



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado
Maestría de Tecnologías de la Información y Comunicación

***R-LEARNING*: PLATAFORMA EN LÍNEA CON MELODÍAS QUE
AUMENTAN LA CONCENTRACIÓN Y CAPACIDAD DE MEMORIZAR DE
LAS PERSONAS**

Ing. Edwin Estuardo Zapeta Gómez
Asesorado por el Msc. Ing. Ricardo Morales

Guatemala, septiembre de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

***R-LEARNING*: PLATAFORMA EN LÍNEA CON MELODÍAS QUE
AUMENTAN LA CONCENTRACIÓN Y CAPACIDAD DE MEMORIZAR DE
LAS PERSONAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EDWIN ESTUARDO ZAPETA GÓMEZ
ASESORADO POR EL ING. RICARDO MORALES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
MAESTRO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Ángel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO


DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Dra. Mayra Virginia Castillo Montes
EXAMINADOR	Ing. Marlon Antonio Pérez Turk
EXAMINADOR	Inga. María Elizabeth Aldana
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

***R-LEARNING*: PLATAFORMA EN LÍNEA CON MELODÍAS QUE
AUMENTAN LA CONCENTRACIÓN Y CAPACIDAD DE MEMORIZAR DE
LAS PERSONAS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Posgrado, en el mes de abril de 2015.



Ing. Edwin Estuardo Zapeta Gómez



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala




Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142 / Ext. 86226

Ref. APT-2015-033

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Postgrado, al Trabajo de Tesis de la Maestría en Tecnologías de la información y la Comunicación titulado: **"R-LEARNING: PLATAFORMA EN LÍNEA CON MELODÍAS QUE AUMENTAN LA CONCENTRACIÓN Y CAPACIDAD DE MEMORIZAR DE LAS PERSONAS"**, presentado por el Ingeniero en Ciencias y Sistemas **Edwin Estuardo Zapeta Gómez**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

"Id y Enseñad A Todos"


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
DECANO

Guatemala, Septiembre de 2015.

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142 / Ext. 86226

APT-2015-033

El Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen y dar el visto bueno del revisor y la aprobación del área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **"R-LEARNING: PLATAFORMA EN LÍNEA CON MELODÍAS QUE AUMENTAN LA CONCENTRACIÓN Y CAPACIDAD DE MEMORIZAR DE LAS PERSONAS"** presentado por el Ingeniero en Ciencias y Sistemas **Edwin Estuardon Zapeta Gómez**, apruebo el presente y recomiendo la autorización del mismo.

"Id y Enseñad A Todos"

MSc. Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Director
Escuela de Estudios de Postgrado



Guatemala, Septiembre de 2015.



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

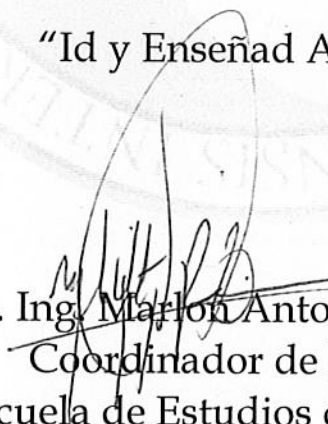


Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142 / Ext. 86226

APT-2015-033

Como Coordinador de la Maestría en Tecnologías de la información y la comunicación y revisor del Trabajo de Tesis titulado **"R-LEARNING: PLATAFORMA EN LÍNEA CON MELODÍAS QUE AUMENTAN LA CONCENTRACIÓN Y CAPACIDAD DE MEMORIZAR DE LAS PERSONAS"**, presentado por el Ingeniero en Ciencias y Sistemas **Edwin Estuardo Zapeta Gómez**, apruebo y recomiendo la autorización del mismo.

"Id y Enseñad A Todos"


MSc. Ing. **Marlon Antonio Pérez Türk**
Coordinador de Maestría
Escuela de Estudios de Postgrado



Guatemala, Septiembre de 2015.



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142 / Ext. 86226

APT-2015-033

Como Revisor de la Maestría en Tecnologías de la Información y la Comunicación del Trabajo de Tesis titulado **"R-LEARNING: PLATAFORMA EN LÍNEA CON MELODÍAS QUE AUMENTAN LA CONCENTRACIÓN Y CAPACIDAD DE MEMORIZAR DE LAS PERSONAS"**. Presentado por el Ingeniero en Ciencias y Sistemas Edwin Estuardo Zapeta Gómez, apruebo el presente y recomiendo la autorización del mismo.

"Id y Enseñad A Todos"

MSc. Inga. María Elizabeth Aldana Díaz

Revisor(a)

Escuela de Estudios de Postgrado



Guatemala, Septiembre de 2015.

Cc: archivo
/la

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por haberme fortalecido en momentos difíciles de la carrera, por brindarme entendimiento y sabiduría, por bendecirme con el don de la vida y permitirme culminar con éxito lo que un día me trace como meta.
- Mis padres** Por luchar conmigo y apoyarme en cada decisión que he tomado, por su amor incondicional por sus consejos que constituyen gran parte del éxito que hoy comparto con ellos, por la paciencia que siempre me tienen a pesar de mis tropiezos y errores y los valores que fomentaron en mí.
- Mis hermanos** Por su comprensión en decisiones difíciles, por mantenerse presentes y no dejarme solo a pesar de las circunstancias, por su tolerancia y sobre todo por creer en mí.
- Mis abuelos** Por haberme inculcado buenos principios, por sus consejos, por su fe en mí y siempre tenerme presente en sus oraciones.

Mis tíos

Por la confianza que me brindaron, por compartir buenas e inolvidables experiencias, porque a pesar de las circunstancias siempre me brindaron una mano amiga y estuvieron pendientes de mí.

