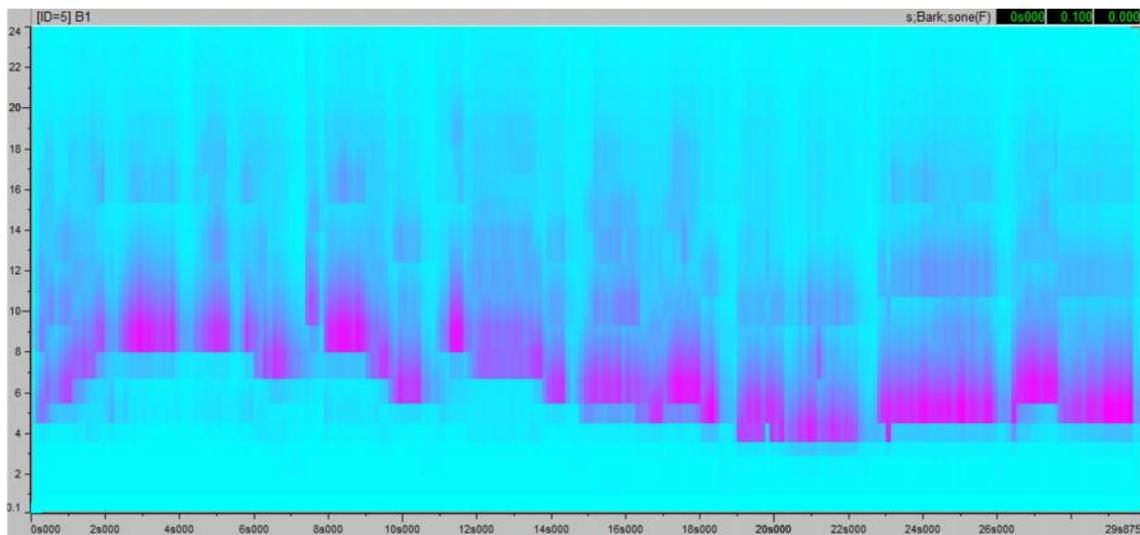
El sonograma suministra la información del análisis global energético de los parámetros psicoacústicos de la tabla 5.1. para el estudio comparativo de los sonidos que participan en la muestra del Profesional Musicoterapeuta. En el Gráfico 5.3. se observa la representación de las ondas sonoras de cada uno de los componentes expuestos, el eje vertical representa la Tasa de Banda Crítica(BC) en Barks y el eje horizontal representa la duración del tiempo expresado en segundos.

En el sonograma el color lila representa el Loudness “Sonoridad”, que expresa al sonido más intenso de la Flauta Andina 65,05(sonios), también, se observa en coloración morado degradado, los demás componentes psicoacústicos (nitidez, rugosidad, fuerza fluctuante y tonalidad), esto debido a que no se escuchan tonos puros de una única frecuencia que están constituidos por frecuencia simultaneas denominadas fundamentales, constituidas por armónicos o parciales de la frecuencia fundamental, estudiada por las transformadas o series de Fourier.

En el experimento de la Flauta Andina, el Sonio está definido como la sonoridad de un sonido sinusoidal de 1 kHz con un nivel de presión sonora de 0 dB (SPL), el sonograma expone al Sonio como el parámetro más fuerte en el tono de 500Hz (5 Barks) con un nivel desde 4 a 10 Barks en la banda de tasa crítica. El cálculo de la Banda Crítica se determina aplicando las formulas empíricas relacionadas con la frecuencia (ver 3.3.8. El Bark y Bandas Críticas), y (Tabla 3.3. Relación de Banda Crítica con las Frecuencias).

Asimismo,

Gráfico 5.3. Sonograma de Sonoridad (Flauta Andina).



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del análisis del fragmento musical relajación flauta andina, muestra que el Loudness 65,05(sonios), representa la intensidad sonora o el volumen de la percepción psicoacústica, con armónicos en sus componentes espectrales, tonales vibrantes con un amplio rango dinámico, siendo este el principal parámetro psicoacústico de correspondencia perceptual. La función del oído humano con la música, flauta andina, no clasifica al fenómeno del enmascaramiento por encontrarse el umbral de audibilidad por encima de 70(dBA), en este experimento está en 52,84(dBA).

5.1.3. Uso y Aplicación del Sonómetro en la Muestra de Relajación Sinfonía Mozart

La medida acústica realizada por el sonómetro establece que el nivel de presión sonora continuo equivalente (NSCE-Leq) para la variable relajación de la muestra Sinfonía Mozart es de 60,10(dBA), como se muestra a continuación:

VALOR VARIABLE RELAJACION
SINFONIA MOZART
NPSCE Leq = 60,10(dBA)

Los ajustes psicoacústicos realizados en este trabajo de musicoterapia, están en el marco de la Norma ISO 532B (Norma Europea 74-014-78), así como la norma NB/ISO 3382-1:2010 (IBNORCA, 2013) en condiciones de ambiente interior, definidos en la Tabla 1 de este trabajo (**Pref=0,002Pa**).

Usando la ecuación:

$$dBA = 20 \log \frac{Pa}{Pref}$$

Remplazando el valor del Leq = 60,10(dBA) en la ecuación, se calcula el Pa que es de Pa = 2,023Pa.

La Sinfonía Mozart en su versión original se compone de los siguientes instrumentos: dos flautas, dos oboes, dos clarinetes, dos fagots, dos cornos franceses, diez violines primeros, diez violines segundos, ocho violas, ocho violonchelos y cuatro contrabajos.

5.1.4. Presentación de la Muestra de Relajación Sinfonía Mozart

Los análisis relativos a la variable relajación Sinfonía Mozart mediante las técnicas del software dBFA32, mostrada en la Tabla 5.2., presentan los valores experimentados en su contenido energético espectral psicoacústico por el software dBFA32, para los fragmentos musicales propuestos por el profesional que utiliza en sus sesiones de musicoterapia pasiva.

Tabla 5.2. Variable Relajación – Sinfonía Mozart

Variable Relajación: Sinfonía Mozart (3,27Pa)		
PARÁMETROS	Sinfonía Mozart	UNIDAD
Loudness "Sonoridad" [sone]	65,06	Sone
Sharpness "Nitidez" [acum]	1,22	Acum
Roughness "Rugosidad" [asper]	3,97	Asper
Fluctuation Strength "Fuerza de fluctuación" [vacil]	2,64	Vacil
Tonality "Tonalidad" [tu]	0,50	Tu

Fuente: Elaboración propia

El análisis cuantitativo del control de los parámetros acústicos y psicoacústicos, mediante la ecuación:

$$dBA = 20 \log \frac{Pa}{Pref}$$

Usando los valores de Pa (dBFA32) = 3,27Pa, se calcula el dBA = 64,27dBA

El valor dBA = 64,27dBA, comparado con el valor del Loudness (65,06Sones), presenta una diferencia de - 0,78dBA, debido al error de desviación por parte del calibrador del sonómetro.

La sonoridad "Loudness", 65,06(sonios), evaluado en la prueba experimental es la medida que evalúa el sonido percibido por el dBFA32, cuando el nivel de presión sonora se encuentra en 60,10(dBA).

La agudeza "Sharpness", 1,22(acum), representa la nitidez o agudeza del valor medido en el rango de frecuencia experimentado, explica que, a mayor frecuencia dentro de un tono agudo, mayor es la impresión de la agudeza de la sensación de placer o desagrado.

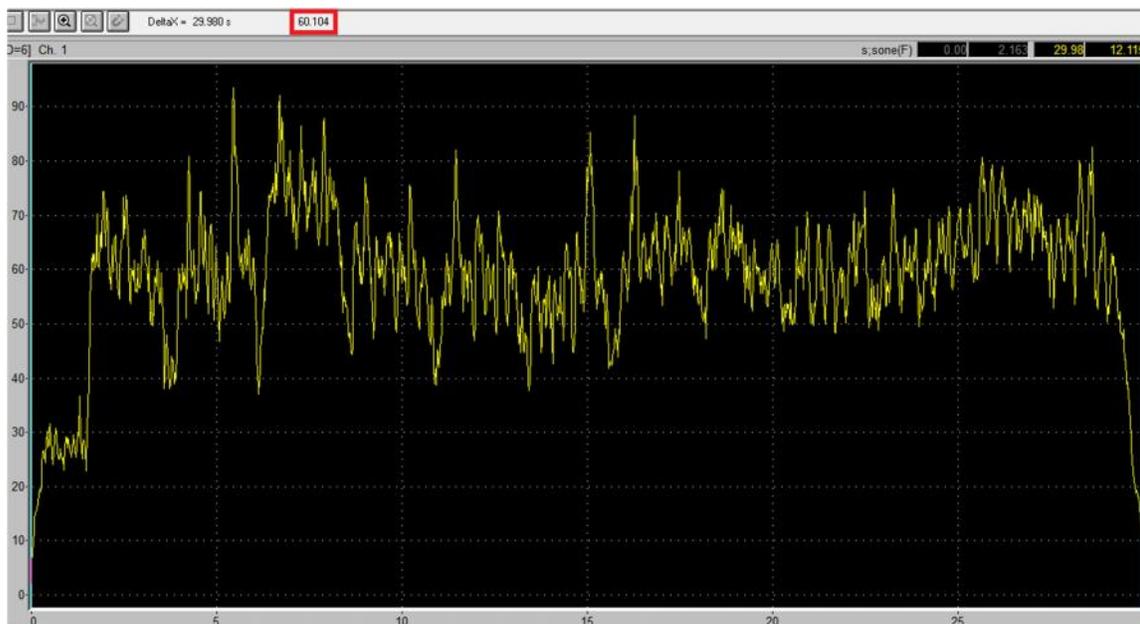
La aspereza "Roughness", 3,97(asper), producida por un tono de 125Hz(2Bark) define la profundidad de modulación del enmascaramiento temporal, alcanzado en este valor, debido a los efectos de post-enmascaramiento, es decir, el decaimiento de excitación psicoacústico en el sistema auditivo en la sinfonía Mozart.

La fuerza de fluctuación "Fluctuation Strength", 2,64(vacil), está dada por la variación de señal con frecuencias de modulación bajas de 4 Hz, en la sinfonía Mozart, corresponde aproximadamente la voz humana que produce sonidos del habla con fluctuaciones de la envolvente dominante a un ritmo.

La tonalidad “Tonality” 0,50(tu), para la sinfonía Mozart, alcanza la impresión de máxima tonalidad, calificada de banda estrecha con un ancho de banda menor a 1 Bark en el rango de frecuencia experimentado.

En el Gráfico 5.4. se observan los valores del nivel continuo equivalente $Leq(dBA)$, mostrando valores mínimos y máximos en función del tiempo en segundos, la misma que está calculada estadísticamente por el dBFA32. Simultáneamente el dBFA32 presenta el contenido energético espectral que se muestra en el Gráfico 5.5., expresada en función de la banda crítica(BC) en Barks y el nivel continuo equivalente $Leq(dBA)$.

Gráfico 5.4. Diagrama de análisis para la determinación del Nivel Continuo Equivalente Leq . (Sinfonía Mozart).



Fuente: Elaboración propia.

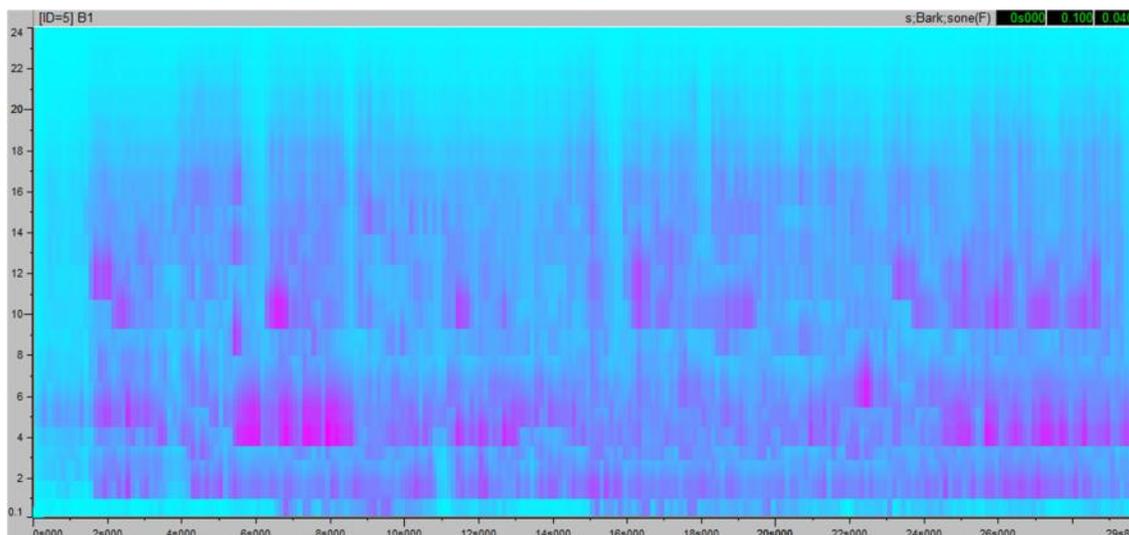
Gráfico 5.5. Diagrama de trabajo (Sinfonía Mozart) del contenido energético espectral de las 24 Bandas Críticas.



Fuente Elaboración propia

En el Gráfico 5.6. se presenta las ondas sonoras de cada uno de los componentes expuestos en la Tabla 5.2., correspondiente a la variable de relajación Sinfonía Mozart. El sonograma proporciona la información del análisis global energético de los parámetros psicoacústicos necesarios para el estudio comparativo de los sonidos que participan en la muestra del Profesional Musicoterapeuta.

Gráfico 5.6. Sonograma de Sonoridad (Sinfonía Mozart)



Fuente Elaboración propia

Los resultados del análisis del fragmento musical relajación Sinfonía Mozart, muestran que al Loudness 65,06(sonios), como la intensidad sonora o el volumen de percepción psicoacústica, siendo este el principal parámetro que determina cuan fuerte o débil es el sonido emitido y valorado en su relación perceptual con las características del oído humano con la música y clasificadas por el fenómeno del enmascaramiento cuando el umbral de audibilidad corresponde a un sonido que afecta la percepción de otro sonido, constituida por la suma de varias frecuencias distintas a la frecuencia más baja se la llama fundamental, y el tono que produce se le utiliza para nombrar la nota a las siguientes frecuencias se les llama armónicos o parciales de la frecuencia fundamental. El sonograma expone al Loudness como el parámetro más fuerte en el tono de 400Hz (4 Barks) con un nivel desde 2 a 15 Barks en la banda de tasa crítica. El cálculo de la Banda Crítica se determina aplicando las formulas empíricas relacionadas con la frecuencia (ver 3.3.8. El Bark y Bandas Críticas), y (Tabla 3.3. Relación de Banda Crítica con las Frecuencias).

5.1.5. Uso y Aplicación del Sonómetro en la Muestra de Tensión Shashkin - Danza Árabe

La muestra del profesional Musicoterapeuta denominada Shashkin – Dánza Árabe, compone de los siguientes instrumentos: un Salamilla (corneta árabe), un Laud (guitarra árabe), un darbuka (yembe percucion) y un duff-adufe (tambor árabe).

El valor acústico registrado por el sonómetro cuantifica el nivel de presión sonora continuo equivalente (NSCE-Leq) para esta variable de tensión es:

VALOR VARIABLE TENSION
SHASHKIN DANZA ARABE
NSCE Leq = 59,20(dBA)

Los ajustes psicoacústicos realizados en este trabajo de musicoterapia, están en el marco de la Norma ISO 532B (Norma Europea 74-014-78), así como la norma NB/ISO 3382-1:2010 (IBNORCA, 2013) en condiciones de ambiente interior, definidos en la Tabla 1 de este trabajo (**Pref=0,002Pa**).

Usando la ecuación:

$$dBA = 20 \log \frac{Pa}{Pref}$$

Remplazando el valor del Leq = 59,20(dBA) en la ecuación, se calcula el Pa que es de Pa = 1,824Pa.

5.1.6. Presentación de la Muestra de Tensión Shashkin - Dánza Árabe

En la Tabla 5.3. Los valores experimentados en su contenido energético espectral psicoacústico, analiza los resultados relativos a la variable tensión Shashkin – Dánza Árabe realizados con el software dBFA32, donde se exponen los indicadores psicoacústico en estudio, para luego ser comparados cuantitativamente con los fragmentos musicales propuestos por el profesional de musicoterapia pasiva.

Tabla 5.3. Variable Tensión – Shashkin – Dánza Árabe.

Variable Tensión: Shashkin – Dánza Árabe (4,29Pa)		
PARÁMETROS	Shashkin Dánza Árabe	UNIDAD
Loudness "Sonoridad" [sone]	65,35	Sone
Sharpness "Nitidez" [acum]	1,50	Acum
Roughness "Rugosidad" [asper]	5,47	Asper
Fluctuation Strength "Fuerza de fluctuación" [vacil]	2,33	Vacil
Tonality "Tonalidad" [tu]	0,13	Tu

Fuente: Elaboración propia

El análisis cuantitativo del control de los parámetros acústicos y psicoacústicos, mediante la ecuación:

$$dBA = 20 \log \frac{Pa}{Pref}$$

Usando los valores de Pa (dBFA32) = 4,299Pa, se calcula el dBA = 66,64dBA

El valor dBA = 66,64dBA, comparado con el valor del Loudness (65,35Sones), presenta una diferencia de - 1,29dBA, debido al error de desviación por parte del calibrador del sonómetro.

La sonoridad "Loudness", 65,35(sonios), evalúa el sonido percibido por el dBFA32. Cuando el Nivel de Presión Sonora se encuentra en 66,64dBA y el rango de frecuencia es de 125Hz a 2,5KHz, presenta la máxima sonoridad relativa, correspondiente a 2 y 15 Bark.

El enmascaramiento temporal, se presenta en esta muestra debido a que el sonido de la Salamilla (corneta árabe) controla transitoriamente la intensidad de la pieza musical, es decir, lo enmascara.

La agudeza "Sharpness", 1,50(acum), representa la nitidez o agudeza del valor medido en el rango de frecuencia experimentado, se explica que, a mayor frecuencia dentro de un tono agudo, mayor es la impresión de la agudeza o de la sensación de placer o desagrado.

La aspereza "Roughness", 5,47(asper), producida por un tono de 400Hz a 900Hz define la profundidad de modulación del enmascaramiento temporal, alcanzando este valor, debido a los efectos de post-enmascaramiento, es decir, el decaimiento de excitación psicoacústico en el sistema auditivo en Shashkin – Dánza Árabe.

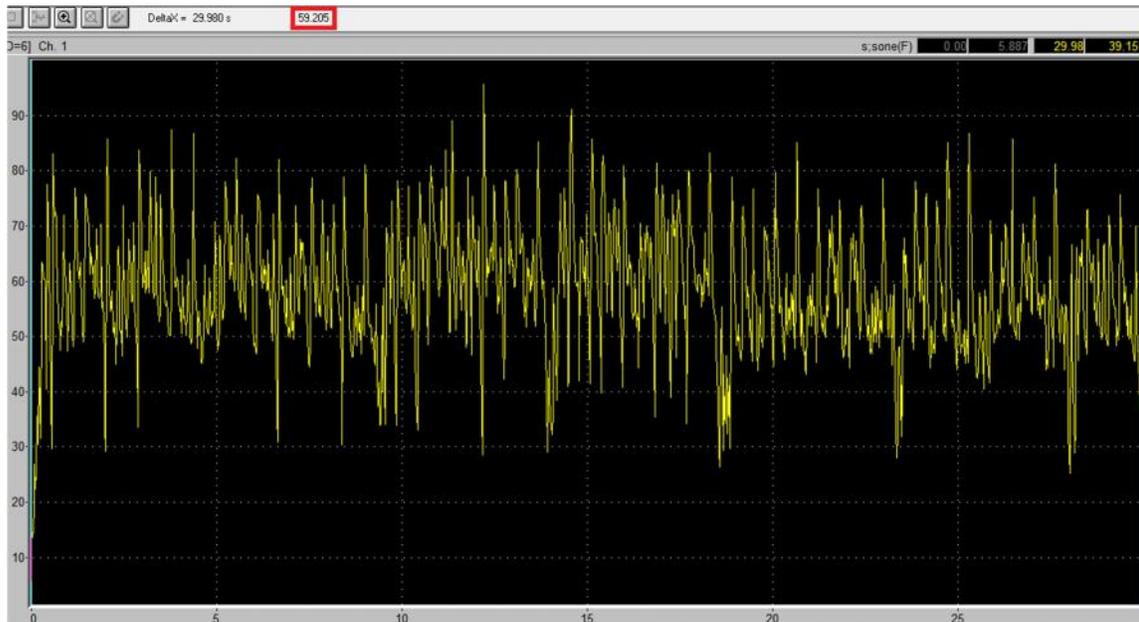
La fuerza de fluctuación "Fluctuation Strength", 2,33(vacil), es la modulación de amplitud o de frecuencia de los tonos del sonido que caracteriza la intensidad de fluctuación. El oído humano es capaz de detectar la señal cuando las

frecuencias de modulación son bajas, en Shashkin – Dánza Árabe, se producen sonidos fluctuantes de la envolvente dominante del ritmo.