Mis amigos

Por darme una mano amiga cuando la necesite, por aconsejarme en momentos difíciles, por apoyarme y continuar a pesar de los obstáculos, por ser incondicionales, sinceros, honestos y luchadores.

Mi comunidad

Por creer en mí y tenerme presente siempre en sus oraciones, por luchar y perseverar conmigo, por fortalecerme con sus consejos y sobre todo por llenar de fe mi corazón.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de
San Carlos de
Guatemala**

La casa de estudio que le debo el haberme formado como un profesional con valores éticos y morales, por proveerme de los medios necesarios para consolidar mis estudios.

**Facultad de
Ingeniería**

Por enriquecer mi conocimiento, aumentar mis expectativas y sobre todo por abrirme las puertas a nuevas oportunidades de innovar con base en la ingeniería.

Mi asesor

Por apoyarme incondicionalmente en el desarrollo del trabajo de graduación, por evaluar y analizar cada aspecto de la tesis, colaborando a que se obtuviera un trabajo de calidad informativa.

Mis catedráticos

Por transmitirme sus conocimientos sin egoísmo y con el afán de luchar para alcanzar altos estándares educativos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS ORIENTADORAS	XV
OBJETIVOS	XVII
MARCO METODOLÓGICO	XIX
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. ANTECEDENTES	1
2. JUSTIFICACIÓN	5
3. ALCANCES	7
3.1. Perspectiva investigativa	7
3.1.1. Alcances descriptivos	7
3.2. Perspectiva técnica	7
3.3. Perspectiva de resultados	8
4. MARCO TEÓRICO	9
4.1. Una forma distinta de aprender con las TIC's	9
4.2. Tecnologías multimedia en el ámbito educativo	9
4.3. Competencias digitales	10
4.4. La música digital	11
4.5. La música en los ordenadores personales	12
4.6. Web en tiempo real	12
4.7. Tendencias de la música y el audio en la red	13
4.8. Hacia nuevos hábitos de consumo de audio	14

4.9.	Algoritmos y técnicas de clasificación de audio	15
4.10.	La integración de las TIC's, la música y la educación	17
4.11.	Arquitectura de los sistemas multimedia	19
4.12.	Servidor streaming	20
4.13.	Clasificación de audio	22
5.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	25
5.1.	Análisis musical	25
5.1.1.	Análisis de audio	25
5.1.1.1.	Análisis en frecuencia	25
5.1.1.2.	Analizadores de espectros	26
5.1.1.3.	Matlab	26
5.1.1.4.	Clasificación de melodías	27
5.1.1.5.	Búsqueda de patrones	30
5.2.	Análisis, diseño y desarrollo de plataforma musical	34
5.2.1.	Requerimientos funcionales	34
5.2.2.	Requerimientos no funcionales	35
5.2.3.	Diagrama de base de datos	36
5.2.4.	Diagrama de componentes	37
5.2.5.	Arquitectura de sistemas del sitio web	38
5.2.6.	Diseño	42
5.3.	Experimento musical	44
5.3.1.	Características del experimento	45
5.3.2.	Primer experimento (Sin música)	45
5.3.3.	Segundo experimento (Con música)	49
5.3.4.	Feedback de NawoMusic	53
5.3.5.	Resultados finales	65
6.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	69
6.1.	Aportes de la innovación	71

6.2.	Innovación en la lectura digital multimedia	73
6.3.	Análisis de la oportunidad de negocio	74
6.3.1.	Servicios	74
6.3.2.	Competencia	75
6.3.2.1.	Directa	75
6.3.2.2.	Indirecta	75
6.3.3.	Tecnología	75
6.3.4.	Resumen de análisis de mercado	76
6.3.4.1.	Segmento de mercado	76
6.3.4.2.	Objetivo estratégico	77
6.3.5.	Resumen de estrategias e implementación	77
6.3.5.1.	Ventaja Competitiva	77
6.3.6.	Estrategia de mercado	77
6.3.6.1.	Integración vertical hacia adelante	78
6.3.7.	Business Model Canvas	78
6.3.7.1.	Segmento de mercado	78
6.3.7.2.	Propuesta de valor	78
6.3.7.3.	¿Cómo llegar al cliente?	79
6.3.7.4.	Relación con el cliente	80
6.3.7.5.	Fuente de ingresos	80
6.3.7.6.	Recursos clave	80
6.3.7.7.	Actividades clave	81
6.3.7.8.	Costos	81
6.3.7.9.	Solución al problema	82
6.3.7.10.	Ventajas que diferencian	83
	CONCLUSIONES	85
	RECOMENDACIONES	87
	BIBLIOGRAFÍA	89

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Arquitectura de un sistema de reconocimiento de audio	16
2.	Arquitectura de un sistema multimedia	20
3.	Flujo de proceso de un servidor <i>streaming</i>	21
4.	Análisis espectral del genero Regué	23
5.	Análisis espectral de música clásica de Mozart	23
6.	Diagrama de flujo para la clasificación y segmentación de audio	28
7.	Espectrograma correspondiente a melodía interpretada con piano	29
8.	Espectrograma ampliado correspondiente a melodía interpretada con piano	30
9.	Diagrama de base de datos	37
10.	Diagrama de componentes	38
11.	Arquitectura de sistema de la plataforma NawoMusic.....	40
12.	Arquitectura de información jerárquica del sitio NawoMusic	41
13.	Plataforma musical NawoMusic	43
14.	Definición del primer experimento	46
15.	Representación del rompecabezas del primer experimento.....	46
16.	Gráfica de tiempo vrs. cantidad de personas	48
17.	Cantidad de personas por rangos de tiempo.....	49
18.	Definición del segundo experimento	50
19.	Representación del rompecabezas del segundo experimento	50
20.	Gráfica de tiempo vrs. cantidad de personas	52
21.	Cantidad de personas por rangos de tiempo.....	53

22.	¿Qué dispositivo utilizaste para visualizar el contenido del sitio?	54
23.	En general, ¿Cómo te pareció el diseño de la plataforma?	55
24.	¿La interacción con el sitio te permitió navegar sin dificultad?	56
25.	¿Cómo califica la calidad de las melodías?	57
26.	¿Qué tan innovadora es la propuesta que ofrece la plataforma?	59
27.	En general ¿La música ha permitido disminuir tu nivel de estrés?	60
28.	¿Con qué frecuencia utiliza la música para estudiar?.....	62
29.	¿Qué tipo de música escuchas para estudiar?	63
30.	En general ¿La música ha permitido elevar tus habilidades de aprendizaje?	64
31.	Usuarios vrs. período de 1 a 40 segundos.....	66

TABLAS

I.	Tipo y alcance del estudio	XXII
II.	Análisis de frecuencias de un conjunto de cuatro melodías	31
III.	Análisis de frecuencias de diferentes géneros musicales.....	33
IV.	Datos tabulados del primer experimento	47
V.	Segmentación de datos del primer experimento.....	48
VI.	Datos tabulados del segundo experimento.....	51
VII.	Segmentación de datos del segundo experimento	51
VIII.	¿Qué dispositivo utilizaste para visualizar el contenido del sitio?	54
IX.	En general, ¿Cómo te pareció el diseño de la plataforma?	55
X.	¿La interacción con el sitio te permitió navegar sin dificultad?	56
XI.	¿Cómo calificaría la calidad de las melodías publicadas en el sitio?	57
XII.	¿Qué tan innovadora es la propuesta que ofrece la plataforma?	58
XIII.	En general ¿La música ha permitido disminuir tu nivel de estrés?	60

XIV.	¿Con qué frecuencia utiliza la música para estudiar?	61
XV.	¿Qué tipo de música escuchas para estudiar?	63
XVI.	En general ¿La música ha permitido elevar tus habilidades de aprendizaje?.....	64
XVII.	Resultados obtenidos para ambos experimentos	66
XVIII.	Detalle de costos para la realización del proyecto	82

GLOSARIO

Cognición	Capacidad del ser humano que le permite percibir, razonar y resolver problemas.
Enventanado	Agrupar en un segmento un número predefinido de señales consecutivas.
Ergonomía	Capacidad de una plataforma web a responder a las necesidades del usuario por medio de la comodidad al navegar.
Framework	Artefacto que sirve como base para el desarrollo de software.
Frecuencia	Cantidad de veces que un proceso periódico se repite por unidad de tiempo.
Interactividad	En computación, hace referencia a programas que aceptan y responden entradas en datos y comandos por parte de las personas.
Intuitivo	Percepción inmediata de las cosas.
Link	Enlace o hipervínculo.

Plataforma	Red que hace de base, en donde los programas van a ejecutarse facilitando la portabilidad.
Portabilidad	Característica del software de poder ser ejecutado en cualquier plataforma.
Portal	Sitio web cuya característica que ofrece acceso a determinados servicios y recursos relacionados entre sí.
Repositorio	Almacén de información, generalmente son espacios de gran tamaño con capacidad para contener suficientes datos.
Smartphone	Teléfonos inteligentes que, tienen características propias de una computadora.
Streaming	Tecnología utilizada para la optimización en la descarga y reproducción de audio y video.
Tablet	Computadora portátil, de mayor tamaño que un <i>smartphone</i> , integrado en una pantalla táctil con la interacción exclusiva de los dedos.
TIC	Tecnologías de la información y la comunicación.
Transformativo	Característica del docente de crear contenidos en base a los intereses y necesidades del alumno.

Ubicuo

Está vinculado con la omnipresencia, en todas partes.

Usabilidad

Depende de la sencillez y facilidad de una página web en relación a la interacción que el usuario tenga con las funciones y los componentes gráficos.

RESUMEN

La música puede llegar a desarrollar las habilidades cognitivas de forma sorprendente y juega un papel importante a la hora de memorizar mientras se estudia, estudios coinciden en que la música sirve como un alto estímulo en el desarrollo del cerebro, sobre todo cuando se emplea de manera frecuente (Rausher, 1993).

Con esta premisa se desarrolló una plataforma de contenido musical, con melodías que contienen características como ritmo, baja frecuencia y armonía. El proceso de selección de melodías fue a través de Matlab, una herramienta utilizada para el procesamiento de señales de frecuencia y representación por medio de espectrogramas. Para la investigación se tomó un grupo de 40 melodías que posteriormente se analizarían.

El proceso de análisis se llevó a cabo por medio del espectro de frecuencias, utilizando la transformada de Fourier, este espectrograma realizado por medio de Matlab proporcionó datos como la amplitud de oscilación de las frecuencias que definirían a las melodías con baja o alta frecuencia, y de acuerdo a estas características se seleccionó un grupo de 15 melodías.

Con las melodías seleccionadas se construyó un sitio web/móvil que alojó este contenido. El sitio denominado NawoMusic, es un proyecto desarrollado bajo el lenguaje PHP, con motor de base de datos MySql para el almacenamiento de la información y servidor de aplicaciones Apache, las características relevantes en esta plataforma van desde la usabilidad y ergonomía como atributos de calidad hasta la experiencia en la interacción.