La tonalidad “Tonality” 0,13(tu), para Shashkin – Dánza Árabe, alcanza la impresión de máxima tonalidad de banda estrecha con un ancho de banda menor a 1 Bark en el rango de frecuencia experimentado.

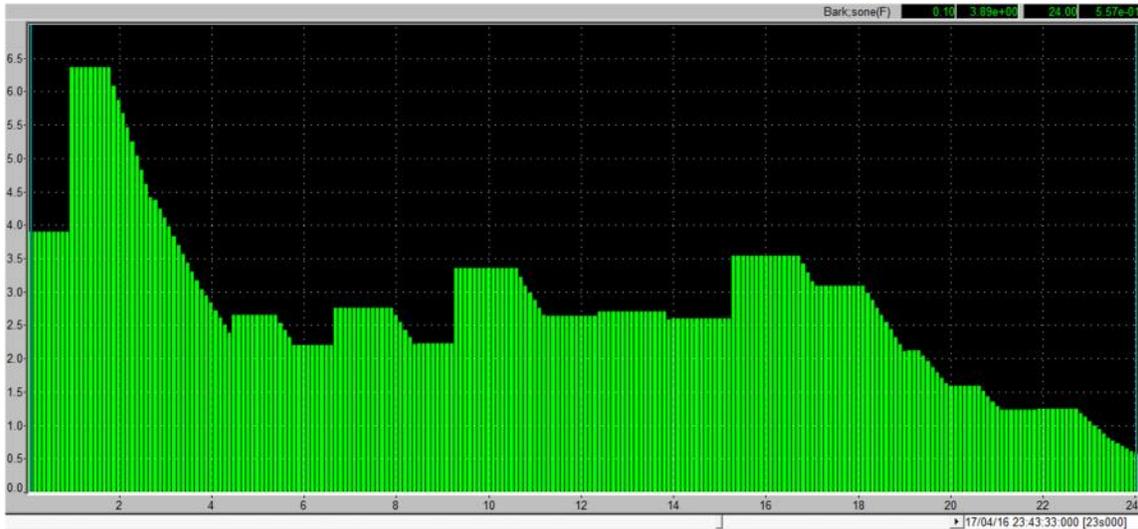
En el Gráfico 5.7. se observa los valores del nivel continuo equivalente Leq(dBA), en función del tiempo en segundos, la misma que está calculada estadísticamente por el dBFA32, mostrando valores mínimos y máximos para determinar el Leq(dBA); paralelamente el dBFA32 expone el contenido energético espectral que se muestra en el Gráfico 5.8., expresada en función de la banda crítica(BC) Barks y NPS(dBA).

Gráfico 5.7. Diagrama de análisis para determinar el Nivel Continuo Equivalente Leq. (Shashkin – Dánza Árabe).



Fuente: Elaboración propia.

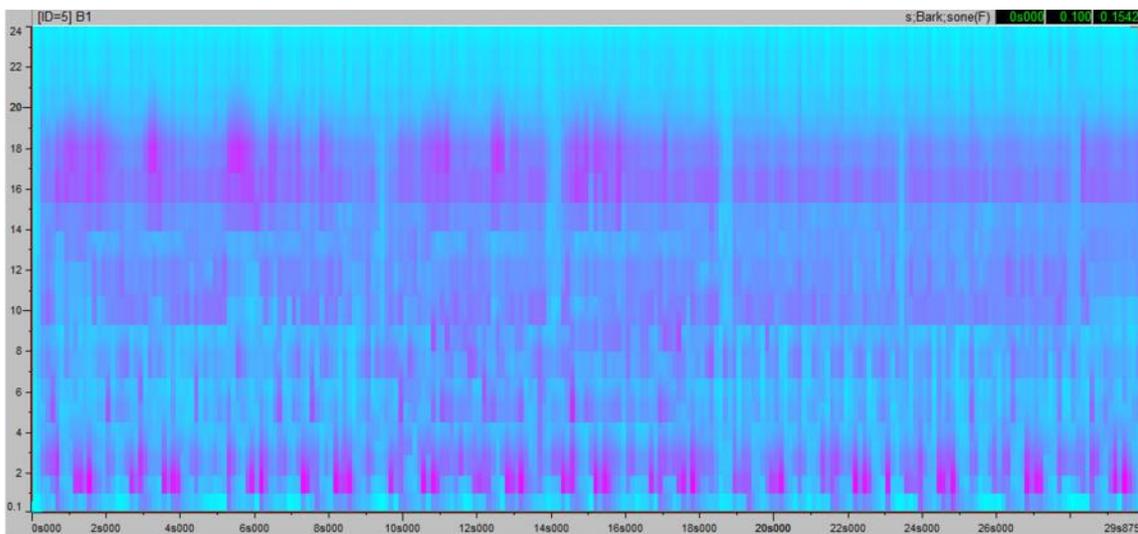
Gráfico 5.8. Diagrama (Shashkin Dánza Árabe) del contenido energético espectral de las 24 Bandas Críticas.



Fuente: Elaboración propia.

El análisis global energético de los parámetros psicoacústicos se exponen en el Gráfico 5.9 correspondiente al sonograma para el estudio comparativo de la muestra del Profesional Musicoterapeuta, se observan a los componentes expuestos en la Tabla 5.3. corresponden a la variable de tensión Shashkin Dánza Árabe.

Gráfico 5.9. Sonograma de Sonoridad (Shashkin – Dánza Árabe). Contenido energético global calculado.



Fuente: Elaboración propia

El Loudness 65,35 (sonios) en el sonograma está representado por el color lila y el color morado degradado corresponde a la participación de los restantes parámetros psicoacústicos, observándose su presencia en el fragmento musical de la variable tensión Shashkin Dánza Árabe, en 2 y 17(Barks) de manera continua, el fenómeno enmascara el umbral de audibilidad en 10(Barks), que corresponde a la rugosidad y la fuerza de fluctuación relacionados a la modulación de la amplitud y frecuencia con la intensidad sonora o el volumen de percepción psicoacústica. El cálculo de la Banda Crítica se determina aplicando las formulas empíricas relacionadas con la frecuencia (ver 3.3.8. El Bark y Bandas Críticas), y (Tabla 3.3. Relación de Banda Crítica con las Frecuencias).

5.2. PRESENTACIÓN DE LAS MUESTRAS DE CREACIÓN DE PAISAJES SONOROS APLICADOS A LA MUSICOTERAPIA

En el Anexo 2 se presentan las creaciones de los paisajes sonoros aplicados a la sesión de musicoterapia pasiva en las variables de relajación y tensión, en fragmentos de 30 segundos para su análisis y evaluación mediante el software dBFA32, (ver CD).

5.2.1. Uso y Aplicación del Sonómetro en la Creación del Paisaje Sonoro.1. Muestra de Relajación

El sonómetro en la presente investigación es utilizado para determinar el nivel de presión sonora continuo equivalente (NSCE-Leq) expresada en decibeles dBA, con el siguiente valor:

VALOR VARIABLE RELAJACION
PAISAJE SONORO.1.
NSCE Leq = 61,48(dBA)

Los ajustes psicoacústicos realizados en este trabajo de musicoterapia, están en el marco de la Norma ISO 532B (Norma Europea 74-014-78), así como la norma NB/ISO 3382-1:2010 (IBNORCA, 2013) en condiciones de ambiente interior, definidos en la Tabla 1 de este trabajo (**Pref=0,002Pa**).

Usando la ecuación:

$$dBA = 20 \log \frac{Pa}{Pref}$$

Remplazando el valor del Leq = 61,48(dBA) en la ecuación, se calcula el Pa que es de Pa = 2,371Pa.

5.2.2. Presentación de la Muestra de Relajación - Creación de Paisaje Sonoro.1.

Los análisis correspondientes a la investigación de la Creación del Paisaje Sonoro.1. Compuesto de: Arroyo (agua), piano de cola y frecuencia delta 1KHz C2 (Do octava), en la variable de relajación mediante técnicas del software dBFA32, se muestra en la Tabla 5.4. En el experimento se evalúa el contenido energético espectral psicoacústico, los resultados del análisis presentan estrecha relación, principalmente con el parámetro psicoacústico Loudness, de tal forma que, estos están acordes al fragmento musical planteado por el Musicoterapeuta.

Los sonidos de alta frecuencia (2 a 3KHz) emitidos por el arroyo (agua) y el piano de cola, los mismos que una vez corregidos se han comparado cuantitativamente con el fragmento musical del facilitador, los resultados de esta evaluación se presenta en las Tablas 5.4.

Tabla 5.4. Variable Relajación – Paisaje Sonoro.1.

Variable Relajación: Paisaje Sonoro.1. (3,98Pa)		
PARÁMETROS	Paisaje Sonoro .1.	UNIDAD
Loudness "Sonoridad" [sone]	65,05	Sone
Sharpness "Nitidez" [acum]	1,35	Acum
Roughness "Rugosidad" [asper]	7,91	Asper
Fluctuation Strength "Fuerza de fluctuación" [vacil]	2,40	Vacil
Tonality "Tonalidad" [tu]	0,49	Tu

Fuente: Elaboración propia

El análisis cuantitativo del control de los parámetros acústicos y psicoacústicos, mediante la ecuación:

$$dBA = 20 \log \frac{Pa}{Pref}$$

Usando los valores de Pa (dBFA32) = 3,98Pa, se calcula el dBA = 65,97dBA

El valor dBA = 65,97dBA, comparado con el valor del Loudness (65,05Sones), presenta una diferencia de +0,92dBA, debido al error de desviación por parte del calibrador del sonómetro.

En la prueba experimental del Paisaje Sonoro.1. la sonoridad "Loudness", 65,05(sonios), es la medida que evalúa el sonido percibido por el dBFA32, cuando el nivel de presión sonora del tono esta desde 4 a 5 Barks, esta expresa el enmascaramiento frecuencial, que ocurre cuando un sonido impide la percepción de otro.

La agudeza "Sharpness", 1,35(acum), representa la nitidez o agudeza del valor medido en el rango de frecuencia experimentado, explica que, a mayor frecuencia dentro de un tono agudo, mayor es la impresión de la agudeza de la sensación de placer o desagrado.

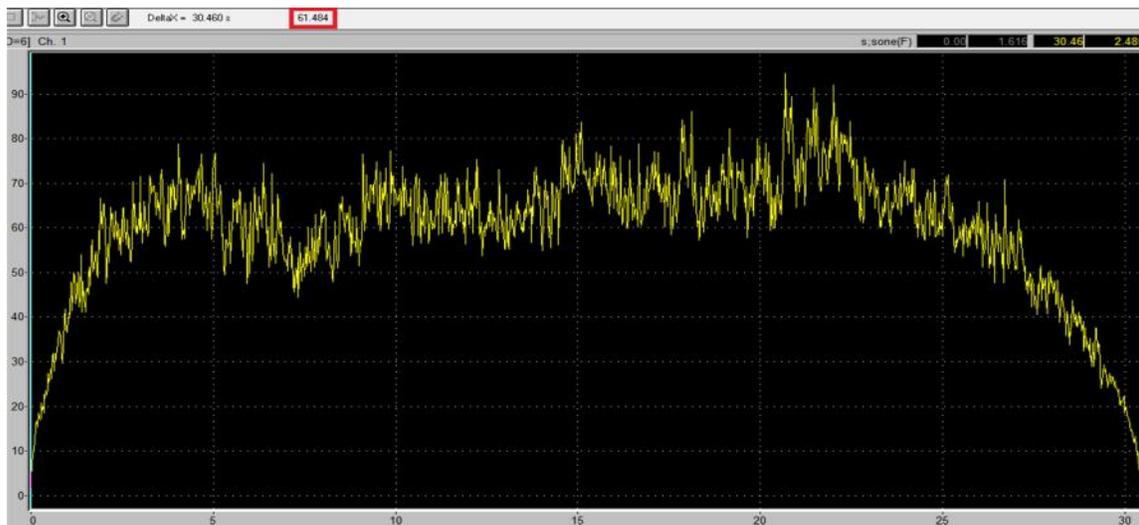
Asimismo la señal de frecuencias de modulación de la fuerza de fluctuación "Fluctuation Strength", es 2,40(vacil), en el paisaje sonoro.1. La modulación de amplitud o de frecuencia de los tonos origina fluctuaciones de 14 a 16 Barks, sonido que caracteriza la intensidad de fluctuación.

La tonalidad "Tonality" 0,49(tu), para el paisaje sonoro.1., alcanza la impresión de máxima tonalidad, calificada de banda estrecha con un ancho de banda menor a 1 Bark en el rango de frecuencia experimentado.

De la misma manera la aspereza "Roughness", 7,91(asper), es la modulación de amplitud de los tonos originados que produce un tono definido de modulación, correspondiente al enmascaramiento temporal, alcanzando en 2 y 3(Barks) en baja frecuencia, por lo tanto la aspereza percibida depende de la frecuencia de modulación y la profundidad de modulación.

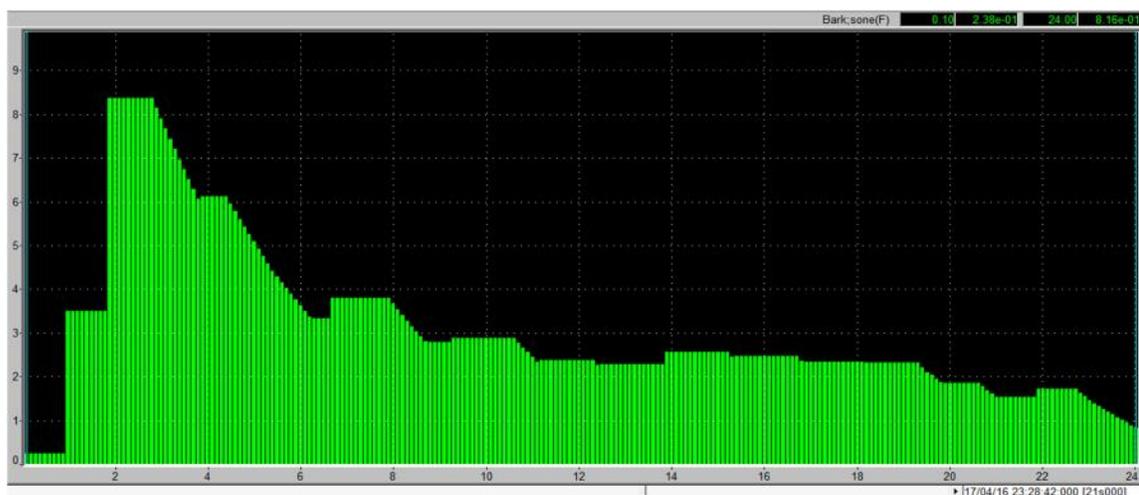
En el Gráfico 5.10. se observan los valores del Nivel Continuo Equivalente $Leq(dBA)$, en función del tiempo en segundos, la misma que está calculada estadísticamente por el dBFA32, otorgando como resultado un valor de 61,48(dBA) y el contenido energético espectral que se muestra en el Gráfico 5.11., que expresa la relación del Bark en función de la sonoridad(dBA).

Gráfico 5.10. Diagrama de análisis para la determinación del Nivel Continuo Equivalente Leq . (Paisaje Sonoro.1.).



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.11. Diagrama (Paisaje Sonoro.1.) del contenido energético espectral de las 24 Bandas Críticas.

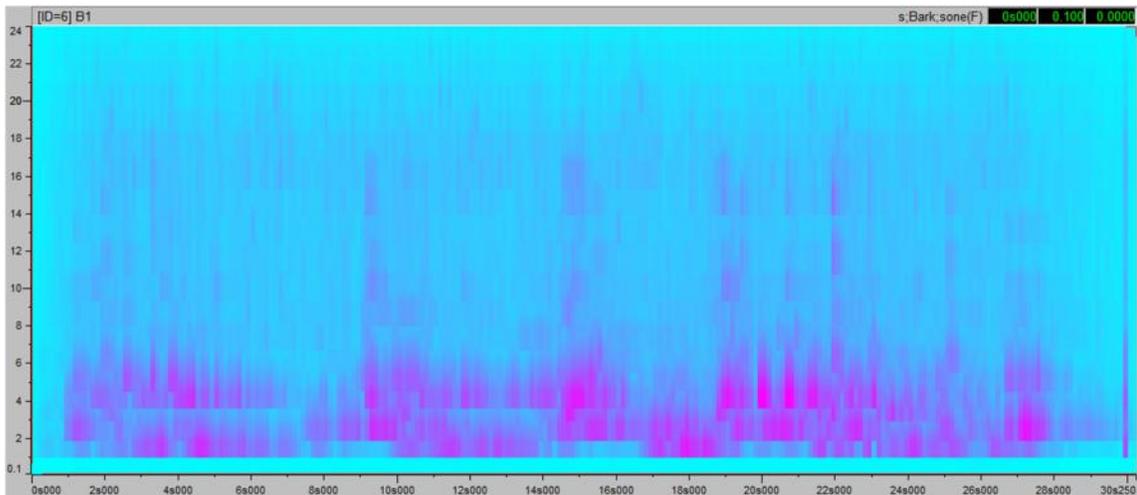


Fuente: Elaboración propia.

El Gráfico 5.12. muestra el sonograma que presenta el análisis temporal del valor global energético de las ondas sonoras de cada uno de los componentes psicoacústicos expuestos en la Tabla 5.4.

El estudio parte con el análisis del parámetro psicoacústico Loudness, representado en coloración lila que se muestra desde 1 hasta 5(Barks) en frecuencias bajas y han sido comparados cuantitativamente con las muestras Musicoterapéuticas, siendo de aprobación en la aplicación de la sesión de Musicoterapia pasiva.

Gráfico 5.12. Sonograma de Sonoridad (Paisaje Sonoro.1.). Valor global energético calculado por el dBFA32.



Fuente: Elaboración propia

En color morado degradado se presentan los armónicos de sus componentes psicoacústicos espectrales tonales, en un amplio rango dinámico, siendo este el principal parámetro psicoacústico de correspondencia perceptual.

5.2.3. Uso y Aplicación del Sonómetro en la Creación del Paisaje Sonoro.2. Muestra de Relajación

La investigación referida a la Creación del Paisaje Sonoro.2., mediante el uso del sonómetro determina el nivel de presión sonora continuo equivalente (NSCE- Leq) con el siguiente valor:

VALOR VARIABLE RELAJACION
PAISAJE SONORO.2.
NSCE $Leq = 58,05(dBA)$

Los ajustes psicoacústicos realizados en este trabajo de musicoterapia, están en el marco de la Norma ISO 532B (Norma Europea 74-014-78), así como la norma NB/ISO 3382-1:2010 (IBNORCA, 2013) en condiciones de ambiente interior, definidos en la Tabla 1 de este trabajo (**$P_{ref}=0,002Pa$**).

Usando la ecuación:

$$dBA = 20 \log \frac{Pa}{P_{ref}}$$

Remplazando el valor del $Leq = 58,05(dBA)$ en la ecuación, se calcula el Pa que es de $Pa = 1,598Pa$.

5.2.4. Presentación de la Muestra de Relajación - Creación de Paisaje Sonoro.2.

Para la variable de relajación Creación del Paisaje Sonoro.2., mediante técnicas correspondientes al software dBFA32, se analiza el contenido energético de los siguientes elementos participantes: aves de bosque (pájaros), cantos de

insectos (cigarras y grillos), canto de ranas, campanas (tibetana), ambiente espacial interestelar 2 y un piano de cola.

En la Tabla 5.5. se muestra el experimento que evalúa su contenido energético espectral psicoacústico, siendo los resultados del análisis del paisaje sonoro.2., con los parámetros psicoacústicos; principalmente con el Loudness, acordes al fragmento musical planteado por el facilitador en el área, corresponde a los sonidos de banda crítica(BC) de 15 a 18(Barks), emitidos por las aves de bosque, canto de ranas y piano de cola.

Una vez seleccionado los elementos intervinientes se han comparado cuantitativamente con el fragmento musical del profesional, siendo esta de conformidad, de tal forma que, en la Tabla 5.5., se evalúan los resultados.

Tabla 5.5. Variable Relajación – Paisaje Sonoro.2.