Para comprobar la teoría de las habilidades cognitivas que se alcanzan al escuchar el tipo de melodías seleccionadas, se construyeron dos diferentes experimentos. El primer experimento consistía en el desafío de resolver un juego de rompecabezas en el menor tiempo posible con un entorno libre de ruido y en el segundo experimento se presentaba de igual forma otro rompecabezas con una imagen distinta, pero que debía ser resuelto en un ambiente con música, para lo cual al usuario se le presentaba el catálogo de melodías clasificadas y el siguiente paso era iniciar con el juego.

Los resultados obtenidos reflejaron claramente el aporte de la música en un ambiente que requiera de concentración y memorización como lo es la resolución de este tipo de juego mental (rompecabezas), debido a que la efectividad que se obtuvo en un entorno con música fue de un 53% en comparación con el entorno sin música.

En conclusión el experimento permitió visualizar claramente el nivel óptimo de concentración que los usuarios alcanzaron, el ritmo se utilizó para memorizar cada una de las piezas que se movían en el tablero de rompecabezas, evidentemente esto se hace de forma inconsciente, además de colaborar en el desarrollo del potencial creativo para descubrir posibles soluciones y resolver el juego.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS ORIENTADORAS

Existen varios sitios y aplicaciones móviles que permiten descargar música, escuchar en línea, administrar listas de reproducción y hacer recomendaciones de acuerdo a los gustos y preferencias, por otro lado también existen herramientas que posicionan material musical aunque con otro tipo de enfoque, esta orientación se encuentra dirigida a la relajación, concentración y porque no decirlo, también para dormir. El problema radica en la falta de tecnologías que colaboren específicamente en apoyar el aprendizaje a través de la música. Hoy en día las tendencias permiten que se lleve a cabo la construcción de este tipo de herramientas y la facilidad de adaptación para que el usuario pueda hacer uso de la misma, desde cualquier dispositivo móvil o a través de cualquier sitio web.

Haciendo uso de los avances tecnológicos y la investigación del cerebro humano a través de su reacción a los distintos tipos de música, surgen algunas interrogantes que permitirán evaluar la factibilidad en el desarrollo del proyecto.

Pregunta central

¿Existe una aplicación web móvil que haga disponible melodías con orientación educativa, que permita aumentar la capacidad de memoria, razonamiento, atención y el fortalecimiento del aprendizaje?

Preguntas auxiliares

¿Qué herramientas tecnológicas permiten clasificar el audio a través de los diferentes rasgos en el estilo musical?

¿Qué características en el tipo de música que se escucha, permite al cerebro aumentar las habilidades cognitivas, elevar la concentración, memorización y asimilación del conocimiento?

¿Qué diseño logrará capturar el interés del usuario y permitir la interacción amigable con la aplicación?

¿Qué arquitectura de sistemas se adapta mejor en la construcción de la aplicación, en cuestiones de rendimiento y optimización de los recursos?

¿Qué tecnología se adapta mejor para la construcción de la aplicación?

OBJETIVOS

General:

Construir una aplicación web móvil de contenido musical con orientación educativa, a través de diversas melodías que aumenten la capacidad de memoria, razonamiento, atención y fortalezca el aprendizaje.

Específicos:

1. Describir las herramientas tecnológicas que permiten identificar rasgos en el estilo musical.
2. Identificar características distintivas en melodías sugeridas para el desarrollo de habilidades cognitivas, aumento de estímulos en el cerebro, melodías idóneas que eleven el nivel de concentración, aumenten la capacidad de memoria y logren asimilar mejor el conocimiento.
3. Elaborar diseño amigable para la usabilidad de la herramienta tecnológica.
4. Diseñar la arquitectura de sistemas adecuada para la plataforma.
5. Seleccionar la tecnología más eficiente para implementar una aplicación móvil para la distribución de melodías.

MARCO METODÓLOGICO

Fases del estudio

Revisión documental. La investigación previa acerca de los beneficios que aporta la música al cerebro y qué rasgos o características debe poseer las melodías, se realizará por medio de la consulta de tesis, experimentos y artículos de carácter científico, lo cual sustenta de forma sólida el origen del estudio.

De acuerdo a la finalidad del proyecto se describe la forma de análisis e investigación documental de la selección de las herramientas tecnológicas:

- **Análisis de sonidos:** Tecnología que proporcione datos relevantes de las pistas de audios que se analizan.
- **Diseño y Arquitectura:** Herramienta que permita la personalización del diseño, integración con diferentes dispositivos y manejabilidad de componentes.
- **Framework de desarrollo:** Software compuesto de componentes personalizables e intercambiables para el desarrollo de la plataforma.

Evaluaciones tecnológicas

De la revisión documental que se obtenga de las diferentes tecnologías, se evaluará la retroalimentación que se obtenga de la herramienta en relación a los datos que proporcione de cada pista de audio y la exactitud de los datos que genere. Este proceso colabora en la selección del software que realizará la clasificación.

Las herramientas que contribuyan en la construcción de la plataforma deben poseer las siguientes funciones:

- Herramienta tecnológica que permita el análisis de sonidos.
- Aplicación que permita la construcción, diseño y edición del sitio.
- Entorno de desarrollo para la construcción de la plataforma web/móvil.

Segmentación de audio

Con la herramienta seleccionada se inicia el proceso de clasificación de pistas musicales, de donde se evaluarán las siguientes características:

- Volumen de los tonos
- Armonía de las notas
- Tipos de ritmo
- Rangos de frecuencia
- Intervalos de tiempos de sonido

Los cuales determinen la calidad de la melodía.