Variable Relajación: Paisaje Sonoro.2. (3,69Pa)		
PARÁMETROS	Paisaje Sonoro .2.	UNIDAD
Loudness "Sonoridad" [sone]	65,06	Sone
Sharpness "Nitidez" [acum]	1,55	Acum
Roughness "Rugosidad" [asper]	5,64	Asper
Fluctuation Strength "Fuerza de fluctuación" [vacil]	2,63	Vacil
Tonality "Tonalidad" [tu]	0,65	Tu

Fuente: Elaboración propia

El análisis cuantitativo del control de los parámetros acústicos y psicoacústicos, mediante la ecuación:

$$dBA = 20 \log \frac{Pa}{Pref}$$

Usando los valores de Pa (dBFA32) = 3,69Pa, se calcula el dBA = 65,31dBA

El valor dBA = 65,31dBA, comparado con el valor del Loudness (65,06Sones), presenta una diferencia de + 0,25dBA, debido al error de desviación por parte del calibrador del sonómetro.

La sonoridad “Loudness”, 65,06(sonios), evaluado en la prueba experimental es la medida que determina al sonido percibido por el dBFA32, es un atributo de la sensación auditiva según el cual los sonidos se ordenan en una escala desde silencioso hasta sonoro (color lila); cuando el nivel de presión sonora registra 58,05(dBA); el tono grave emitido por el piano de cola se manifiesta en la banda crítica(BC) desde 2 a 3 Barks, ocurre que, el enmascaramiento simultáneo existe a lo largo del tiempo, aspecto que caracteriza la sensación de sonoridad de los tonos.

El centro de gravedad del espectro es la agudeza “Sharpness”, 1,55(acum), este valor representa la nitidez del valor medido en el rango de frecuencia experimentado, y determina el equilibrio entre la energía de alta y baja frecuencia del sonido, brindando la sensación de placer y relajamiento.

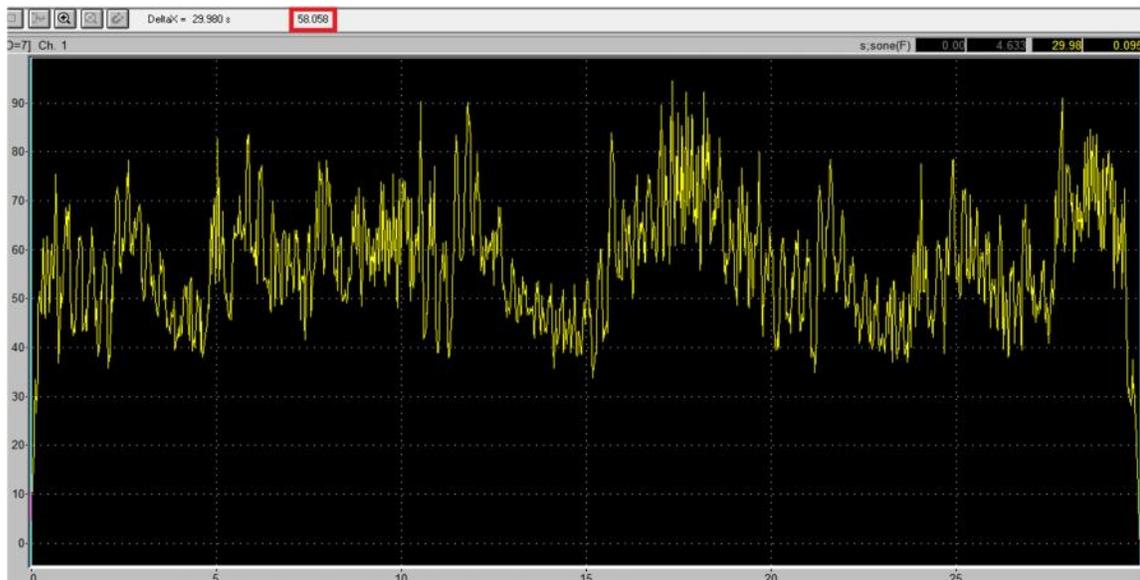
En la muestra del paisaje sonoro.2., la fuerza de fluctuación “Fluctuation Strength”, es 2,63(vacil), está dada por la variación de señal con frecuencia envolvente de modulación por debajo de los 20 Hz, en paisaje sonoro.2., la fluctuación envolvente corresponde al ritmo constante y variable de los elementos estudiados.

La tonalidad “Tonality” 0,65(tu), para la Paisaje Sonoro.2., alcanza la máxima tonalidad, en el sonograma, este revela su presencia en coloración morado degradado y turquesa, calificada de banda estrecha con un rango de ancho de banda menor a 1 Bark en la frecuencia experimentada.

La modulación de amplitud o de frecuencia de los tonos originado por la aspereza “Roughness”, 5,64(asper), producida por un tono de banda crítica (BC) 2 a 17 Bark, define la profundidad de modulación del enmascaramiento temporal, debido a los efectos de post-enmascaramiento, es decir, la rugosidad se pondera sobre la modulación de la amplitud y la frecuencia.

En el Gráfico 5.13, el valor del nivel continuo equivalente Leq es de 58,05(dBA), mostrando los valores mínimos y máximos. Simultáneamente el dBFA32 cuantifica el contenido energético espectral que se muestra en el Gráfico 5.14., donde se expresa en la escala Bark(BC), con los diferentes niveles de presión(dBA).

Gráfico 5.13. Diagrama de análisis para la determinación del Nivel Continuo Equivalente Leq . (Paisaje Sonoro.2.).



Fuente: Elaboración propia

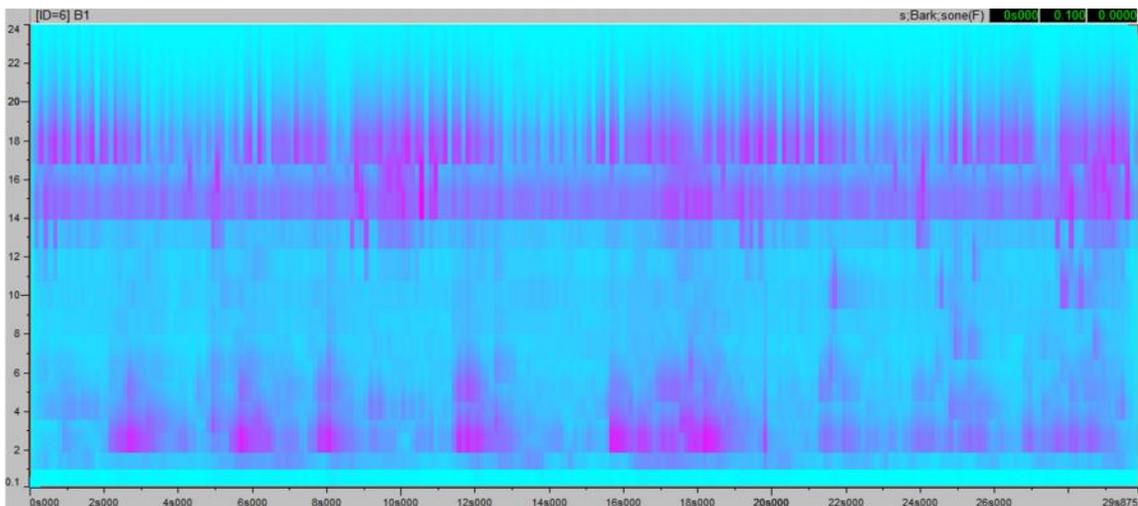
Gráfico 5.14. Diagrama (Paisaje Sonoro.2.) del contenido energético espectral de las 24 Bandas Críticas.



Fuente: Elaboración propia

El sonograma que se presenta en el Gráfico 5.15. muestra el análisis temporal del valor global energético de las ondas sonoras de cada uno de los componentes expuestos en la Tabla 5.5 correspondiente a la variable de relajación Paisaje Sonoro.2. El estudio de los parámetros psicoacústicos que participan en la muestra del Paisaje Sonoro.2., son compatibles con las muestras Musicoterapéuticas correspondientes, siendo de aprobación en la aplicación de la sesión de Musicoterapia pasiva.

Gráfico 5.15. Diagrama de trabajo (Paisaje Sonoro.2.) del contenido energético espectral.



Fuente Elaboración propia

En el sonograma, el color lila representa la intensidad sonora o el volumen de percepción psicoacústica, mostrando al Loudness con un valor de 65,06(sonios); el resultado del análisis del fragmento musical de relajación Paisaje Sonoro.2., también muestra en color morado degradado y turquesa los otros indicadores psicoacústico, que están inmersos en el fenómeno del enmascaramiento como componente energético espectral.

5.2.5. Uso y Aplicación del Sonómetro en la Creación del Paisaje Sonoro.3. Muestra de Tensión

La investigación referida a la Creación del Paisaje Sonoro.3., correspondiente a la muestra de la variable tensión expone los resultados de la medición del nivel de presión sonora continuo equivalente (NSCE-Leq) de la siguiente forma:

VALOR VARIABLE TENSION
PAISAJE SONORO.3.
NSCE Leq = 63,25(dBA)

*Los ajustes psicoacústicos realizados en este trabajo de musicoterapia, están en el marco de la Norma ISO 532B (Norma Europea 74-014-78), así como la norma NB/ISO 3382-1:2010 (IBNORCA, 2013) en condiciones de ambiente interior, definidos en la Tabla 1 de este trabajo (**Pref=0,002Pa**).*

Usando la ecuación:

$$dBA = 20 \log \frac{Pa}{Pref}$$

Remplazando el valor del $Leq = 63,25(dBA)$ en la ecuación, se calcula el Pa que es de $Pa = 2,907Pa$.

5.2.6. Presentación de la Muestra de Tensión - Creación de Paisaje Sonoro.3.

Los elementos que intervienen en la creación del Paisaje Sonoro.3., comprenden de la siguiente manera: cantos de diferentes insectos (cigarras, grillos, chicharas) y ranas.

En la Tabla 5.6. se evalúa el contenido energético espectral psicoacústico de la mezcla; los resultados obtenidos de la investigación del paisaje sonoro propuesto, presentan estrecha relación con los parámetros psicoacústicos, principalmente con el parámetro de intensidad sonora (Loudness), que están acordes al fragmento musical planteado por el Musicoterapeuta, correspondiendo a los sonidos en la escala de banda crítica(BC) en 4 y 16(Barks), donde el fragmento musical del facilitador ha sido comparado, siendo este de su conformidad.

Tabla 5.6. Variable Tensión – Paisaje Sonoro.3.

Variable Tensión: Paisaje Sonoro.3. (2,99Pa)		
PARÁMETROS	Paisaje Sonoro .3.	UNIDAD
Loudness "Sonoridad" [sone]	65,35	Sone
Sharpness "Nitidez" [acum]	1,90	Acum
Roughness "Rugosidad" [asper]	8,15	Asper
Fluctuation Strength "Fuerza de fluctuación" [vacil]	2,67	Vacil
Tonality "Tonalidad" [tu]	0,00	Tu

Fuente: Elaboración propia

El análisis cuantitativo del control de los parámetros acústicos y psicoacústicos, mediante la ecuación:

$$dBA = 20 \log \frac{Pa}{Pref}$$

Usando los valores de Pa (dBFA32) = 2,99Pa, se calcula el dBA = 63,49dBA

El valor dBA = 63,49dBA, comparado con el valor del Loudness (65,35Sones), presenta una diferencia de -1,86dBA, debido al error de desviación por parte del calibrador del sonómetro.

La sonoridad "Loudness", 65,35(sonios), pertenece a la categoría de sensaciones de intensidad evaluada en la prueba experimental, cuando el nivel de presión sonora del tono en la banda crítica(BC), va desde 4 a 16(Barks), donde se desarrolla el enmascaramiento frecuencial a lo largo del tiempo.

La agudeza "Sharpness", 1,90(acum), representa la nitidez o agudeza del valor medido en el rango de frecuencia experimentado, explica que, a mayor frecuencia dentro de un tono agudo, mayor es la impresión de la agudeza de la sensación de placer o desagrado.

La fuerza de fluctuación "Fluctuation Strength", 2,67(vacil), está dada por la variación de señal con frecuencias de modulación bajas de 20Hz, en el paisaje sonoro.3., corresponde aproximadamente la voz humana que produce sonidos del habla con fluctuaciones de la envolvente dominante a un ritmo.

La tonalidad "Tonality" 0,00(tu), se califica como la banda estrecha de un ancho de banda menor a 1 Bark dentro del rango de frecuencia experimentado.

La aspereza "Roughness", 8,15(asper), producida por un tono de 400Hz y 4KHz define la profundidad de modulación del enmascaramiento temporal, alcanzando este valor, debido a los efectos de post-enmascaramiento, es decir, el decaimiento de excitación psicoacústico en el sistema auditivo en paisaje sonoro3.

Los valores del Nivel Sonoro Continuo Equivalente $Leq(dBA)$, se observan en el Gráfico 5.16, donde el eje horizontal es el tiempo expresado en segundos y el eje vertical, es la presión sonora expresado en (dBA), determinando que el valor promedio es de 63,25(dBA), generando valores mínimos y máximos para determinar el Nivel Continuo Equivalente $Leq(dBA)$.

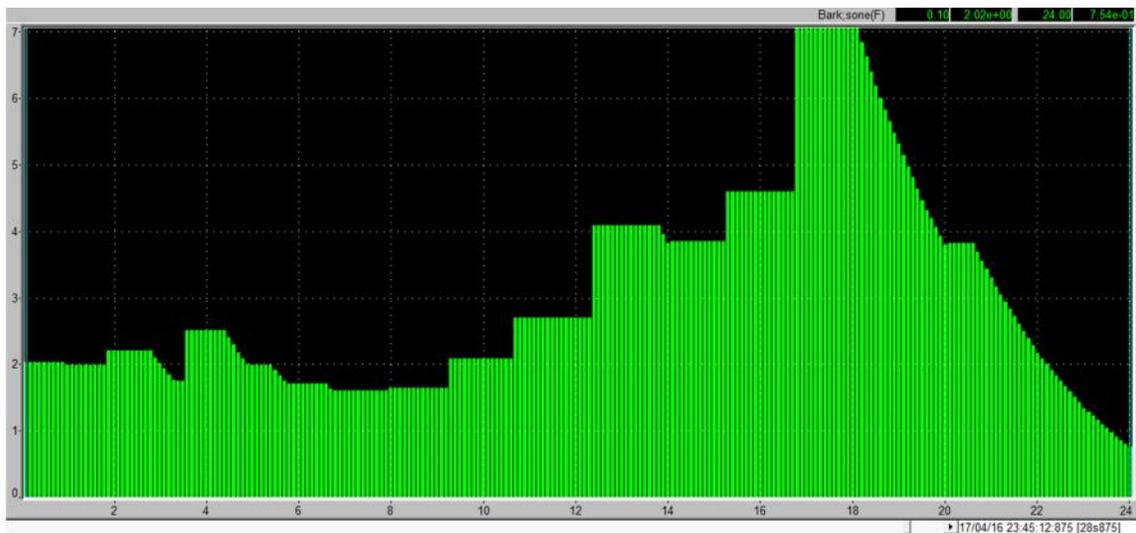
Simultáneamente el Gráfico 5.17., evalúa el contenido energético espectral que expresa el Nivel Continuo Equivalente $Leq(dBA)$, en función del Bark(BC) a la sonoridad.

Gráfico 5.16. Diagrama de análisis para la determinación del Nivel Continuo Equivalente Leq . (Paisaje Sonoro.3.)



Fuente Elaboración propia

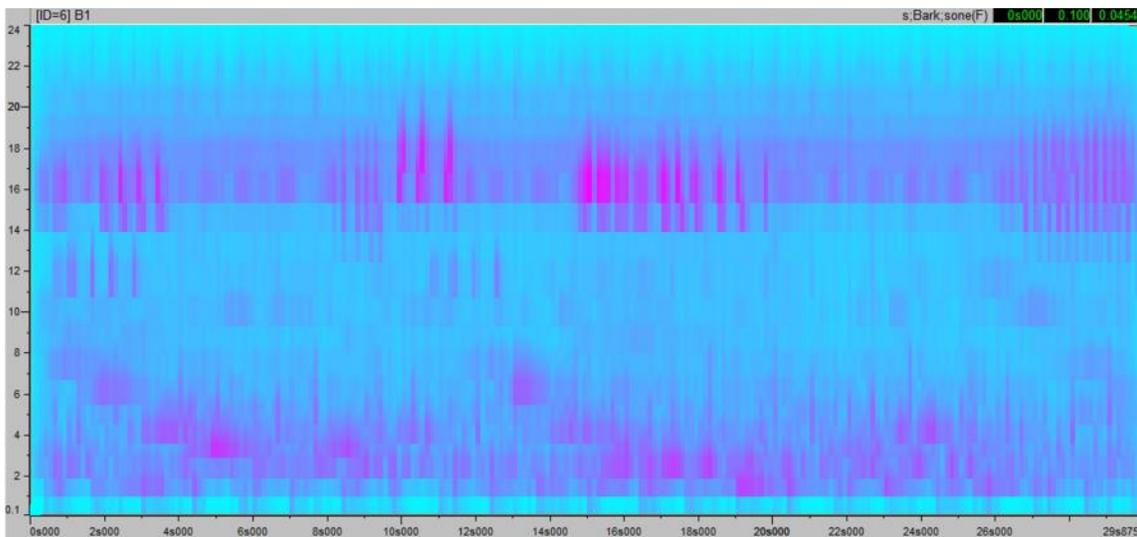
Gráfico 5.17. Diagrama (Paisaje Sonoro.3.) del contenido energético espectral de las 24 Bandas Críticas.



Fuente Elaboración propia

El sonograma que se presenta en el Gráfico 5.18. muestra el análisis temporal del valor global energético de las ondas sonoras de cada uno de los componentes expuestos en la Tabla 5.6. correspondiente a la variable de tensión Paisaje Sonoro.3. El estudio de los parámetros psicoacústicos que participan en la muestra del Paisaje Sonoro.3., han sido comparados con las muestras Musicoterapéuticas correspondientes, siendo este de aprobación del facilitador.

Gráfico 5.18. Sonograma de Sonoridad (Paisaje Sonoro.3.).



Fuente: Elaboración propia

El resultado del análisis del fragmento musical de relajación Paisaje Sonoro.3., evalúa al Loudness en color lila, como la intensidad sonora equivalente a 65,35(sonios) y categorizado como sensaciones de intensidad, que es atributo de la sensación auditiva de la percepción psicoacústica de sus componentes, con efectos de enmascaramiento en el tiempo y la frecuencia.

5.3. EVALUACIÓN DE RESULTADOS DEL SOFTWARE dBFA32 Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LOS PAISAJES SONOROS APLICADOS A LA MUSICOTERAPIA

En concordancia con el planteamiento del problema de investigación sobre la creación de paisajes sonoros aplicados a la musicoterapia, se inicia con el software Natura Sound Therapy v3 (NSTv3), que genera una serie de paisajes sonoros y diferentes módulos de relajación además de cuatro ambientes espaciales, todos ellos acompañados de una base de datos sonoros que se logra asociando mediante técnicas del Factory – Presets, presentado en el menú de comandos Mixer del citado programa.

Paralelamente con el software Nuendo4 se registran las señales eléctricas presentadas en forma de ondas sonoras, seleccionando e integrando las grabaciones de sonido audio digital de las mezclas realizadas a partir de los paisajes sonoros utilizados con el NSTv3.

Se hicieron los análisis de los parámetros psicoacústicos de sonoridad “Loudness”, agudeza “Sharpness”, fuerza de fluctuación “Fluctuation Strength”, tonalidad “Tonality” y la aspereza “Roughness”, indicadores en estudio para los paisajes sonoros, comparativamente mediante técnicas que brinda el software dBFA32.

El experimento consiste en lograr la equivalencia de los componentes energéticos espectrales sonoros, partiendo del nivel sonoro continuo equivalente Leq, en condiciones normales de las sesiones del Musicoterapeuta, tomando como referencia fundamental el ajuste del parámetro Loudness (sonoridad) en condiciones equivalentes o iguales.

Los indicadores psicoacústicos de agudeza “Sharpness”, fuerza de fluctuación “Fluctuation Strength”, tonalidad “Tonality” y la aspereza “Roughness”, son

parámetros que se utilizan con más frecuencia y califican el desarrollo psicoacústico de la sonoridad, para alcanzar un entendimiento inequívoco.

Con el asesoramiento del profesional Musicoterapeuta se analizaron y seleccionaron los paisajes sonoros mostrados en el Anexo 1, (ver CD).

5.3.1. Análisis de Resultados – Variable Relajación: Flauta Andina Vs Paisaje Sonoro.1.

Se analizan y evalúan los resultados obtenidos por el dBFA32 en la variable relajación (Flauta Andina Vs Paisaje Sonoro.1.), para ello se comparan los indicadores psicoacústicos generados por esta herramienta informática. En la Tabla 5.7. se presentan los valores de la investigación planteada, donde se muestra comparativamente y cuantitativamente estas deducciones obtenidas por el dBFA32.

Tabla 5.7. Indicadores Psicoacústicos de la variable relajación: Flauta Andina Vs Paisaje Sonoro.1.

Variable Relajación: Flauta Andina (2,66Pa) Vs. Paisaje Sonoro.1. (3,98Pa)			
PARÁMETROS	Flauta Andina	Paisaje Sonoro .1.	UNIDAD
Loudness "Sonoridad" [sone]	65,05	65,05	Sone
Sharpness "Nitidez" [acum]	1,19	1,35	Acum
Roughness "Rugosidad" [asper]	3,80	7,91	Asper
Fluctuation Strength "Fuerza de fluctuación" [vacil]	1,30	2,40	Vacil
Tonality "Tonalidad" [tu]	0,57	0,49	Tu

Fuente: Elaboración propia

El análisis cuantitativo y comparativo del control de los parámetros acústicos y psicoacústicos, mediante la ecuación:

$$dBA = 20 \log \frac{Pa}{Pref}$$

Muestra los siguientes valores:

$$Leq\text{-}(Flauta Andina) = 52,84dBA \quad Leq\text{-}(PS1) = 61,48dBA \quad Dif\text{-}dBA = -8,64dBA$$

$$Pa\text{-}(Flauta Andina) = 0,877Pa \quad Pa\text{-}(PS1) = 2,371Pa \quad Dif\text{-}Pa = -1,494Pa$$

$$Pa\text{-}dBFA32(Flauta Andina) = 2,665Pa \quad Pa\text{-}dBFA32(PS1) = 3,98Pa \quad Dif\text{-}Pa = 1,315Pa$$

$$dBA\text{-}dBFA32(Flauta Andina) = 62,46dBA \quad dBA\text{-}dBFA32(PS1) = 65,97dBA \\ Dif\text{-}dBA = -3,50dBA$$

El valor $dBA\text{-}dBFA32(Flauta Andina) = 62,46dBA$, comparado con el valor del Loudness (65,05Sones), presenta una diferencia de -2,59dBA.

El valor $dBA\text{-}dBFA32(PS1) = 65,97dBA$, comparado con el valor del Loudness (65,05Sones), presenta una diferencia de + 0,92dBA.

Esta desviación se atribuye por parte del calibrador del sonómetro. (incertidumbre experimental).

En Resumen se tiene:

Análisis cuantitativo comparativo Control de parámetros Acústicos y Psicoacústicos					$dB A = 20 \log \frac{Pa}{Pref}$	
M.T.1. Flauta Andina	Valores	Unidad	Creación P.S.1.	Valores	Unidad	Diferencia Experimental
Leq - dBA	52,84	dBA	Leq - dBA	61,48	dBA	-8,64
Pa =	0,88	Pa	Pa =	2,37	Pa	-1,50
Pa(dBFA32)=	2,66	Pa	Pa(dBFA32)=	3,98	Pa	-1,33
dBA(dBFA32)=	62,49	dBA	dBA(dBFA32)=	65,97	dBA	-3,48
Loudness	65,05	Sone	Loudness	65,05	Sone	0,00
DIF.Sonoridad	2,56	dBA	DIF-Sonoridad	-0,92	dBA	

De la Tabla 5.7., se deduce que el indicador Psicoacústico Loudness tiene un valor de 65,05 sones, en ambas muestras.

Esta situación ha sido alcanzada luego de evaluar y experimentar diferentes ajustes realizados en la pestaña "Reference" del software dBFA32 que recibe valores de presión acústica en pascales(Pa), para el caso de la variable relajación – Flauta Andina corresponde 2,65(Pa) y para la variable relajación Paisaje Sonoro.1., corresponde 3,98Pa; estos valores sirven para alcanzar la capacidad de respuesta sonora del Loudness, en 65,05(sones), para el rango dinámico de la señal del audio digital como percepción sonora del oído humano que detecta cuan fuerte o cuan débil es el volumen sonoro de las variables de relajación.

Si bien las presiones acústicas en pascales, Pa, presentan valoraciones diferentes (1,49Pa=56,06% en exceso con relación a la muestra del Profesional), también se ha planteado igualar las presiones Leq en el dBFA32, esto significa que no se logra las condiciones sonoras aceptables, debido a que

el Loudness se altera (presenta valores diferentes entre muestra y paisajes sonoros).

Los resultados obtenidos se cuantifican comparativamente, siendo para la aspereza (Roughness) 3,80 y 7,91(Asper), con valor porcentual de (108,16%), que expresan la disonancia del volumen sonoro (Loudness) localizado en 65,05(sones).

La agudeza (Sharpness) de 1,19 y 1,35(acum), con (13,45%), expresa la armonía existente, lo que significa que para un volumen sonoro (Loudness) definido en 65,05(sones), presentan sensibilidad musical aceptable a la técnica musicoterapéutica.

Los Indicadores Psicoacústicos, fuerza fluctuante (Fluctuation Strength) = 1,29 y 2,40(Vacil), y tonalidad(Tonality) = 0,57 y 0,49(Tu), son variables que expresan la modulación sonora y la tonalidad, presentando valoraciones mínimas de impresión desagradable del sonido tonal con relación al volumen sonoro (Loudness).

Se resume que la rugosidad (Roughness) y la fuerza de fluctuación (Fluctuation Strength) presentan valores constantes sobre la modulación de la amplitud y frecuencia, causados por el arroyo de agua y piano presentes en el fragmento sonoro.

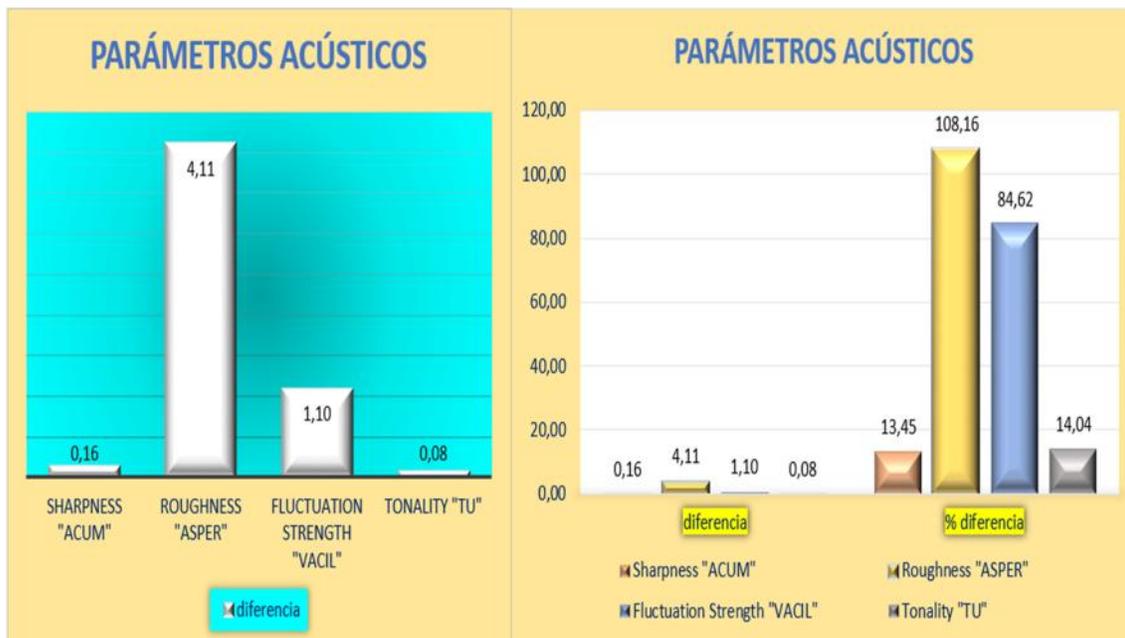
Tabla 5.8. Niveles de presión sonora de función y calibración.

<i>Indicadores Psicoacústicos</i>	<i>Variable Relajación (Flauta Andina)</i>	<i>Variable Relajación (Paisaje Sonoro.1.)</i>	<i>Observación Técnica (Musicoterapéutica)</i>
<i>Sharpness (Acum)</i>	1,19	1,35	0,16 (Acum) <i>diferencia mínima (13,45%)</i>
<i>Roughness (Asper)</i>	3,80	7,91	4,11 (Asper) <i>diferencia mínima (108,16%)</i>
<i>Fluctuation Strength (Vacil)</i>	1,30	2,40	1,10 (Vacil) <i>diferencia mínima (84,62%)</i>
<i>Tonality (Tu)</i>	0,57	0,79	0,22 (Tu) <i>diferencia mínima (14,04%)</i>

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 5.19. se muestran los resultados de los parámetros psicoacústicos, cuantificados en valor porcentual.

Gráfico 5.19. Gráfica de los parámetros: - Sharpness – Roughness y Fluctuation Strength – Tonality.



Fuente: Elaboración propia

5.3.1.1. Discusión de Resultados – Variable Relajación: Flauta Andina Vs Paisaje Sonoro.1.

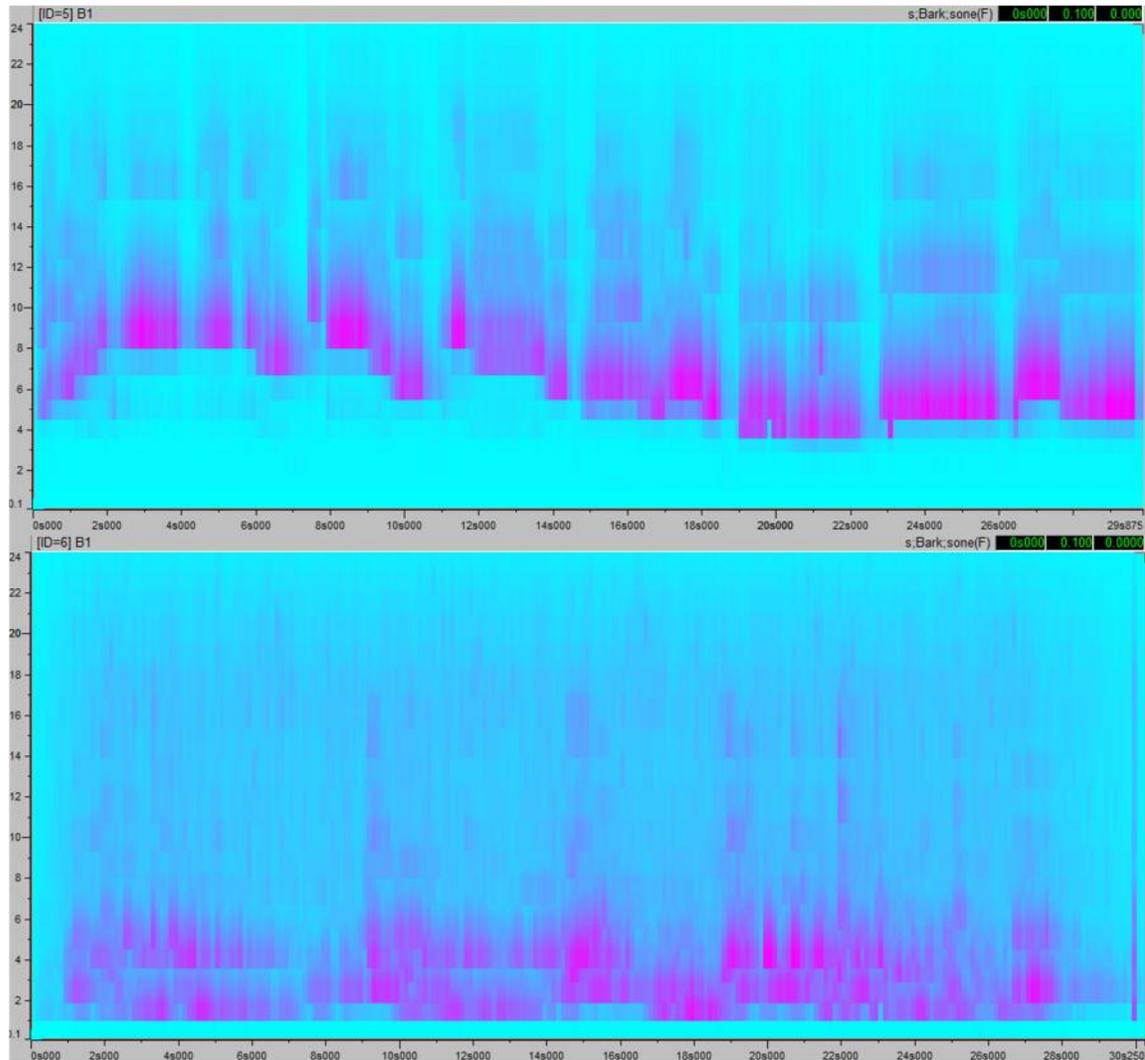
Se parte del Sonograma diseñado en función de la Banda Crítica (Barks) Vs el Tiempo (Seg.), parámetros necesarios para definir el comportamiento de los Indicadores Psicoacústicos.

Los resultados obtenidos para la variable relajación, Flauta Andina Vs Paisaje Sonoro.1., se cuantifican comparativamente, mostrando que los valores porcentuales correspondientes a "Fluctuation Strength", y al "Roughness", son máximos y se localizan en el sonograma en coloración morado degradado a lo largo del tiempo experimentado (fragmento musical seleccionado).

En el Gráfico 5.20. se muestra comparativamente los sonogramas de las dos variable de relajación en estudio, el resultado muestra a la sonoridad (Loudness), representada en color lila a lo largo del tiempo y los otros

Indicadores Psicoacústicos presentes en coloración morado degradado y turquesa, guardando relación con los resultados de la musicoterapia.

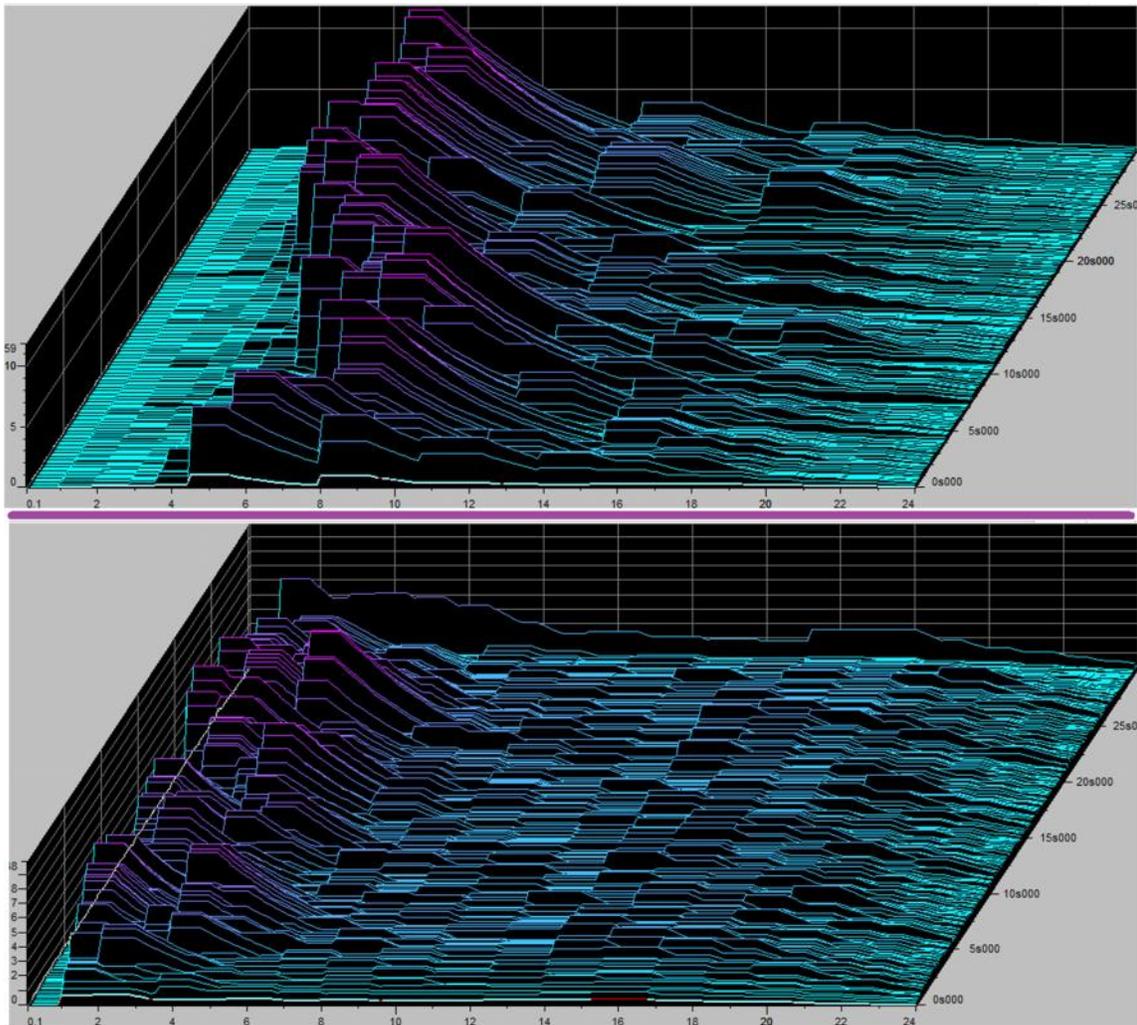
Gráfico 5.20. Comparación de Sonogramas de la Variable Relajación – Flauta Andina Vs Paisaje Sonoro.1.



Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 5.21. muestra de manera comparativa los resultados en tres dimensiones (Leq-dBA, BC-Bark y tiempo-segundos) de la sonoridad del contenido energético de los fragmentos musicales.

Gráfico 5.21. Comparación de las Variable Psicoacústicos Relajación – Flauta Andina Vs Paisaje Sonoro.1.



Fuente: Elaboración propia

5.3.2. Análisis Comparativo – Variable Relajación: Sinfonía Mozart Vs Paisaje Sonoro.2.

A continuación se analizan y evalúan los resultados obtenidos por el dBFA32 en la variable relajación (Sinfonía Mozart Vs Paisaje Sonoro.2.), para ello se comparan los indicadores psicoacústicos generados por esta herramienta informática, en la Tabla 5.8. se muestra comparativamente estas deducciones obtenidas.

Tabla 5.9. Indicadores Psicoacústicos de la variable relajación: Sinfonía Mozart Vs Paisaje Sonoro.2.

Variable Relajación: Sinfonía Mozart (3,27Pa) Vs. Paisaje Sonoro.2. (3,69Pa)			
PARÁMETROS	Sinfonía Mozart	Paisaje Sonoro .2.	UNIDAD
Loudness "Sonoridad" [sone]	65,06	65,06	Sone
Sharpness "Nitidez" [acum]	1,22	1,55	Acum
Roughness "Rugosidad" [asper]	3,97	5,64	Asper
Fluctuation Strength "Fuerza de fluctuación" [vacil]	2,64	2,63	Vacil
Tonality "Tonalidad" [tu]	0,50	0,65	Tu

Fuente: Elaboración propia

El análisis cuantitativo y comparativo del control de los parámetros acústicos y psicoacústicos, mediante la ecuación:

$$dBA = 20 \log \frac{Pa}{Pref}$$

Muestra los siguientes valores:

$$Leq-(Sinfonía Mozart) = 60,10dBA \quad Leq-(PS2) = 58,05dBA \quad Dif-dBA = -2,05dBA$$

$$Pa-(Sinfonía Mozart) = 2,023Pa \quad Pa-(PS2) = 1,598Pa \quad Dif-Pa = 0,425Pa$$

$$Pa-dBFA32(\text{Sinfonía Mozart}) = 3,27Pa \quad Pa-dBFA32(PS2) = 3,69Pa$$

$$Dif-Pa = -0,42Pa$$

$$dBA-dBFA32(\text{Sinfonía Mozart}) = 64,27dBA \quad dBA-dBFA32(PS2) = 65,31dBA$$

$$Dif-dBA = -1,04dBA$$

El valor $dBA-dBFA32(\text{Sinfonía Mozart}) = 64,27dBA$, comparado con el valor del Loudness (65,06Sones), presenta una diferencia de -0,79dBA.

El valor $dBA-dBFA32(PS2) = 65,31dBA$, comparado con el valor del Loudness (65,06Sones), presenta una diferencia de +0,25dBA.

Esta desviación se atribuye por parte del calibrador del sonómetro. (incertidumbre experimental).