Desarrollo de aplicación web/móvil

Tras poseer la clasificación musical, se desarrollará una plataforma que despierte el interés de los usuarios en relación a la interfaz con aspectos de usabilidad, adaptabilidad, e interacción, para finalizar con el alojamiento de las melodías seleccionadas.

Las etapas en la construcción de esta aplicación involucran lo siguiente:

- Diagrama de componentes
- Diseño de arquitectura de sistemas
- Codificación y desarrollo de la plataforma

Variables

- Problema: Falta de una arquitectura de sistemas para clasificar y distribuir melodías que contribuyan en el mejoramiento de la concentración y memorización.
- Solución:
 - Selección de herramienta que realice el análisis de audio digital con datos importantes que permitan la clasificación de melodías que se alojarán en el sistema.
 - Plataforma con tecnología web/móvil que aloje pistas de audio, adecuadas para el mejoramiento de la concentración y memorización.

El desarrollo de esta plataforma involucra el diseño de una interfaz interactiva, uso de tecnología *streaming* para la reproducción y almacenamiento de audio y la característica web/móvil que no depende del sistema operativo y resolución de la pantalla que utilice la aplicación.

Sub-variables

- Volumen de los tonos. El nivel adecuado que debe tener cada melodía.
- Armonía de las notas. Secuencia de las notas.
- Tipos de ritmo. De acuerdo al género musical se debe identificar el ritmo que mejor se adapte.
- Intervalos de frecuencia. Para cada período tiempo en la secuencia de notas.
- Rangos de intensidad. Relacionado a la frecuencia y ritmo en que se reproducen las melodías.
- Intervalos de tiempos de sonido. Sintonía de volumen, armonía ritmo, frecuencia e intensidad.

Diseño, tipo y alcances del estudio

Tabla I. Tipo y alcance del estudio

Tipo	Alcances
Investigación cuantitativa	Descriptivo
Las melodías serán evaluadas con una herramienta tecnológica que proporcione información de frecuencia, ritmo y tiempo de sonido para determinar que melodías son las apropiadas.	Se construirá un sistema web/móvil que disponga de una colección de melodías que mejoren la concentración y memorización de las personas.

Fuente: elaboración propia.

INTRODUCCIÓN

Las tecnologías desde el punto de vista educativo, ofrecen posibilidades que han permitido evolucionar la manera de obtener el conocimiento, son utilizadas como herramientas cognitivas que hacen disponible en todo momento la información. Hay que aclarar que las personas no aprenden de los dispositivos móviles, la web, o cualquier otra tendencia, tiene que ver con la forma en que la tecnología hace disponible la información, la manera de transmitirla y el entorno que se desarrolla alrededor para que sea asimilada eficientemente.

Los avances tecnológicos han acuñado conceptos dentro del ámbito educativo que han facilitado la manera de aprender, tal es el caso de la informática ubicua que engloba elementos como aprendizaje electrónico y móvil, web 2.0, educación transformativa, entre otros, que han venido a revolucionar totalmente la forma de enseñar y aprender. No se pueden negar los beneficios que la informática trae consigo, pero hay que tomar en cuenta sobre qué entorno se debe trabajar para aprovechar al máximo la tecnología, es entonces donde la música hace su entrada.

El papel de la música en los procesos de aprendizaje, los beneficios que ofrece y las reacciones que el cerebro presenta, se ven reflejados en el aumento en la capacidad de memorizar, mayor concentración, razonamientos complejos, estímulo de la creatividad y fortalecimiento en el aprendizaje, este último es el enfoque que tiene el proyecto, al caracterizar, seleccionar y publicar melodías que logren aumentar las habilidades cognitivas.

El marco teórico presenta los avances en las competencias digitales, la evolución del *streaming* y su aporte a la web en tiempo real, las tendencias del audio en la red, definición de algoritmos para la segmentación y clasificación de melodías y arquitecturas de sistemas multimedia, en relación a la descarga de contenido de audio o video y la retransmisión en directo a través de internet.

En el primer capítulo, se realiza el análisis musical en donde se evalúan las diferentes características que determinan el nivel de concentración y memorización que aporta cada pista de audio y luego seleccionar las que mejor se adapten.

En el segundo capítulo, se realiza el análisis y diseño de la plataforma, como primer punto, se define la interfaz con aspectos importantes como la usabilidad del sistema que permitirá al usuario interactuar de manera rápida y sin complicaciones y el entorno colaborativo. Como segundo punto, se encuentra el diagrama de despliegue, en donde se define la funcionalidad del sistema y su interacción con los diferentes componentes.

En el tercer capítulo, se presentan los resultados obtenidos en la experimentación de la música. Este experimento consistió en la publicación de las melodías en la plataforma, para identificar el beneficio de las mismas, por medio de la resolución de un juego mental en dos entornos diferentes (con música y sin música). El cuarto capítulo realiza la discusión de los resultados con las investigaciones que afirman que el sistema auditivo está ligado a los procesos de atención y aprendizaje.

Al finalizar se concluye con base al experimento que dejó ver claramente el nivel óptimo de concentración de los usuarios y el desarrollo del potencial creativo, para descubrir posibles soluciones y resolver el juego en el menor tiempo posible, con una serie aleatoria de melodías.

1. ANTECEDENTES

La música contribuye en el desarrollo del pensamiento, ofreciendo capacidad expresiva y mental, agudizando la sensibilidad y la capacidad para percibir. Numerosas investigaciones han demostrado que la música favorece la automatización y la eficiencia en el aprendizaje, estudios coinciden en que la música sirve como un alto estímulo en el desarrollo del cerebro, sobre todo cuando se emplea de manera frecuente. Según la investigadora Frances Rausher el denominado “Efecto Mozart” demuestra que hay un momento apropiado en el proceso de aprendizaje para escuchar música lo cual aumenta el resultado positivo de aprender basándose en las melodías y los efectos que estas ocasionan (Rausher, 1993).