En Resumen se tiene:

Análisis cuantitativo comparativo Control de parámetros Acústicos y Psicoacústicos					$dBA = 20 \log \frac{Pa}{Pref}$	
M.T.2. Sinfonia Mozart	Valores	Unidad	Creación P.S.2.	Valores	Unidad	Diferencia Experimental
Leq - dBA	60,10	dBA	Leq - dBA	58,05	dBA	2,05
Pa =	2,02	Pa	Pa =	1,59	Pa	0,43
Pa(dBFA32)=	3,27	Pa	Pa(dBFA32)=	3,69	Pa	-0,42
dBA(dBFA32)=	64,27	dBA	dBA(dBFA32)=	65,31	dBA	-1,04
Loudness	65,06	Sone	Loudness	65,06	Sone	0,00
DIF-Sonoridad	0,79	dBA	DIF-Sonoridad	-0,25	dBA	

De la Tabla 5.9. resulta que el indicador Psicoacústico Loudness tiene un valor igual a 65.06(sones), tanto para la Variable Sinfonía Mozart como para la creación de Paisaje Sonoro.2., aspecto que permite analizar comparativamente

y cuantitativamente el componente energético de la sonoridad de esta variable de relajación.

De la misma manera para alcanzar la evaluación mostrada se han experimentado diferentes ajustes realizados en la pestaña Reference del software dBFA32 que recibe valores de presión acústica en pascales(Pa), para el caso de la variable relajación Sinfonía Mozart corresponde a 3,27(Pa) y para la variable relajación Paisaje Sonoro.2., corresponde a 3,69(Pa), determinando el Loudness en 65,06(sones), en el rango dinámico de la señal del audio digital como percepción sonora psicoacústico de elementos armónicos presentes en esta Musicoterapia.

Los resultados evaluados comparativamente en diferencia porcentual muestran al Roughness con 3,97 y 5,64(Asper), generando un valor porcentual de (42,07%), que expresan la modulación de amplitud de los tonos originando distintos acontecimientos acústicos de modulación del volumen sonoro (Loudness) en 65,06(sones).

La armonía existente expresa al Sharpness de 1,22 y 1,55(acum), con valor porcentual comparativo de (27,05%), lo que significa que la nitidez es el centro de gravedad del espectro y determina el equilibrio entre la energía de alta y baja frecuencia del sonido.

Los Indicadores Psicoacústicos, Fluctuation Strength son 2,64 y 2,63(vacil), con una diferencia porcentual de 0,01% y Tonality, registra 0,50 y 0,65(tu), con un valor porcentual de 30,0%; esta última variable revela la presencia de crestas pronunciadas de la variación temporal tonal con relación al volumen sonoro (Loudness).

El indicador psicoacústicos, Roughness, con la mayor variación porcentual (42,06%), para el caso de la variable Sinfonía Mozart y paisaje sonoro.2. tiene modulaciones rápidas debido a la presencia de varios armónicos simultáneos

que logran el enmascaramiento de sonidos simultáneos, constituyendo la base de la compresión psicoacústica.

Se sintetiza que el comportamiento psicoacústico de la rugosidad (*Roughness*) y la fuerza de fluctuación (*Fluctuation Strength*) presentan valores constantes sobre la modulación de la amplitud y frecuencia, causados por los sonidos de la naturaleza y el piano de cola.

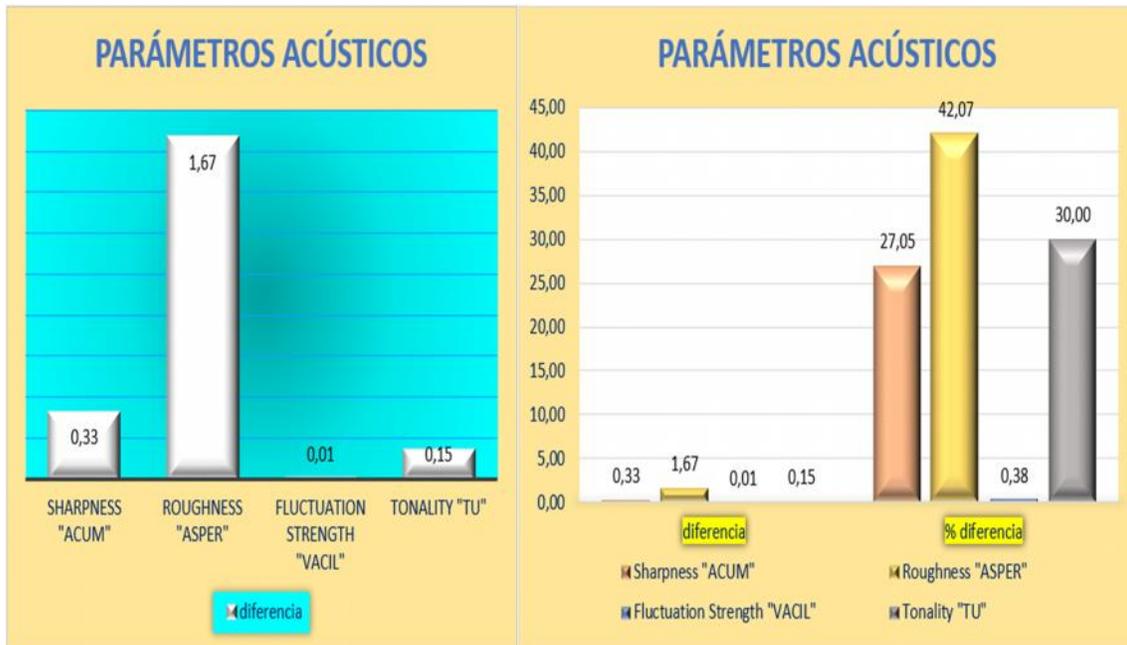
Tanto en la Tabla 5.10. como en el Grafico 5.22. se observan los valores de los resultados expresados en diferencia porcentual.

Tabla 5.10. de comparación de indicadores psicoacústicos y variables.

Indicadores Psicoacústicos	Variable Relajación (Sinfonía Mozart)	Variable Relajación (Paisaje Sonoro.2.)	Observación Técnica (Musicoterapéutica)
Sharpness (Acum)	1,22	1,55	0,33 (Acum) diferencia mínima (27,05%)
Roughness (Asper)	3,97	5,64	1,67 (Asper) diferencia mínima (42,07%)
Fluctuation Strength (Vacil)	2,64	2,63	0,11 (Vacil) diferencia mínima (4,17%)
Tonality (Tu)	0,50	0,65	0,15 (Tu) diferencia mínima (30,00%)

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.22. Gráfica de los parámetros: - Sharpness - Roughness y Fluctuation Strength – Tonality.



Fuente: Elaboración propia

5.3.2.1. Discusión de Resultados – Variable Relajación: Sinfonía Mozart Vs Paisaje Sonoro.2.

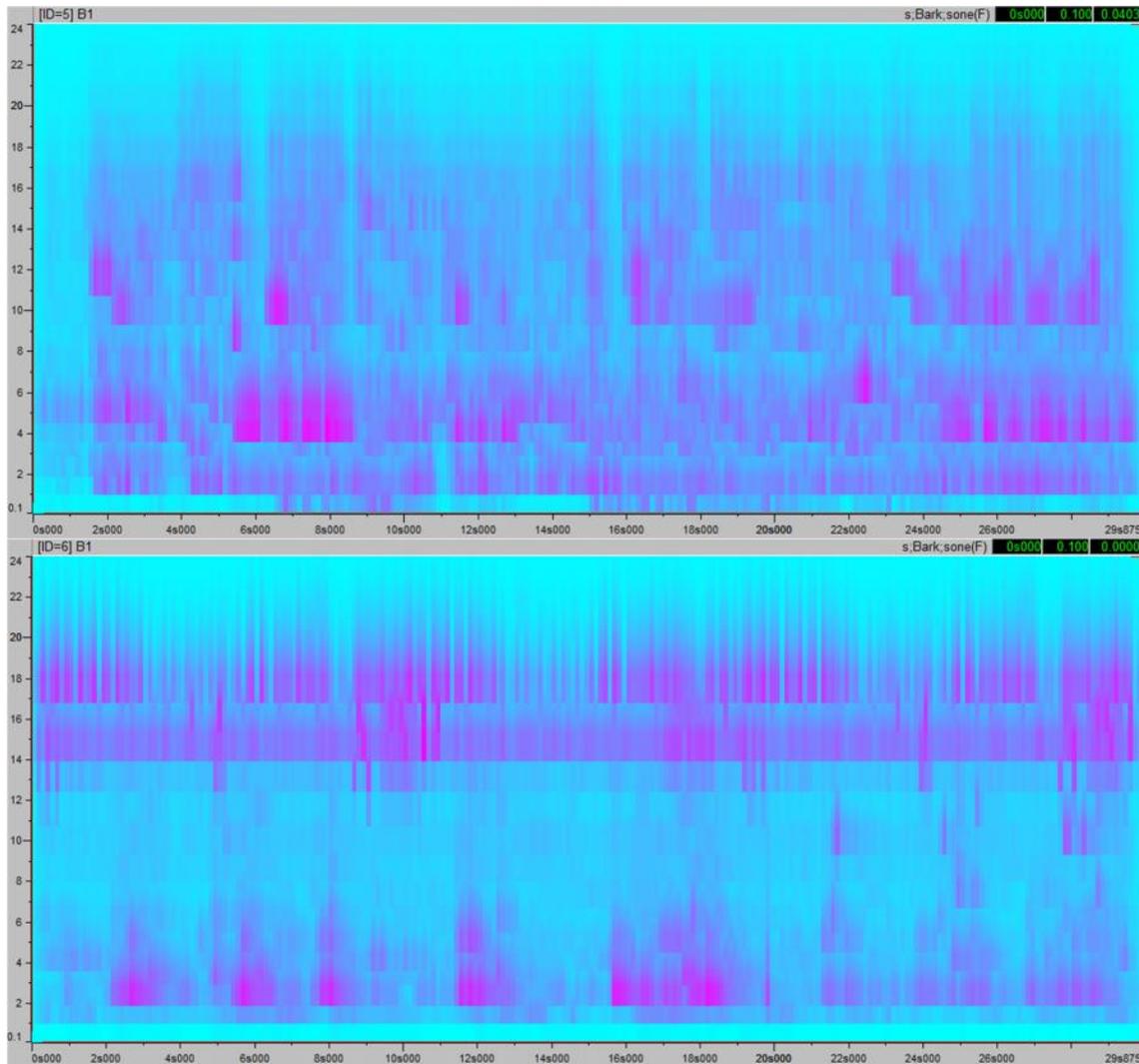
El Sonograma está diseñado en función de la Banda Crítica (Barks) Vs el Tiempo (seg.), donde los Indicadores Psicoacústicos se presentan a lo largo de la 24 bandas críticas en el rango de tiempo indicado, necesarios para definir el comportamiento de estos descriptores.

Los resultados obtenidos para la variable relajación en estudio, se muestran en el espectrograma o sonograma que caracteriza la calidad sonora del fragmento musical seleccionado y mediante el analizador espectral se observa que los indicadores psicoacústicos tienen la forma de espectros sinusoidales tonales.

El Gráfico 5.23. muestra comparativamente los sonogramas de estas variables siendo el Loudness representado en color lila, atributo de la sensación auditiva y los otros parámetros psicoacústicos en coloración morado degradado y

turquesa, por norma general, se tienen en cuenta los efectos de enmascaramiento en el tiempo y la frecuencia expresada en Barks, lo que significa que la sonoridad tiene un amplio espectro de estabilidad en los indicadores psicoacústicos de estudio, en la recreación de la Musicoterapia.

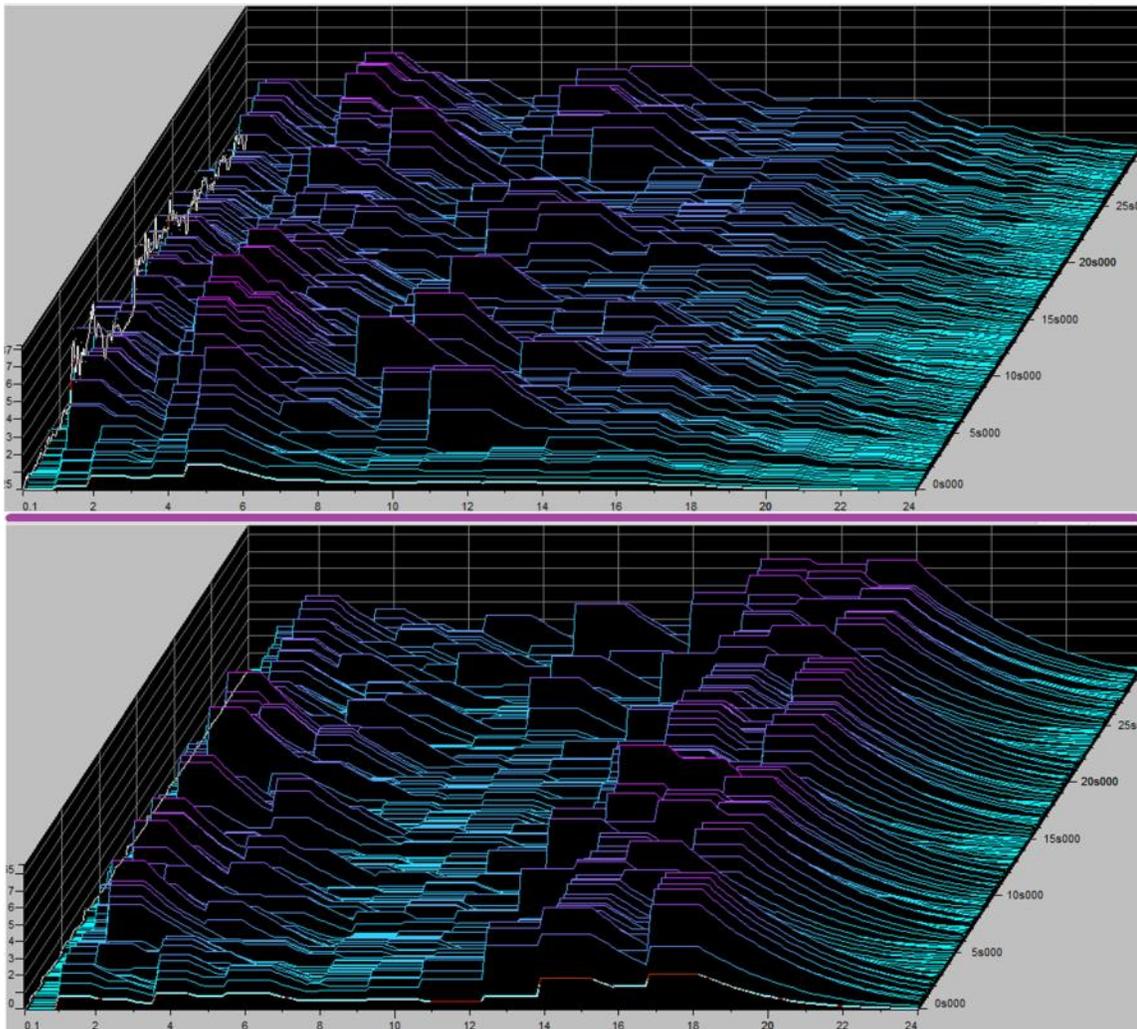
Gráfico 5.23. Comparación de Sonogramas de la Variable Relajación – Sinfonía Mozart Vs Paisaje Sonoro.2.



Fuente: Elaboración propia

Asimismo el Gráfico 5.24. presenta de manera comparativa los resultados alcanzados en tres dimensiones (Leq-dBA, BC-Bark y tiempo-segundos) de la sonoridad del contenido energético de los fragmentos musicales.

Gráfico 5.24.. Comparación de las Variable Psicoacústicos Relajación – Sinfonía Mozart Vs Paisaje Sonoro.2.



Fuente: Elaboración propia

5.3.3. Análisis Comparativo – Variable Tensión: Shashkin Danza Árabe Vs Paisaje Sonoro 3.

A continuación se analizan y evalúan los resultados obtenidos por el dBFA32 en la variable relajación (Shashkin Danza Árabe Vs Paisaje Sonoro.3.), comparando los indicadores psicoacústicos generados por esta herramienta informática y en la Tabla 5.11. se muestra cuantitativamente el valor porcentual de los resultados obtenidos.

Tabla 5.11. Indicadores Psicoacústicos de la variable relajación: Shashkin Danza Árabe Vs Paisaje Sonoro.3.

Variable Tensión: Shashkin Danza Árabe (4,22Pa) Vs. Paisaje Sonoro.3. (2,99Pa)			
PARÁMETROS	Shashkin Danza Árabe	Paisaje Sonoro .3.	UNIDAD
Loudness "Sonoridad" [sone]	65,35	65,35	Sone
Sharpness "Nitidez" [acum]	1,50	1,90	Acum
Roughness "Rugosidad" [asper]	5,47	8,15	Asper
Fluctuation Strength "Fuerza de fluctuación" [vacil]	2,33	2,67	Vacil
Tonality "Tonalidad" [tu]	0,13	0,00	Tu

Fuente: Elaboración propia

El análisis cuantitativo y comparativo del control de los parámetros acústicos y psicoacústicos, mediante la ecuación:

$$dBA = 20 \log \frac{Pa}{Pref}$$

Muestra los siguientes valores:

$$Leq-(Shashkin) = 59,20dBA \quad Leq-(PS3) = 63,25dBA \quad Dif-dBA = -4,05dBA$$

$$Pa-(Shashkin) = 1,824Pa \quad Pa-(PS3) = 2,907Pa \quad Dif-Pa = -1,083Pa$$

$$Pa-dBFA32(\text{Shashkin}) = 1,50Pa \quad Pa-dBFA32(\text{PS3}) = 2,99Pa \quad \text{Dif-Pa} = -1,49Pa$$

$$dBA-dBFA32(\text{Shashkin}) = 57,50dBA \quad dBA-dBFA32(\text{PS3}) = 63,49dBA \quad \text{Dif-dBA} = -5,99dBA$$

El valor $dBA-dBFA32(\text{Shashkin}) = 57,50dBA$, comparado con el valor del Loudness (65,35Sones), presenta una diferencia de -7,85dBA.

El valor $dBA-dBFA32(\text{PS3}) = 63,49dBA$, comparado con el valor del Loudness (65,35Sones), presenta una diferencia de -1,86dBA.

Esta desviación se atribuye por parte del calibrador del sonómetro. (incertidumbre experimental).

En Resumen se tiene:

Análisis cuantitativo comparativo Control de parámetros Acústicos y Psicoacústicos					$dBA = 20 \log \frac{Pa}{Pref}$	
M.T.3. Shashkin Danza Arabe	Valores	Unidad	Creación P.S.3.	Valores	Unidad	Diferencia Experimental
Leq - dBA	59,20	dBA	Leq - dBA	63,25	dBA	-4,05
Pa =	1,82	Pa	Pa =	2,91	Pa	-1,09
Pa(dBFA32)=	4,30	Pa	Pa(dBFA32)=	2,99	Pa	1,31
dBA(dBFA32)=	66,64	dBA	dBA(dBFA32)=	63,49	dBA	3,15
Loudness	65,35	Sone	Loudness	65,35	Sone	0,00
DIF-Sonoridad	-1,29	dBA	DIF-Sonoridad	1,86	dBA	

De la Tabla 5.11. resulta que el indicador Psicoacústico Loudness tiene un valor de 65,35sones, para las dos variable en estudio, los valores son técnicamente

iguales, aspecto que permite realizar la comparación sonora de esta situación en la variable tensión.

La evaluación muestra que se han experimentado diferentes ajustes realizados en la pestaña "Reference" del software dBFA32 hasta lograr valores de presión acústicas medidas en pascales(Pa), de 1,5Pa y 2,99Pa; que sirven para alcanzar la igualdad del Loudness en 65,35(sones), dentro el rango dinámico de la señal del audio digital como percepción sonora del oído humano que en estas condiciones se detecte la variedad de elementos armónicos presentes en esta Musicoterapia.

Los resultados comparativos del Roughness de 5,47 y 8,15(Asper), tienen valores porcentuales de (49%), que expresan a la aspereza percibida dependiente de la frecuencia tonal y de la profundidad modulada.

El Sharpness de 1,50 y 1,90(acum) representan la agudeza de la armonía existente; el valor porcentual comparativo es (26,60%), lo que significa que la nitidez es el centro de gravedad del espectro determinando el equilibrio entre la energía de alta y baja frecuencia del volumen sonoro (Loudness) establecido en 65,35(sones).

Para el caso de los indicadores psicoacústicos, Fluctuation Strength = 2,33 y 2,27(Vacil), y Tonality = 0,13 y 0,00(Tu), con variación porcentual de 2,58% y 100% respectivamente; expresan la variación temporal del sonido y la impresión desagradable de un sonido tonal con relación al volumen sonoro (Loudness), revelan la presencia de altas crestas con valores tenues, (Fluctuation Strength), aspectos que inhibe los armónicos en sus componentes tonales.

El indicador psicoacústico, Roughness, muestra la mayor diferencia valorativa (49%), que expresa la ausencia de armónicos sincrónicos, logrando enmascaramiento simultáneo de estos sonidos, estableciendo la base de la coincidencia temporalmente psicoacústica.

El comportamiento psicoacústico del Roughness y el Fluctuation Strength se sintetiza que los valores son constantes sobre la modulación de la amplitud y frecuencia, causados por los sonidos de la naturaleza (cantos de insectos).

La Tabla 5.12. y el Gráfico 5.25. determinan de forma comparativa a los valores de estas variables.

Tabla 5.12. Comparación de indicadores psicoacústicos y variables.

Indicadores Psicoacústicos	Variable Tensión (ShashkinDánzaÁrabe)	Variable Tensión (Paisaje Sonoro.3.)	Observación Técnica (Musicoterapéutica)
Sharpness (Acum)	1,50	1,90	0,40 (Acum) diferencia mínima (26,67 %)
Roughness (Asper)	5,47	8,15	2,68 (Asper) diferencia mínima (48,99%)
Fluctuation Strength (Vacil)	2,33	2,67	0,34 (Vacil) diferencia mínima (14,59%)
Tonality (Tu)	0,13	0,00	0,13 (Tu) diferencia mínima (100%)

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.25. Gráfica de los parámetro: - Sharpness – Roughness y Fluctuation Strength – Tonality.



Fuente: Elaboración propia

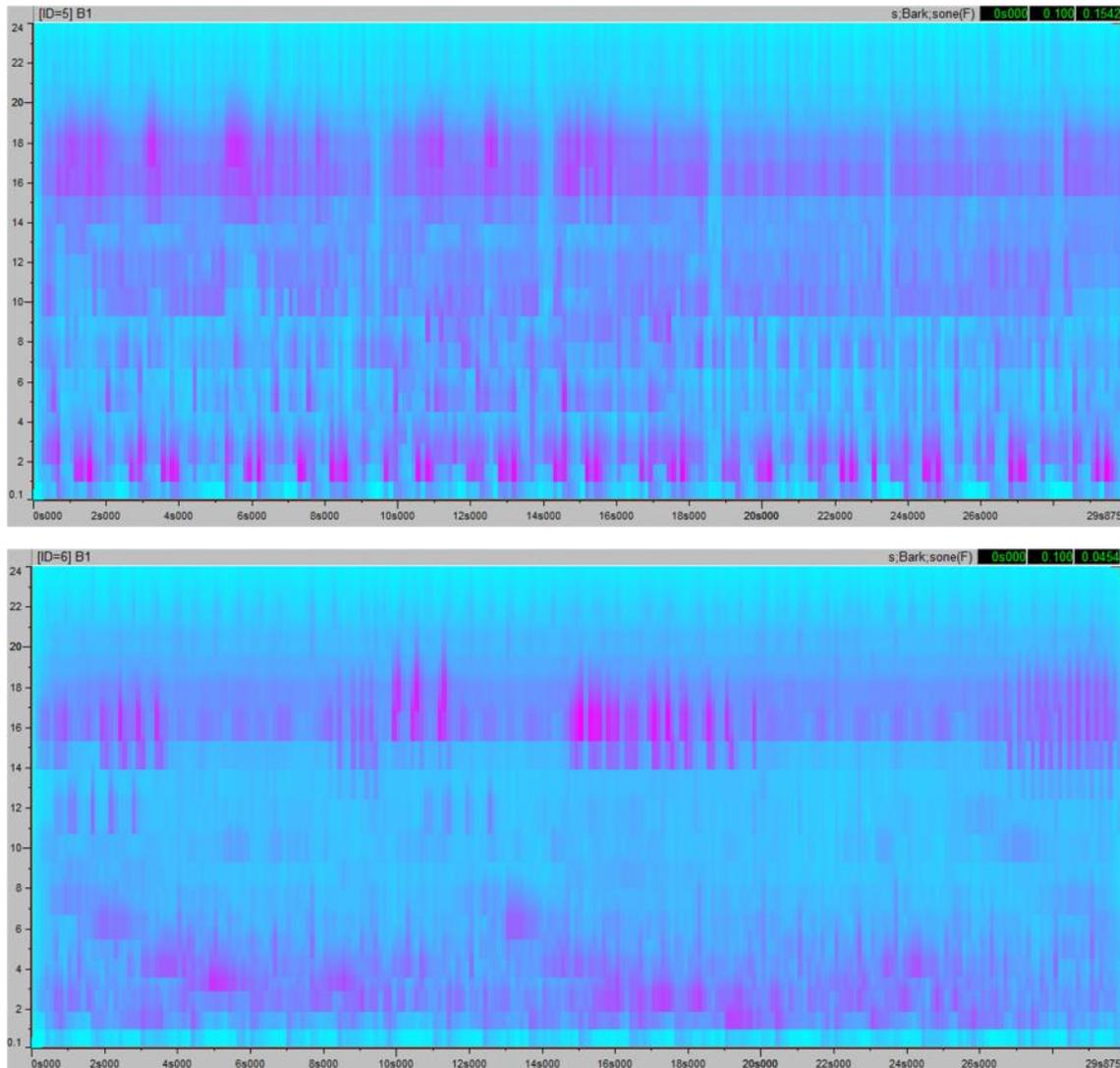
5.3.3.1. Discusión de Resultados – Variable Tensión: Shashkin Danza Árabe Vs Paisaje Sonoro.3.

El comportamiento de los indicadores psicoacústicos como el Loudness, el Roughness, el Sharpness, la Fluctuation Strength y Tonality está inmersos en el sonograma descrito en función banda crítica (Barks) Vs el tiempo (seg.).

En el Gráfico 5.26. se muestra comparativamente los sonogramas de la variable tensión, Shashkin Danza Árabe Vs Paisaje Sonoro 3., donde el nivel de presión sonora continuo equivalente (Leq) correspondiente a la muestra del profesional es de 59,20(dBA) y para la muestra del Paisaje Sonoro.3. es de 63,25(dBA); en estas condiciones se observa al espectrograma o sonograma, en coloración lila al Loudness representando la presencia de mayor intensidad, que va desde 16 (Barks) a 2 (Barks) expresada en la bandas críticas y el color morado degradado tenuemente sobresale en 10 (Barks), lo que caracteriza a la calidad sonora del fragmento musical seleccionado mediante el analizador espectral,

observándose la influencia de los indicadores psicoacústicos presentes a lo largo del espectro sinusoidal tonal.

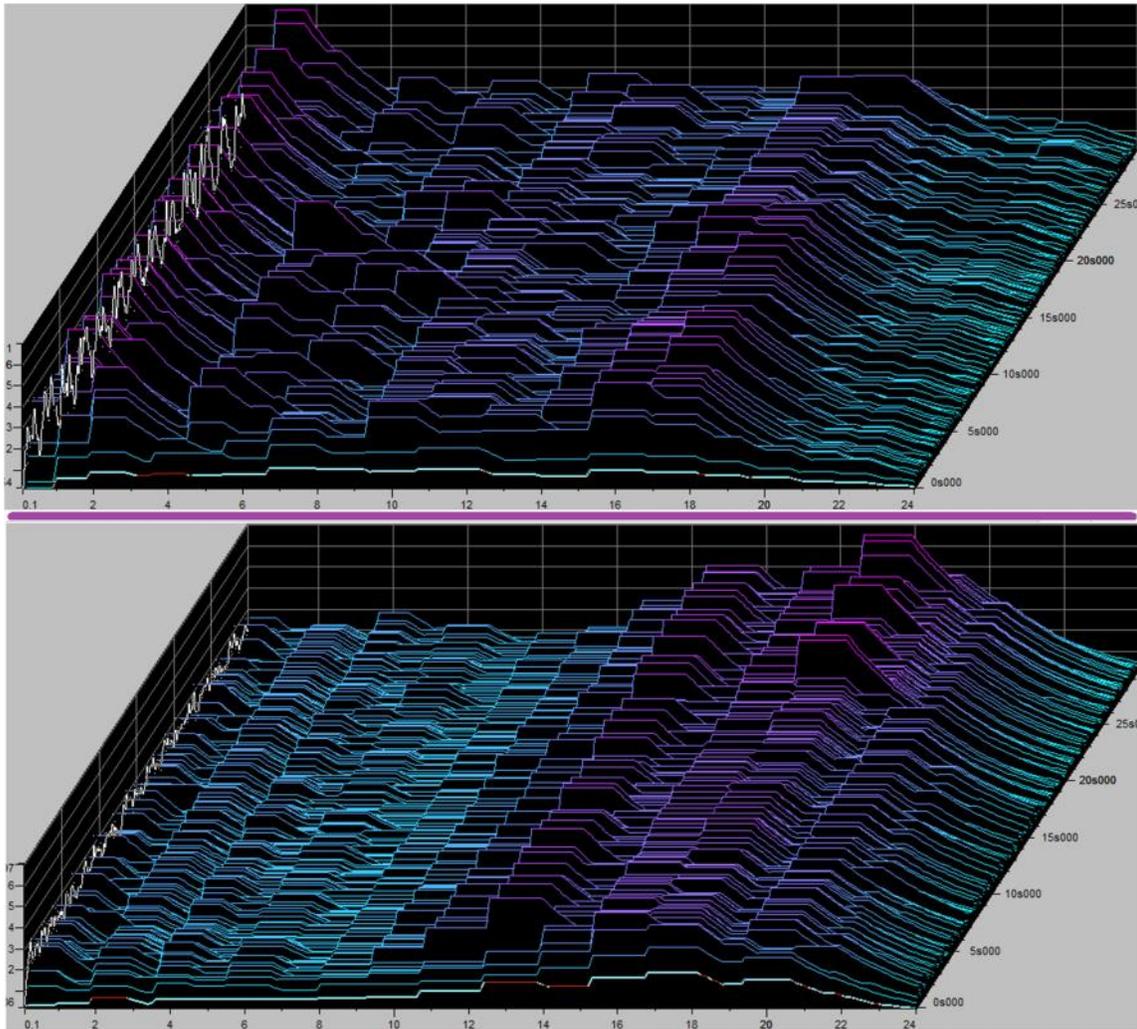
Gráfico 5.26. Comparación de Sonogramas de la Variable Tensión – Shashkin Danza Árabe Vs. Paisaje Sonoro.3.



Fuente: Elaboración propia

De la misma manera el Gráfico 5.27. muestra de manera comparativa los resultados en tres dimensiones (Leq-dBA, BC-Bark y tiempo-segundos) el comportamiento de la sonoridad del contenido energético de los fragmentos musicales, Shashkin Danza Árabe Vs Paisaje Sonoro.3.

Gráfico 5.27. Comparación de Variables Psicoacústicas Tensión – Shashkin Dánza Árabe Vs Paisaje Sonoro.3.



Fuente: Elaboración propia

Tabla de comparación de indicadores psicoacústicos y variables.

Nombre del Fichero (Paisaje Sonoro 1.)	Nombre del Fichero (Paisaje Sonoro 2.)	Nombre del Fichero (Paisaje Sonoro 3.)
Destino = "C:\Users\Erwin\Desktop" Formato de Archivo = "Archivo Wave" Salida del Motor de Audio = "Stereo Out (Estereo)" Frecuencia de Muestreo = 44.100KHz Profundidad de Bits = 16 Bit		

Fuente: Elaboración propia

5.5. PRESENTACIÓN DEL DESARROLLO METODOLOGICO DE LA CREACIÓN DE PAISAJES SONOROS APLICADOS A LA MUSICOTERAPIA

El diseño experimental propuesto para la investigación correspondiente a la Creación de Paisajes Sonoros se muestra en la Tabla 5.12., presentada en el perfil de Tesis.

Tabla 5.13. Diseño Experimental para la Creación de Paisajes Sonoros

a. Enfoque de la Investigación.	<i>Cuantitativo</i>
b. Tipo de Investigación.	<i>Exploratoria y Descriptivo</i>
c. Método de Investigación.	<i>Deductivo</i>
d. Técnicas e Instrumentos de Medición.	<i>Técnicas: Observación y Grupo Focal Instrumentos: Guías de Observación y Protocolos en Musicoterapia</i>
	<i>Bibliografía Primaria: Libro en Psicoacústica, "Psycho Acoustics Fast and Models" de Hugo Fastl y Eberhard Zwicker.</i>

<p>e. Fuentes de Información.</p>	<p><i>Libro en Musicoterapia, “Introducción a la Musicoterapia - Teoría y Práctica” de William Davis y “Musicoterapia de la teoría a la práctica” de Rolando Benenson.</i></p> <p><i>Bibliografía sitio Web:</i></p> <p><i>“Blissive Introduces Natura Sound Therapy V3.0” de Limbrick Cameron.</i></p> <p><i>Bibliografía Secundaria:</i></p> <p><i>Libro en Musicoterapia, “Intervenciones en Musicoterapia” de Franz Ballivián.</i></p> <p><i>Libro en Psicoacústica, “Evaluación Sonora de los Parámetros Psicoacústicos” de Álvaro Echarte.</i></p> <p><i>Bibliografía sitio Web:</i></p> <p><i>“Areva 01. dB Metravib” de Acoem Group.</i></p>
<p>f. Diseño experimental utilizado.</p>	<p><i>Experimental</i></p>
<p>g. Universo y Muestra.</p>	<p><i>Determinado mediante la fórmula de población finita.</i></p>
<p>h. Instrumentos de medición aplicados.</p>	<p><i>Uso de herramientas tecnológicas:</i></p> <p><i>Descriptivas y Confiables</i></p>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.14. Diseño Experimental para la Creación de Paisajes Sonoros

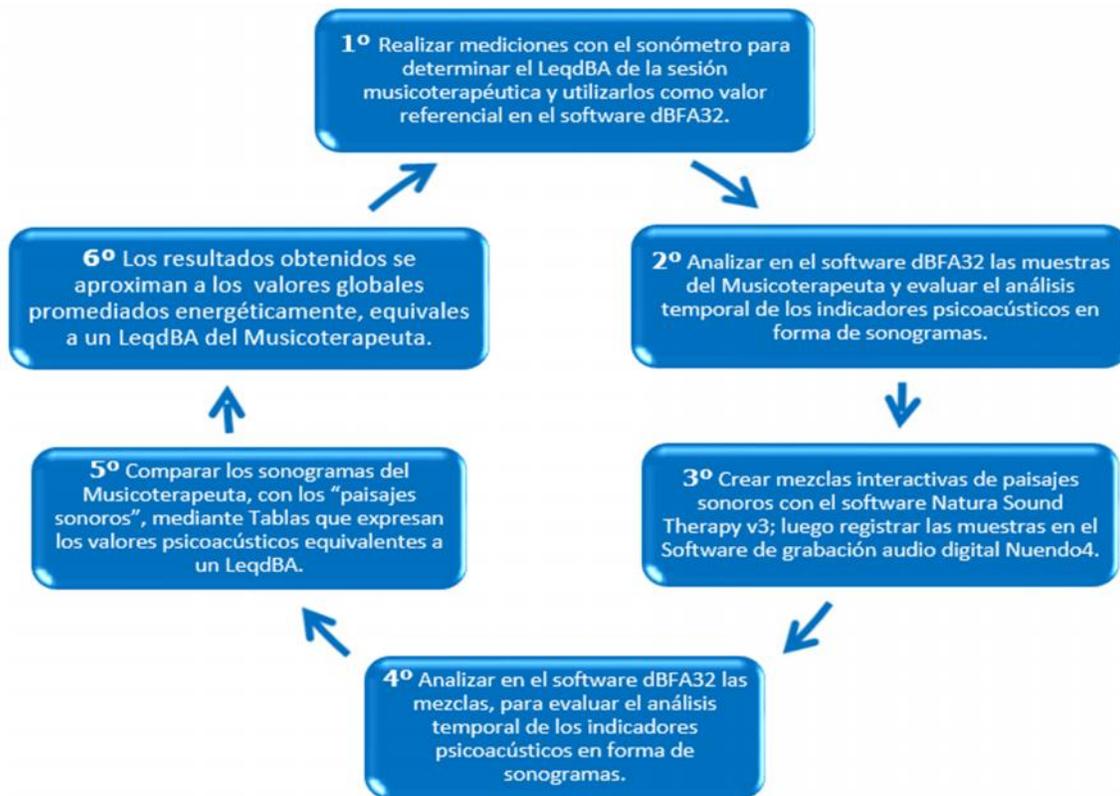
<p>i. Procedimiento. Descripción de cada paso en el desarrollo de la investigación</p>	<p><i>Definición del problema:</i></p> <p><i>Cumple con las especificaciones tácticas de la planificación, sistematizando a los procedimientos.</i></p> <p><i>Planteamiento del problema:</i></p> <p><i>Con especificaciones definitivas para la previsión de los recursos que ofrece la herramienta tecnológica en favor de la musicoterapia.</i></p> <p><i>Formulación del problema:</i></p> <p><i>Orientada a la ejecución de variables psicoacústicas creadas y comparadas con los resultados obtenidos por el Musicoterapeuta.</i></p> <p><i>El objetivo general:</i></p> <p><i>Crear paisajes sonoros aplicados a la Musicoterapia.</i></p> <p><i>Los objetivos específicos:</i></p> <p><i>Diseñar, evaluar y exponer resultados alineados a la musicoterapia y psicoacústica.</i></p> <p><i>Definición de variables:</i></p>
---	---

	<p><i>Independiente y Dependiente.</i></p> <p><i>Marco Teórico:</i></p> <p><i>Conceptual y Referencial dentro de las especificaciones técnicas de la investigación.</i></p> <p><i>Trabajo de campo:</i></p> <p><i>Corresponde al grupo focal de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería de Sonido, UNITEPC clasificados en tres sesiones de Musicoterapia pasiva desarrollados en diferentes días en la UNITEPC.</i></p>
--	--

Fuente: Elaboración propia

En concordancia con la metodología de la investigación científica (Becerra, 2011), la cadena electroacústica de procedimiento operativo para el registro de las muestras, “Creación de Paisajes Sonoros Aplicados a la Sesión de Musicoterapia Pasiva”, se muestra en la Figura 5.2. de manera esquemática.

Figura 5.2. Cuadro esquemático de la cadena electroacústica de procedimiento operativo para la creación de paisajes sonoros.

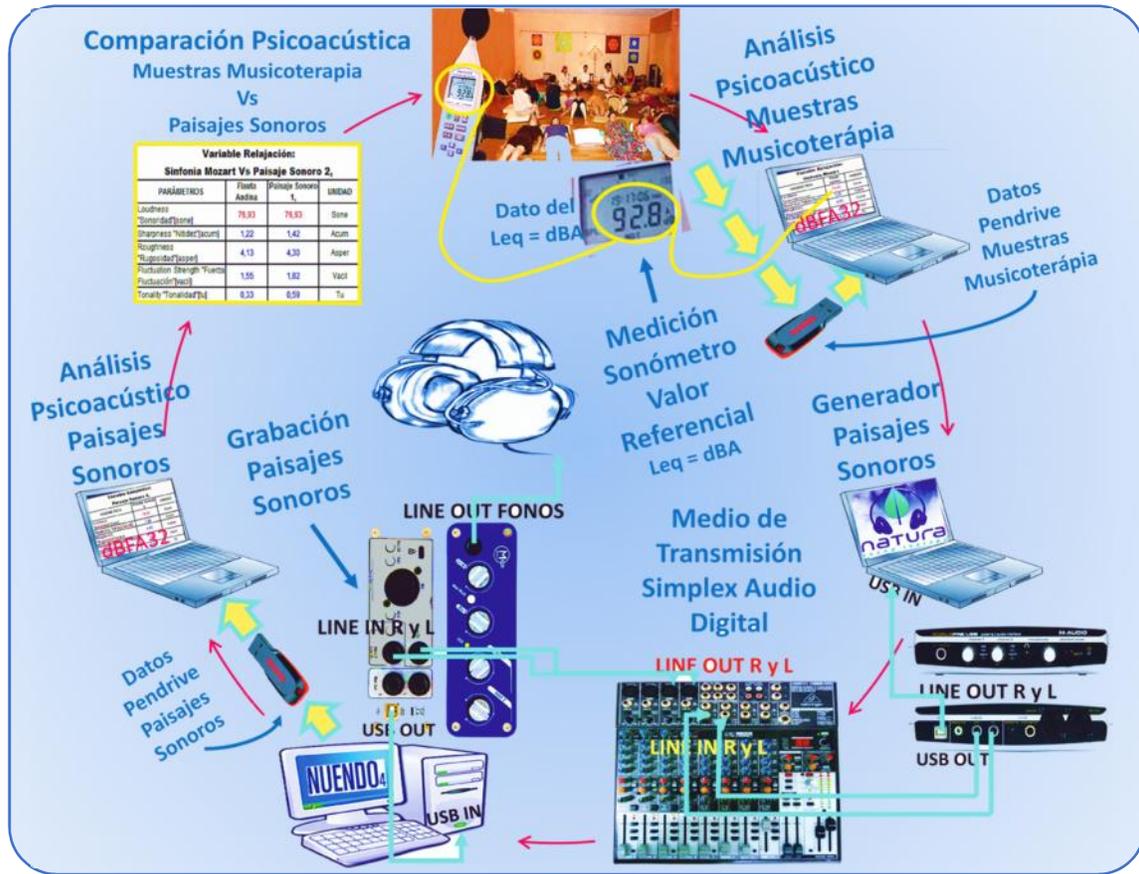


Fuente: Elaboración propia

Este procedimiento de la misma manera está representada mediante iconos correspondiente al uso de los equipos de la investigación experimental propuesto y expuestos en la Figura 5.3.