La música, al igual que muchos aspectos en el mundo actual se encuentra en continuo desarrollo, desde la aparición de los instrumentos electrófonos se puede observar una vertiginosa aceleración tecnológica. Constantemente aparecen nuevos programas informáticos, nuevos sonidos, nuevas formas de componer.

La creación, difusión y consumo de la música en internet ha venido evolucionando de forma relevante desde finales de los años 90, la propagación de la música online fue posible a través de los sistemas denominados “*Peer to Peer*” (P2P). Estos sistemas se desarrollaron con el objetivo de intercambiar todo tipo de información logrando la articulación de nuevas redes de distribución de contenido musical (Barbrook, 1998; Calvi, 2008; Oram, 2000; Shirky, 2000).

Napster fue el pionero en el sistema P2P, al alcanzar de forma acelerada en poco tiempo un volumen de usuarios bastante elevado, convirtiéndose en el portal de referencia mundial de acceso y descarga de música digital de forma libre y gratuita. En conjunto con las tendencias de distribución libre y gratuita, se abrieron paso a nuevas plataformas para comercializar la música, tales como Musicnet.com, Pressplay.com, MP3.com, entre otros, de este modo, miles de nuevas aplicaciones y sistemas fueron y siguen siendo desarrollados por empresas, emprendedores, profesionales y usuarios en general, los cuales forman parte de esta cultura de Internet (Calvi, 2008).

El vínculo que existe en la música, la electrónica y los medios musicales es cada vez más evidente. La música clásica, que para algunos es auténticamente culta, no se ha quedado fuera del desmedido impacto de las herramientas digitales, en donde tanto intérprete como instrumento han sufrido cambios. A finales del siglo XX se hizo notable la digitalización de toda la música a través de la compresión en el CD. Por otro lado se dejaron ver plataformas web como Youtube en donde además de escuchar se podían ver videos musicales o apreciar el concierto de cualquier artista del momento. Itunes desempeñó un papel importante en su venta de material discográfico y a finales del siglo XXI entraron al juego plataformas como Spotify o Groovershark las cuales hacían disponible material musical de manera gratuita con acceso limitado e ilimitado a través del pago de una cuenta premium. A través de herramientas informáticas, es posible producir música de manera más sencilla, se pueden editar y configurar los efectos sin necesidad de contar con equipos especiales. A consecuencia de esto surge la necesidad de posicionar y dar a conocer al público material discográfico por lo que hacen su entrada las plataformas virtuales como MySpace, Gear, Jamendo o Bandcamp que permiten al músico subir sus obras musicales de manera gratuita e incluso ponerlas a la venta. (Sánchez J. y otros, 2012).

Los sectores de las telecomunicaciones, la electrónica y sin faltar las empresas de software, han visto el valor agregado que ofrecen las nuevas tecnologías en los reducidos costes de almacenamiento, distribución y comercialización que posibilita establecer nuevos mercados en el contexto de la música digital. Las compañías que se encuentran en la industria musical utilizan como parte de su estrategia de negocio, la revalorización de sus productos musicales a través de la digitalización y distribución con las nuevas redes de mercado, con el objetivo de unirse a las tendencias tecnológicas y lograrlo a escala global (Bustamante y otros, 2002, 2003; Lacroix y Tremblay, 1997; Miguel, 2003; Richeri, 1993).

En la actualidad existen aplicaciones web, de escritorio y móviles, que se encargan de la distribución y constante publicación de nuevo contenido musical, dentro de estas se encuentran: Spotify, SoundCloud, SoundHound o Grooveshark.

La primera catalogada como una de las mejores aplicaciones en distribución de audio vía *streaming*, cuenta con una sección de canciones instrumentales con enfoque de lectura y estudio. Aunque su enfoque no es exclusivamente la publicación de este tipo de melodías, es la aplicación que muestra cierta similitud al proyecto que se propone, pero se debe mencionar el valor agregado que se ofrece con esta plataforma, el sitio no únicamente brindará contenido musical para elevar la concentración, sino que contribuirá con la clasificación de audio por el tipo de género, manteniendo un enfoque de aprendizaje, a través de elevar el nivel de memorización.

2. JUSTIFICACIÓN

La línea de investigación que persigue este proyecto se enfoca en Tecnologías de la Información y la Comunicación para apoyo a la Educación.

Lograr un estado de concentración apropiado, memorizar lo que se desea y asimilar mejor el conocimiento es sumamente difícil y resulta aún más difícil cuando el ambiente no es el indicado. La música surge como elemento importante, ya que a través de las características que ésta posee se logran cubrir aspectos de memorización y concentración.

Es relevante mencionar cómo la música ha venido evolucionando y cómo en la actualidad a través de herramientas informáticas se puede crear y hacer disponibles a las personas por medio de las tecnologías de la información. En los últimos años, se ha podido observar el cambio en los hábitos del consumo en la industria de la música, gracias a las nuevas tecnologías, los medios de grabación y reproducción digitales en conjunto con el internet permiten que se tenga acceso a una gran cantidad de contenido musical. Es importante mencionar que los sistemas de creación musical están cambiando de manera acelerada, específicamente a principios de los años 80, cuando se empieza a utilizar el estándar de programación MIDI (Interfaz Digital de Instrumentos Musicales).

Gracias al uso de MIDI, cualquier persona puede crear sus propias obras musicales por medio de herramientas digitales, sintetizadores y samplers que permiten prescindir del intérprete.

A través de un ordenador, un módulo MIDI y el uso de dispositivos electrónicos se puede llegar a emular cualquier forma de música, incluso una obra sinfónica clásica, sin ninguna dificultad y con mayor precisión.

Con programas como *Logic* o *Cubase*, los más conocidos en la actualidad, que permiten crear temas musicales utilizando únicamente el ordenador, cualquier persona con mínimo conocimiento en informática y un poco de oído puede componer y producir temas musicales desde su creación y prescindir no solo del intérprete sino de los instrumentos musicales.

El proyecto propone el uso de la música como herramienta para combatir el estrés, a través de la publicación de un sitio web que contenga melodías que eleven la concentración, memorización y habilidades cognitivas.

La clasificación de las melodías de acuerdo a la caracterización de sus propiedades será la base para la construcción de la herramienta tecnológica que logre desarrollar las habilidades de cognición de los usuarios. Con esta premisa se desarrollará un artefacto interactivo, ergonómico y usable que eleve el interés de los usuarios, generando un porcentaje alto de uso de la plataforma y un constante desarrollo del cerebro.

3. ALCANCES

3.1. Perspectiva investigativa

Para cubrir el aspecto investigativo del proyecto, se debe realizar el análisis de las diferentes herramientas tecnológicas que permitan la clasificación y segmentación de audio, para lograrlo es necesario evaluar diferentes estudios que validen las características que deben poseer las melodías, identificar patrones y realizar agrupaciones.

3.1.1. Alcances descriptivos

La investigación cubrirá todos los aspectos necesarios para crear un sistema tecnológico e innovador que mediante una arquitectura web móvil, un alto nivel de usabilidad, *streaming* y contenido musical con características para elevar la concentración y la memorización de las personas generen valor agregado en comparación a otros sitios web o aplicaciones móviles. Esto se logrará con base a la investigación en publicaciones científicas, tesis y fundamentos teóricos, la evaluación e identificación de las melodías que mejor se adapten a la solución propuesta.

3.2. Perspectiva técnica

Se tiene planificado la construcción de una plataforma desarrollada con tecnologías innovadoras que contenga una serie de melodías que colaboren en el desarrollo de las habilidades cognitivas de las personas.

La plataforma cumplirá con las siguientes características:

- Clasificación de melodías de acuerdo a la caracterización de sus propiedades para el desarrollo de habilidades de cognición de los usuarios.
- Entorno colaborativo: Sistema que provea de participación, colaboración e interacción en línea a los usuarios.
- Usabilidad: Calidad de la experiencia del usuario en la interacción con el sistema.
- Ergonomía: Coherencia en la presentación, organización de las páginas y estructuración de componentes.
- Web/móvil: Acceso a la aplicación mediante el navegador web y optimización para las distintas resoluciones de pantallas móviles.
- Streaming: Optimización en la descarga y reproducción de las melodías.

3.3. Perspectiva de resultados

Se evaluará la efectividad de las diferentes herramientas tecnológicas que realizan el análisis de audio, esto con base a la extracción de las diferentes características.

Se determinará la exactitud de los resultados que refleje cada opción tecnológica, en relación al análisis de los segmentos que componen las piezas musicales y la interpretación de los diferentes patrones musicales que se muestren.

La tecnología que ofrezca los mejores resultados se integrará en la arquitectura de sistema propuesto.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Una forma distinta de aprender con las TIC's

La influencia que han generado las TIC's permite hoy en día que el aprendizaje se encuentre estrechamente relacionado con habilidades y capacidades para realizar búsqueda, selección y análisis de nueva información en distintas fuentes, a lo que actualmente se conoce como competencia digital, que consiste en la alfabetización por medio de la información mediática o audiovisual.

En el contexto educativo las tecnologías proporcionan aportes como recursos de enseñanza-aprendizaje en la mayoría de disciplinas. Aprender con las TIC's, es una manera de considerar la tecnología como base para la transmisión intelectual, tanto la producción como la comunicación de la información. Dentro de los modelos de actividades que se pueden generar a través de las tecnologías, se encuentra la creación de recursos digitales, los cuales se ven materializados a través de multimedia o plasmados en diferentes sitios publicados a través de internet, logrando con esto interacción educativa (Lessig, 2005).

4.2. Tecnologías multimedia en el ámbito educativo

La multimedia resulta ser un recurso tecnológico y comunicativo que permite mostrar información visual y sonora aprovechando el potencial y la capacidad del hardware en donde se reproduce.

Hace uso de medios gráficos, fotográficos y textos en combinación con sonido, video y animaciones. Es capaz de realizar la integración de texto e imágenes con sonido y voz en un mismo contexto, es por ello que la cantidad de datos que contiene son muy extensos (De Castro Lozano, 2012).

En la web existe todo tipo de archivos electrónicos, de texto, video o sonido y las personas los utilizan con fines distintos. En un entorno educativo las personas emplean este medio de forma interactiva y multi-sensorial con el objetivo de aprender.

La construcción de un archivo multimedia parte de una idea que persigue un fin, que va tener como resultado la creación de un proyecto. Según las necesidades que se encuentren inmersas en la creación del proyecto, estos pueden catalogarse de la siguiente forma:

- Sumativo: En donde se crea un archivo multimedia a partir de otros que ya existen.
- Integrado: En este caso se crea en su totalidad haciendo uso de un lenguaje informático del autor.

Al hablar de un lenguaje informático, es relacionado a la información que se presentará para que las personas no necesiten mayor esfuerzo para interpretar lo que el programa presenta.