La creación de los paisajes sonoros aplicados a la sesión de musicoterapia pasiva Figura 5.3., se realizó con los equipos profesionales del soporte técnico bajo la tutela del Ing. Sebastián Rolón, tutor de este proyecto. A partir del objetivo de este proyecto se han desglosado y definido en la investigación de los análisis psicoacústicos de los Paisajes Sonoros en el Departamento de Investigación y Desarrollo de la Empresa Acústica.

Figura 5.3. Cuadro esquemático de la cadena electroacústica con iconos de la investigación experimental propuesta para la creación de paisajes sonoros.



Fuente: Elaboración propia

5.5.1. Desarrollo Experimental del Taller de Sesión Musicoterapia Pasiva

En Abril del presente año, bajo el auspicio de la Dirección de Carrera de Ingeniería de Sonido de la UNITEPC se realizó el Taller experimental denominado: "Taller de Grupo Focal" (TGF) de Sesión Musicoterapia Pasiva. El equipamiento correspondiente se dividió en tres sesiones en diferentes días, donde se expusieron de manera experimental los resultados del presente proyecto de investigación en coordinación y participación del Profesional Musicoterapeuta Lic. Franz Ballivián Pol, quien aprobó de manera satisfactoria este trabajo, mediante la elaboración y evaluación de un diagnóstico tipo test,

clasificado en: un test de “Protocolos de desarrollo auditivo” que comprende la audición musical para despertar y educar la escucha activa y dos test de “Dificultades en la focalización de la atención” que comprende la estimulación de la atención, memoria, discriminación auditiva y neuro-cerebral.

Los estudiantes de la UNITEPC que participaron en el Taller TGF, completaron los citados “Protocolos” correspondientes al ejercicio y evaluación de la Sesión Musicoterapia Pasiva.

Estos protocolos experimentales presentan el siguiente modelo prototipo de la siguiente manera:

Protocolo 1.

AUDICION 1 y 2

II. Estado emocional aparente

PRE-TEST

	SI	NO
Triste		
Alegre		
Inhibido		
Apático		
Desconfiado		
Confiado		
Relajado		
Tranquilo		
Tenso. Que parte?		

AUDICION 1

POST-TEST

	SI	NO
Triste		
Alegre		
Inhibido		
Apático		
Desconfiado		
Confiado		
Relajado		
Tranquilo		
Tenso. Que parte?		

AUDICION 2

POST-TEST

	SI	NO
Triste		
Alegre		
Inhibido		
Apático		
Desconfiado		
Confiado		
Relajado		
Tranquilo		
Tenso. Que parte?		

AUDICION 3 y 4

III. Estado emocional aparente

PRE-TEST

	SI	NO
Triste		
Alegre		
Inhibido		
Apático		
Desconfiado		
Confiado		
Relajado		
Tranquilo		
Tenso. Que parte?		

AUDICION 3

POST-TEST

	SI	NO
Triste		
Alegre		
Inhibido		
Apático		
Desconfiado		
Confiado		
Relajado		
Tranquilo		
Tenso. Que parte?		

AUDICION 4

POST-TEST

	SI	NO
Triste		
Alegre		
Inhibido		
Apático		
Desconfiado		
Confiado		
Relajado		
Tranquilo		
Tenso. Que parte?		

Protocolo 2.

I. Presentación del Pre - Test

1.1. ¿Tienes dificultades en focalizar tu atención en los estudios cotidianos?

SI		NO	
----	--	----	--

1.2. Puntualiza, del 1 al 10, siendo el valor 1 - lo haces bien "sin dificultad" y el valor 10 - no entiendo nada "con mucha dificultad"

1		2		3		4		5	
6		7		8		9		10	

II. Post - Test: Presentación del Cuento. 1. Lectura.

3.1. Responde tres preguntas sobre el cuento.

1. Por que el cuento se llama las mil y una noches?

2. Por que el Rey Persa desconfiaba tanto de las mujeres?

3. Por que el Rey Persa se casaba todos los dias?

III. Post - Test: Presentación de Paisajes Sonoros

Audición. 1.

3.1. Solo escuchas la pieza musical.

Audición. 2.

3.1. Trata de reconocer e identificar los elementos sonoros de la pieza musical.

Audición. 3.

3.1. Déjate llevar por la música e inventa tu propia historia sobre la pieza musical.

IV. Post - Test: Lectura del Cuento. 1.

3.1. Responde cuatro preguntas sobre el cuento.

1. Que le causaba al Visir una pena incontenible?

2. Cuántas hijas tenia el Visir y cual de ellas se caso con el Rey?

3. Que hizo la hija del Visir para que no pueda matarla?

4. Que paso cuando la hija del Visir termino su último cuento?

Protocolo 3.

I. Presentación del Pre - Test

1.1. ¿Tienes dificultades en focalizar tu atención en los estudios cotidianos?

SI	NO
----	----

1.2. Puntualiza, del 1 al 10, siendo el valor 1 - lo haces bien "sin dificultad" y el valor 10 - no entiendo nada "con mucha dificultad"

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10

II. Post - Test: Presentación del Cuento.2. Lectura.

3.1. Ensierra en un circulo las respuestas del cuestionario.

1. Cuanto tiempo paso para que el Rey le contara la verdad al Gran Mago?

a) Cuarenta días b) Cuatro meses c) Cuatro años

2. Que paso con el Rey despues de escuchar la respuesta del Gran Mago?

a)El Rey se puso colorado y se fue b) El Rey se puso palido y se fue

3. Cuando morira el Gran Mago?

a)Un día despues que el rey lo hiciera c)Un día antes que el rey lo hiciera

III. Post - Test: Presentación de Paisajes Sonoros

Audición. 1.

3.1.Solo escuchas la pieza musical.

Audición. 2.

3.1.Trata de reconocer e identificar los elementos sonoros de la pieza musical.

Audición. 3.

3.1.Déjate llevar por la música e inventa tu propia historia sobre la pieza musical.

IV. Post - Test: Lectura del Cuento.2.

3.1. Ensierra en un circulo las respuestas del cuestionario.

1. Cual es la moraleja del Cuento?

a) Tener coraje b) Ser astuto c) El poder corrompe d) tienes otra deducccion.....

2. Que le pregunto el Rey al Gran Mago en la fiesta?

a) Cuando es la fecha de su nacimiento? c) Cuando sera la fecha de su muerte?

3. Para que invita el Rey al Gran Mago a su fiesta?

a) Para Cenar b) Para Charlar c) Para Matarlo

4. En la historia habia un Rey que le gustaba sentirse:

a) Endeble b) Enteco c) Poderoso d) tienes otra deducccion.....

Los resultados de estos ejercicios experimentales se presentan en el ANEXO (3) complementado la información requerida para este tipo de adiestramiento de Musicoterapia, (ver CD).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El proyecto “Creación de Paisajes Sonoros Aplicados a la Sesión de Musicoterapia Pasiva”, se pone a consideración de la Carrera de Ingeniería de Sonido de la UNITEPC y muestra conformidad con los objetivos planteados de la siguiente manera:

Se analizó y creó los paisajes sonoros aplicados a la Musicoterapia pasiva, mediante el desarrollo de las mezclas interactivas generadas por el software Natura Sound Therapy v3, para ampliar el campo de acción en las sesiones de musicoterapia pasiva; siendo los resultados de satisfacción técnica Musicoterap utica y reuniendo las condiciones para esta clase de terapia musical requerida por el Profesional Musicoterapéuta.

En la investigación de Paisajes Sonoros se han diseñado tres paisajes sonoros que sirvieron de base comparativa y otros nueve que fueron complementados y analizados por el profesional Musicoterapéuta y mostrados en el Anexo 1 (ver CD).

Se concluye que el diseño de la carpeta de registros sonoros, aplicados al área de las sesiones de musicoterapia pasiva en las técnicas de tensión y relajación, realizadas por el software Natura Sound Therapy v3, son de satisfacción del profesional Musicoterapéuta.

La evaluación comparativa de resultados acordes a los fragmentos musicales propuestos por el profesional, presentan correlación resonante en los Indicadores Psicoacústicos, aspereza (Roughness), agudeza (Sharpness), variables opuestas que expresan la disonancia y la armonía con la intensidad sonora Loudness, haciéndose constante y logrando minimizar los valores, para el amplio rango dinámico analizado.

En el caso de los Indicadores Psicoacústicos, fuerza fluctuante (*Fluctuation Strength*) y tonalidad (*Tonality*), la intensidad sonora (*Loudness*), presenta una variación temporal del sonido donde la apreciación musical para el caso de las variables de relajación – tensión, la tonalidad y la fuerza fluctuante, presentan valores constantes sobre la modulación de la amplitud y frecuencia, estos indicadores son técnicamente equivalentes. Los resultados obtenidos se resumen en la siguiente Tabla:

Tabla de resumen de resultados obtenidos

<i>Variable Relajación</i>	<i>Loudness (Sone)</i>	<i>Sharpness (Acum)</i>	<i>Roughness (Asper)</i>	<i>Fluctuation Strength (Vacil)</i>	<i>Tonality (Tu)</i>
<i>Flauta Andina Vs. Paisaje Sonoro.1.</i>	65,05 Vs 65,05	1,19 Vs 1,35 <i>dif.min.</i> (13,45%)	3,80 Vs 7,91 <i>dif.min.</i> (108,16%)	1,30 Vs 2,40 <i>dif.min.</i> (84,62%)	0,57 Vs 0,79 <i>dif.min.</i> (14,04%)
<i>Sinfonía Mozart Vs Paisaje Sonoro.2.</i>	65,06 Vs 65,06	1,22 Vs 1,55 <i>dif.min.</i> (27,05%)	3,97 Vs 5,64 <i>dif.min.</i> (42,07%)	2,64 Vs 2,63 <i>dif.min.</i> (4,17%)	0,50 Vs 0,65 <i>dif.min.</i> (30,00%)
<i>Variable Tensión</i>	<i>Loudness (Sone)</i>	<i>Sharpness (Acum)</i>	<i>Roughness (Asper)</i>	<i>Fluctuation Strength (Vacil)</i>	<i>Tonality (Tu)</i>
<i>Shashkin Dánza Árabe Vs Paisaje Sonoro.3.</i>	65,35 Vs 65,35	1,50 Vs 1,90 <i>dif.min.</i> (26,67%)	5,47 Vs 8,15 <i>dif.min.</i> (48,99%)	2,33 Vs 2,67 <i>dif.min.</i> (14,59%)	0,13 Vs 0,00 <i>dif.min.</i> (100%)

Fuente: Elaboración propia

En el caso de las tres variables en estudio, del Musicoterapeuta (*Flauta Andina, Sinfonía Mozart y Shashkin Danza Árabe*) y la creación de Paisajes Sonoros, de mezclas interactivas de la naturaleza, se tiene el siguiente cuadro resumen:

Cuadro Resumen de las Variables de Estudio

Variable del Musicoterapeuta	Elementos musicales componentes
<i>Flauta Andina</i>	<i>Flauta Andina</i>
<i>Sinfonía Mozart</i>	<i>Dos flautas, dos oboes, dos clarinetes, dos fagots, dos cornos franceses, diez violines primeros, diez violines segundos, ocho violas, ocho violonchelos y cuatro contrabajos.</i>
<i>Shashkin Danza Árabe</i>	<i>Un Salamilla (corneta árabe), un Laud (guitarra árabe), un darbuka (yembe percucion) y un duff-adufe (tambor árabe).</i>

Variable del Paisajes de la Naturaleza	Elementos componentes
<i>Paisaje Sonoro 1</i>	<i>Arroyo (agua), piano (de cola) y frecuencia delta 1KHz C2 (Do octava).</i>
<i>Paisaje Sonoro 2</i>	<i>Aves de bosque (pájaros), cantos de insectos (cigarras y grillos), canto de ranas, campanas (tibetana), ambiente espacial interestelar 2 y un piano (de cola).</i>
<i>Paisaje Sonoro 3</i>	<i>Cantos de diferentes insectos (cigarras, grillos, chicharas) y ranas.</i>

La principal variable psicoacústica es el Loudness, que permite identificar los criterios musicoterapéuticos de relajación y tensión siendo posibles de medir y analizar en los fragmentos musicales de los paisajes sonoros propuestos, donde las otras variables psicoacústicas como la sonoridad “Loudness”, la aspereza “Roughness”, la agudeza “Sharpness” o la fuerza de fluctuación “Fluctuation Strength”, están inmersas dentro de este componente energético espectral.

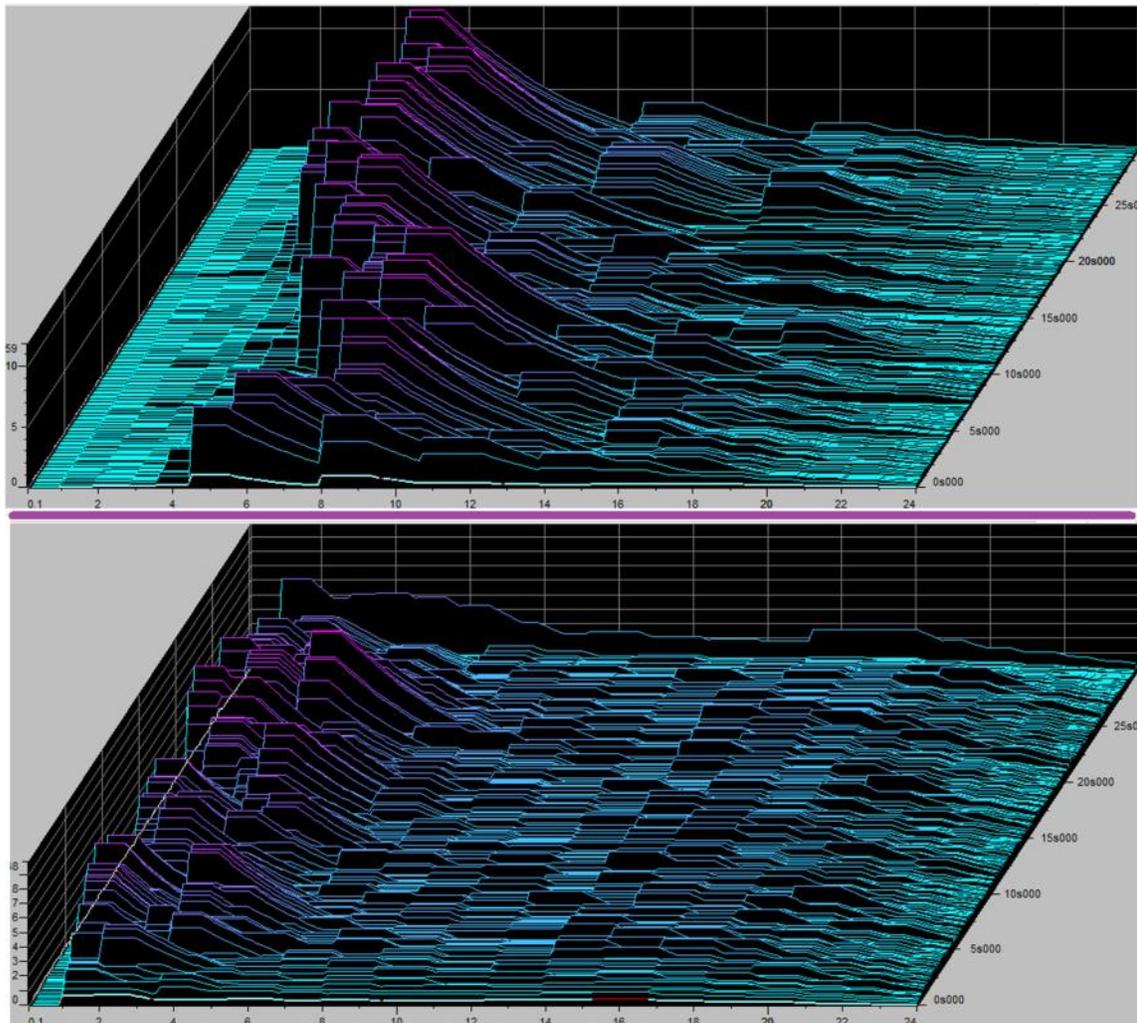
En el caso de la Flauta Andina y el Paisaje Sonoro.1.

Se resume que el indicador Psicoacústico Loudness ambas muestras tienen un valor de 65,05(sones), que han sido alcanzadas luego de evaluar y experimentar diferentes ajustes realizados en la pestaña “Reference” del software dBFA32.

Los valores de presión acústica en pascales(Pa), para la variable relajación Flauta Andina corresponde a 4,83Pa y para la variable relajación Paisaje Sonoro .1., corresponde a 3,98Pa.

De la misma manera se han obtenido resultados en tres dimensiones (Leq-dBA, BC-Bark y tiempo-segundos) de la sonoridad del contenido energético de los fragmentos musicales:

Comparación Grafica Tridimensional Flauta Andina Vs Paisaje Sonoro.1.



Fuente: Elaboración propia

Los resultados comparativos del Roughness (3,79 y 7,91Asper), expresan la disonancia del volumen sonoro (Loudness) localizado en 65,05 (Sones).

El Sharpness (1,20 y 1,35Acum), expresa la armonía existente, lo que significa que para un volumen sonoro (Loudness) definido en 65,05(Sones), presenta sensibilidad musical aceptable a la técnica musicoterapéuticas.

El Fluctuation Strength (1,29 y 2,53Vacil) y Tonality (0,56 y 0,49Tu), son variables que expresan la modulación sonora y la tonalidad, donde la valoración

mínima de impresión desagradable está en relación al volumen sonoro (Loudness).

Se resume que la Roughness y el Fluctuation Strength, presentan valores constantes sobre la modulación de la amplitud y frecuencia, causados por el arroyo agua y piano presentes en el fragmento sonoro.

En los sonogramas se muestra comparativamente al Loudness, representada en color lila por el espectro de estabilidad en los indicadores psicoacústicos de estudio, que guardan relación con los resultados de recreación musical terapéutica.

En el caso de la Sinfonía Mozart y el Paisaje Sonoro.2.

Se resume que el indicador psicoacústico Loudness tiene un valor igual a 65,06(sones), aspecto que permite analizar comparativamente el componente energético de la sonoridad de esta variable de relajación.

La evaluación ha experimentado diferentes ajustes realizados en la pestaña Reference del software dBFA32 que recibe valores de presión acústica en pascales(Pa), siendo para el caso de la variable relajación Sinfonía Mozart 3,27Pa y para la variable relajación Paisaje Sonoro.2., corresponde a 3,69Pa.

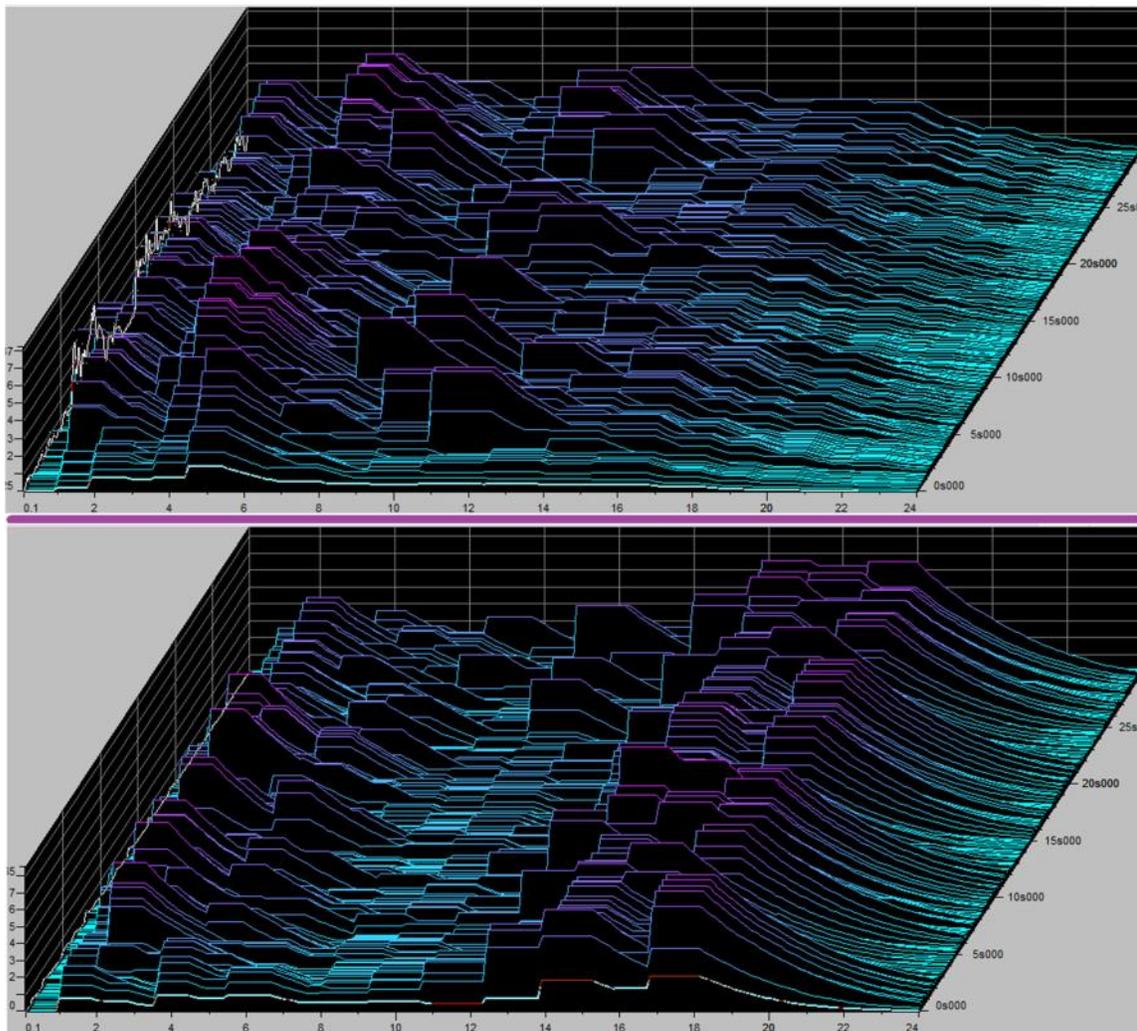
Los resultados comparativos Roughness (3,97 y 5,64Asper), expresan la disonancia y la afinación temperada del volumen sonoro (Loudness).

El Sharpness (1,22 y 1,55Acum) expresa la armonía para un volumen sonoro (Loudness), donde la sensibilidad musical es aceptable a la técnica musicoterapéuticas.

Se sintetiza que el comportamiento psicoacústico del Roughness y el Fluctuation Strength, presentan valores constantes sobre la modulación de la amplitud y frecuencia, causados por los sonidos de la naturaleza (cantos de aves e insectos) y el piano de cola.

Y por último los resultados expresados en tres dimensiones (Leq-dBA, BC-Bark y tiempo-segundos), muestran el contenido energético de sonoridad de los fragmentos musicales:

Comparación Grafica Tridimensional Sinfonía Mozart Vs Paisaje Sonoro.2.



Fuente: Elaboración propia

En el caso de Shashkin Dánza Árabe y el Paisaje Sonoro3.

Se resume que el indicador psicoacústico Loudness tiene un valor de 65,35(sones), para ambas variables, aspecto que permite realizar la comparación sonora de esta situación en la variable tensión.

Los resultados comparativos de Roughness (5,47 y 8,15Asper), expresan la disonancia y la afinación temperada del volumen sonoro (Loudness) en 65,35(Sones).

El Sharpness (1,50 y 1,90Acum), expresa la armonía existente, lo que significa que para un volumen sonoro (Loudness) definido en 65,35(Sones), presentan sensibilidad musical aceptable a la técnica musicoterapéutica.

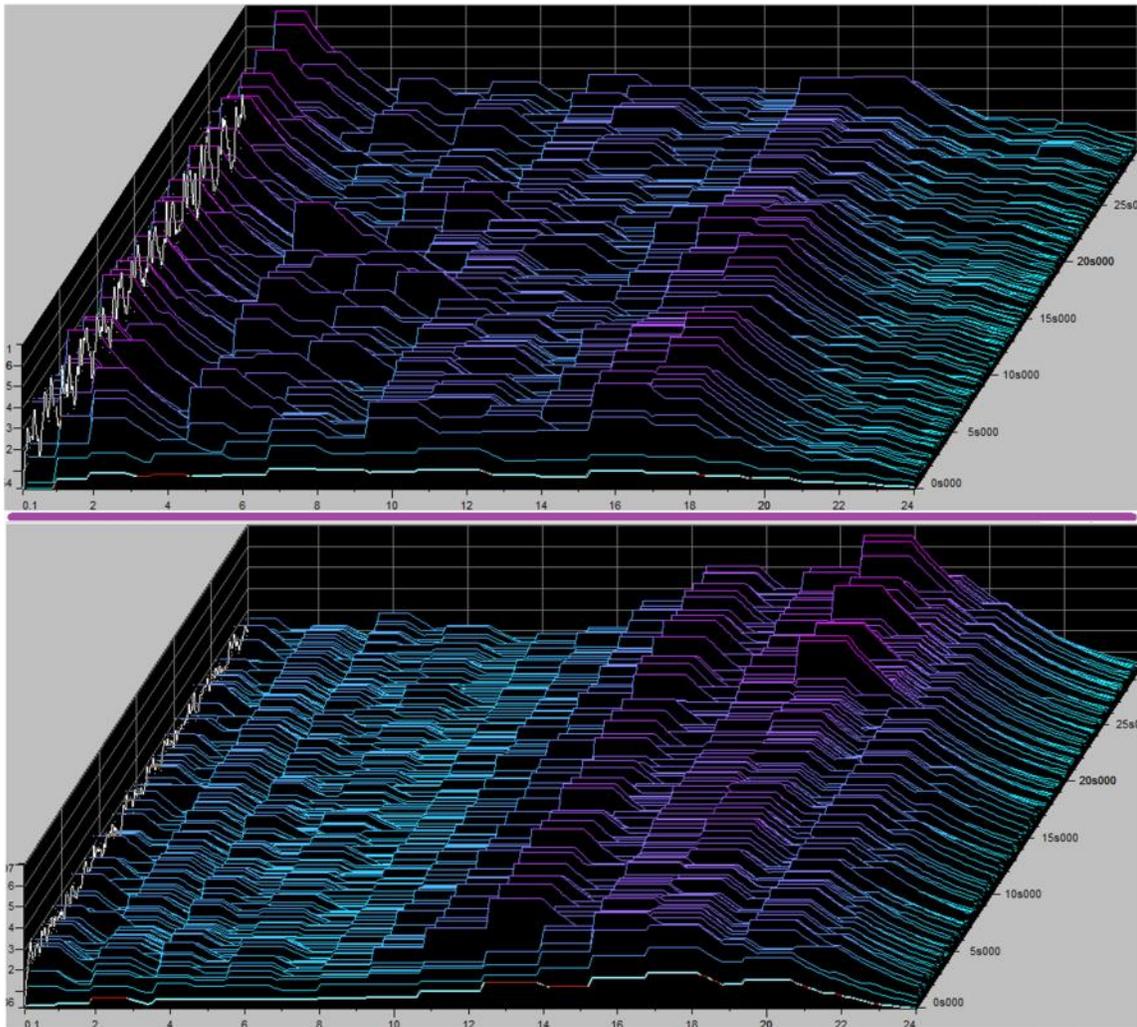
El Roughness y el Sharpness, tienen modulaciones de armónicos sincrónicos que logran el enmascaramiento simultáneo de los sonidos, constituyendo la base de la coincidencia temporalmente psicoacústica.

El Fluctuation Strength (2,33 y 2,27Vacil), como la Tonality (0,13 y 0,00Tu), son variables que expresan temporalmente la impresión desagradable de un sonido tonal con relación al volumen sonoro (Loudness).

De igual modo el comportamiento psicoacústico del Roughness y el Fluctuation Strength se concluye que los valores son constantes sobre la modulación de la amplitud y frecuencia, causados por los sonidos de la naturaleza (cantos de insectos).

Los resultados en tres dimensiones (Leq-dBA, BC-Bark y tiempo-segundos) de la sonoridad del contenido energético de los fragmentos musicales, Shashkin Dánza Árabe Vs Paisaje Sonoro.3. son:

Comparación Grafica Tridimensional Shashkin Dánza Árabe Vs Paisaje Sonoro.3.



Fuente: Elaboración propia

Se resume que el desarrollo metodológico de la investigación realizada en la creación de paisajes sonoros aplicados a la Musicoterapia, expuesto en el acápite 5.5, de esta investigación muestra a los indicadores psicoacústicos como favorables en el Musicoterapia y por lo general el Loudness tiene efecto directo en el espectro de estabilidad comparativa.

Recomendaciones

Si bien el software Natura Sound Therapy v3 genera paisajes de la naturaleza, que el sistema dispone para crear variedad de parámetros operativos, faltando variables operativas relacionadas a las características del paisaje natural boliviano, que bien podría ser estudiado de manera conjunta con la carrera de Ingeniería de Sistemas – Ingeniería de Sonido, dotando de una herramienta que permita agregar en el software Natura Sound Therapy v3, nuevas variables de trabajo operativo.

En la grabación mediante el software (Nuendo4), habitualmente el entorno de la escucha simplemente permite mantenerse en el rango dinámico completo, se recomienda al operador de grabación controlar este rango porque a menudo requiere de aumentar los niveles de los paisajes suaves y/o reducir los paisajes altos, esta técnica es practicada en la creación de mezclas incursionando cambios dinámicos de los paisajes sonoros. Asimismo se podría generar un nuevo enfoque desde las técnicas que brinda la masterización, logrando igualar y mejorar los resultados del manejo de los indicadores psicoacústicos.

Desde un enfoque general de la Ingeniería Acústica se reconoce que este trabajo es el inicio en la aplicación de las variables psicoacústicas y a partir del mismo se recomienda incursionar en el estudio e investigación de la Audiopsicofonología, dotando de nuevas herramientas musicoterapéuticas acordes a la necesidad de estas disciplinas.

Asimismo en el campo de la Acústica Forense, la Ingeniería de Sonido puede incursionar como una herramienta en las técnicas psicoacústicas que permitan identificar a través de la comparación de datos sonoros, de manera multidisciplinaria e interactiva.

BIBLIOGRAFÍA

(s.f.).

Arroyave, I. (2007). *Cambios producidos por la Musicoterapia Pasiva en los signos vitales de los niños conectados a ventilación mecánica en cuidado intensivo*. Medellín: Universidad de Antioquia Facultad de Enfermería.

Ballivián. (2010). *Intervención en Musicoterapia*. Cochabamba: Sagacom.

Ballivián F. (2010). *Intervención en Musicoterapia*. Cochabamba: Sevedigital.

Barro S. (10 de 10 de 2007). *Introducción a la Tecnología de Sintetizadores*.

Obtenido de Proyecto openpipe: <https://openpipe.wordpress.com>

Becerra, J. (2011). *Metodología de la Investigación*. Cochabamba: Unitepc.

Benenson R. (2011). *Musicoterapia de la teoría a la práctica*. Barcelona: Paidós.

Bolaños E. (10 de 10 de 2012). *Estadística para el desarrollo tecnológico - Muestra y Muestreo*. Obtenido de Universidad del Estado de Hidalgo: <http://www.uaeh.edu.mx>

Cádiz R. (2008). *Introducción a la música computacional*. Santiago: FONDECO.

Cameron. (2012). <http://www.blissive.com/>.

Cameron L. (10 de 10 de 2007). *NATURA SOUND THERAPY*. Obtenido de

BLISSIVE INTRODUCES NATURA SOUND THERAPY v3.0:

www.decidatriunfar.net/2011/02/natura-sound-therapy-3.html

Davis, W. B. (2002). *Introducción a la Musicoterapia - Teoría y Práctica*.

Barcelona: Boileau.

E., F. H. (2015). *Psychoacoustic Facts and Models*. Berlin: Springer.

Echarte A. (11 de 11 de 2014). *Evaluación de la calidad sonora mediante parámetros psicoacústicos*. Obtenido de Universidad Pública de Navarra: upv.es

Fastl H. Zwicker E. (Junio de 2007). *Psycho Acoustics fast and models*. Berlin: Springer.

- Fernández M. (2012). *Técnicas de filtrado bayesiano aplicadas al modelo ambiental cuantitativo en acústica y ecología*. Granada: Universidad de Granada.
- Garavito, Julio. (10 de 10 de 2015). *Nivel de ruido protocolo*. Obtenido de Facultad de Ingeniería Industrial laboratorio de producción:
<http://observatoriodelpaisajesonoro.yolasite.com/investigacion.php>
- IBNORCA. (2013). *CATALOGO DE NORMAS BOLIVIANAS*. Obtenido de Direccion Nacional de Normalizacion:
<http://www.analfatecnicos.net/archivos/04.IntroduccionPsicoacusticaFedericoMiyara.pdf>
- Miyara F. (2012). *Introducción a la Psicoacústica*. Obtenido de <http://www.analfatecnicos.net/archivos/04.IntroduccionPsicoacusticaFedericoMiyara.pdf>
- Miyara F. (2012). *Introducción a la Psicoacústica*. Obtenido de <http://www.analfatecnicos.net/archivos/04.IntroduccionPsicoacusticaFedericoMiyara.pdf>
- Rezza S. (10 de 10 de 2009). *El mundo es un paisaje sonoro*. Obtenido de Sonograma revista de pensament musical:
www.sonograma.org/num_04/solRezza_PaisajeSonoro.html
- Rodríguez. (2005). *Conceptos básicos de la psicoacústicos*. Montevideo: UDELAR.
- Rolón S. (11 de 10 de 2005). *Acustica SRL*. Obtenido de Departamento de Investigación y Desarrollo Acústica SRL.: <http://www.acustica.bo/>
- Segura J, e. a. (2009). *Análisis de auralización del nuevo órgano de la basílica de San Jaume de Algemesi*. Valencia: Tecni Acústica.
- Segura J, e. a. (2012). *Los parámetros psicoacústicos como herramienta para la evaluación subjetiva de diferentes entornos y actividades*. Évora: SPA.
- Spinelli P. (2011). *Compresión del audio digital*. Buenos Aires: ISEC.
- Spinelli. (2011). *Compresión del audio digital*.

Steimberg C. (10 de 10 de 2009). *Steinberg Creativity First*. Obtenido de Nuendo 4.3 Update: www.steinberg.net/

Tecnologies G. (10 de 10 de 2008). *Areva 01. dB Metravib*. Obtenido de Frequency analysis software suite and much more: www.01db-metravib.com

Valenzuela J. (1991). *Descubriendo MIDI*. Los Angeles California: Alesis Publishing.

Valenzuela J. (1991). *Descubriendo MIDI*. Los Angeles California: Alesis Publishing.

SITIOS WEB

(n.d.).

Arroyave, I. (2007). *Cambios producidos por la Musicoterapia Pasiva en los signos vitales de los niños conectados a ventilación mecánica en cuidado intensivo*. Medellín: Universidad de Antioquia Facultad de Enfermería.

Ballivián. (2010). *Intervención en Musicoterapia*. Cochabamba: Sagacom.

Ballivián F. (2010). *Intervención en Musicoterapia*. Cochabamba: Sevedigital.

Barro S. (2007, 10 10). *Introducción a la Tecnología de Sintetizadores*.

Retrieved from Proyecto openpipe: <https://openpipe.wordpress.com>

Becerra, J. (2011). *Metodología de la Investigación*. Cochabamba: Unitepc.

Benenson R. (2011). *Musicoterapia de la teoría a la práctica*. Barcelona: Paidós.

Bolaños E. (2012, 10 10). *Estadística para el desarrollo tecnológico - Muestra y Muestreo*. Retrieved from Universidad del Estado de Hidalgo:

<http://www.uaeh.edu.mx>

Cádiz R. (2008). *Introducción a la música computacional*. Santiago: FONDECO.

Cameron. (2012). <http://www.blissive.com/>.

Cameron L. (2007, 10 10). *NATURA SOUND THERAPY*. Retrieved from

BLISSIVE INTRODUCES NATURA SOUND THERAPY v3.0:

www.decidatriunfar.net/2011/02/natura-sound-therapy-3.html

Davis, W. B. (2002). *Introducción a la Musicoterapia - Teoría y Práctica*.

Barcelona: Boileau.

E., F. H. (2015). *Psychoacoustic Facts and Models*. Berlin: Springer.

Echarte A. (2014, 11 11). *Evaluación de la calidad sonora mediante parámetros psicoacústicos*. Retrieved from Universidad Pública de Navarra: upv.es

Fastl H. Zwicker E. (2007, Junio). *Psycho Acoustics fast and models*. Berlin: Springer.

Fernández M. (2012). *Técnicas de filtrado bayesiano aplicadas al modelo ambiental cuantitativo en acústica y ecología*. Granada: Universidad de Granada.

- Garavito, Julio. (2015, 10 10). *Nivel de ruido protocolo*. Retrieved from Facultad de Ingeniería Industrial laboratorio de producción: <http://observatoriodelpaisajesonoro.yolasite.com/investigacion.php>
- IBNORCA. (2013). *CATALOGO DE NORMAS BOLIVIANAS*. Retrieved from Direccion Nacional de Normalizacion: <http://www.analfatecnicos.net/archivos/04.IntroduccionPsicoacusticaFedericoMiyara.pdf>
- Miyara F. (2012). *Introducción a la Psicoacústica*. Retrieved from <http://www.analfatecnicos.net/archivos/04.IntroduccionPsicoacusticaFedericoMiyara.pdf>
- Miyara F. (2012). *Introducción a la Psicoacústica*. Retrieved from <http://www.analfatecnicos.net/archivos/04.IntroduccionPsicoacusticaFedericoMiyara.pdf>
- Rezza S. (2009, 10 10). *El mundo es un paisaje sonoro*. Retrieved from Sonograma revista de pensament musical: www.sonograma.org/num_04/solRezza_PaisajeSonoro.html
- Rodríguez. (2005). *Conceptos básicos de la psicoacústicos*. Montevideo: UDELAR.
- Rolón S. (2005, 10 11). *Acustica SRL*. Retrieved from Departamento de Investigación y Desarrollo Acústica SRL.: <http://www.acustica.bo/>
- Segura J, e. a. (2009). *Análisis de auralización del nuevo órgano de la basílica de San Jaume de Algemesi*. Valencia: Tecni Acústica.
- Segura J, e. a. (2012). *Los parámetros psicoacústicos como herramienta para la evaluación subjetiva de diferentes entornos y actividades*. Évora: SPA.
- Spinelli P. (2011). *Compresión del audio digital*. Buenos Aires: ISEC.
- Spinelli. (2011). *Compresión del audio digital*.
- Steinberg C. (2009, 10 10). *Steinberg Creativity First*. Retrieved from Nuendo 4.3 Update: www.steinberg.net/
- Tecnologies G. (2008, 10 10). *Areva 01. dB Metravib*. Retrieved from Frequency analysis software suite and much more: www.01db-metravib.com

Valenzuela J. (1991). *Descubriendo MIDI*. Los Angeles California: Alesis Publishing.

Valenzuela J. (1991). *Descubriendo MIDI*. Los Angeles California: Alesis Publishing.

ANEXOS

ANEXO 1

Muestras Musicales del Profesional Musicoterapeuta, (ver CD).

ANEXO 2

Creación de Paisajes Sonoros Aplicados a la Sesión de Musicoterapeuta Pasiva bajo el siguiente orden:

- *Musicoterapeuta (Flauta Andina,) con la creación de las mezclas interactivas de los paisajes sonoros de la naturaleza (Paisaje Sonoro 1 – Arroyo (agua), piano (de cola) y frecuencia delta 1KHz C2 (Do octava). (4cuadros del menú principal de mezclas interactivas de NSTv3).*
- *Musicoterapeuta (Sinfonía Mozart) Paisaje Sonoro 2 – Aves de bosque (pájaros), cantos de insectos (cigarras y grillos), canto de ranas, campanas (tibetana), ambiente espacial interestelar 2 y un piano (de cola). (4cuadros del menú principal de mezclas interactivas de NSTv3).*
- *Musicoterapeuta (Shashkin Dánza Árabe) Paisaje Sonoro 3 – Cantos de diferentes insectos (cigarras, grillos, chicharas) y ranas. (4cuadros del menú principal de mezclas interactivas de NSTv3), (ver CD).*

ANEXO 3

Los resultados de estos ejercicios experimentales se presentan en el ANEXO (3) complementado la información requerida para este tipo de adiestramiento de Musicoterapia, (ver CD).

ANEXO 4

Procedimiento técnico operativo del manejo del software dbFA32, que permite analizar y evaluar los parámetros psicoacústicos en estudio.