4.3. Competencias digitales

Actualmente se puede observar que la innovación educativa tiene auge con mayor frecuencia en escenarios de contexto informal.

Un sistema educativo adaptado a una sociedad de conocimiento debe enfocarse a la alfabetización digital, en donde se ponen en juego varias aspectos importantes como habilidades sociales, competencias culturales, indispensables para la sociedad actual (Pablos et al., 2010; Valverde, 2011).

La cultura digital considera que la alfabetización no debe ser de carácter personal si no ser parte de un entorno social, logrando desarrollar colaboración y el uso de redes sociales. La competencia digital tiene como objetivo la búsqueda y procesamiento de la información para luego transformarla en conocimiento. Incorpora la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación como elemento esencial para aprender y comunicar.

4.4. La música digital

Este campo ha cobrado más auge desde la aparición de las computadoras, lo que ha permitido su fácil acceso, evolución y numerosas ventajas que ofrece el tratamiento digital de señales. Al inicio la música digital tenía como único fin llegar al usuario a través de melodías que previamente eran creadas y convertidas a un formato reproducible por cualquier ordenador.

Aunque luego surge la siguiente interrogante: ¿Si el mundo era capaz de reproducir música a través de cualquier ordenador porque no generarla por medio de este también? Este tipo de ideas dieron paso a las primeras incursiones de la informática en el mundo de la música. Desde ese momento se han ido desarrollado distintos lenguajes, formatos, programas y empresas que se enfocan al análisis e investigación de esta área tan interesante.

El mundo de la informática evoluciona de manera tan acelerada que da pie a nuevas posibilidades tanto de software como hardware, lo que permite que el proceso de generación de música digital por medio de un ordenador, sea más sencillo y productivo. Por estas razones, el desarrollo de música digital ha llegado a ser en poco tiempo un recurso necesario en cualquier discográfica y ha generado la existencia de grupos y artistas cuyo soporte musical esta creado con la ayuda de un ordenador (Miranda, 2001).

4.5. La música en los ordenadores personales

La evolución de los procesadores y las tarjetas de sonido, han permitido la generación de nuevos programas que utilizan una serie de ventajas para la composición musical y creación de sonidos. Es necesario mencionar entonces la tecnología *Wavetable* (tabla de ondas para emular MIDI), que tiene la capacidad de un procesador actual, de reproducir en paralelo diferentes sonidos, lo que pone al alcance de cualquier persona el desarrollo de manera profesional de sonidos (Jiménez Domingo, 2009).

Bajo este contexto es relevante mencionar de la existencia de ASIO, una tecnología multiplataforma que permite la transferencia de audio multicanal. Dentro de las ventajas que se le atribuyen es que permite aumentar las prestaciones de las tarjetas de sonido estándar, en otras palabras aumenta el número de entradas y salidas disponibles de la tarjeta.

4.6. Web en tiempo real

De las noticias relevantes en este contexto se encuentra la introducción del API con *streaming* que lanza en 2010 la red social Twitter.

Google lanza *Google Instant* para las búsquedas en tiempo real y para el 2012 toma fuerza el *videostreaming* con la *TV* por Internet. Grandes empresas empiezan por lanzar nuevos productos: *Sony Internet TV*, *AppleTV*, *GoogleTV*, *Samsung SmartTV*, *LG SmartTV*, entre otros (Castro Lozano, 2012).

Dentro de la web en tiempo real, hay que destacar el avance que se ha generado en relación a la computación en la nube (*Cloud computing*). De las tecnologías con más auge, debido a su utilización en la computación en la nube es el *streaming*. Es considerado como cualquier planteamiento educativo dentro del contexto Web 3.0.

4.7. Tendencias de la música y el audio en la red

En la actualidad la industria musical se encuentra en manos de empresas discográficas como: Warner, EMI, Universal y Sony, las cuales tienen alrededor del 70% del mercado discográfico mundial. Por otro lado, en la web es relevante mencionar que estas empresas tienen una fuerte presencia aunque existen otras pequeñas y medianas empresas discográficas que de forma independiente han ganado cierto terreno, logrando conformar mercados más diversos (Calvi, 2007).

Para el 2009, iTunes una de las plataformas con mayor comercialización de música en Internet, tenía alrededor de 9 millones de canciones en su base de datos, de las cuales el 90% pertenecían a las cuatro grandes discográficas y el 10% restante correspondía a pequeñas compañías independientes (Calvi, 2009).

Están surgiendo aplicaciones de escucha gratuita de música, en un entorno de recomendación según preferencias, con lo cual la plataforma como iTunes no logra competir en grado de popularidad, tal es el caso de sistemas musicales como LastFm.

La evolución de los usos sociales de la música en la web, se ha venido extendiendo a causa del aumento de capacidad de procesamiento, almacenamiento y transmisión de datos de los ordenados y de las redes digitales.

La mayoría de los sistemas que hoy en día han surgido por iniciativa de aficionados que desarrollan aplicaciones cuyo objetivo es difundir e intercambiar contenidos de audio, generando volumen creciente lo cual atrae a más usuarios.

4.8. Hacia nuevos hábitos de consumo de audio

Esta tendencia que hoy en día se puede comprobar estadísticamente, se debe al surgimiento y la penetración de los medios de comunicación en la vida cotidiana de las personas, produciendo transformaciones asociadas a las condiciones privadas del consumo de audio o video y al acceso gratuito de contenidos (Lahire, 2006).

Se observa una integración de tecnologías, que asociada al continuo desarrollo de redes de alta velocidad y la masificación de los dispositivos para acceder a los servicios, surge una explosión de cantidad y calidad de datos estructurados y no estructurados.

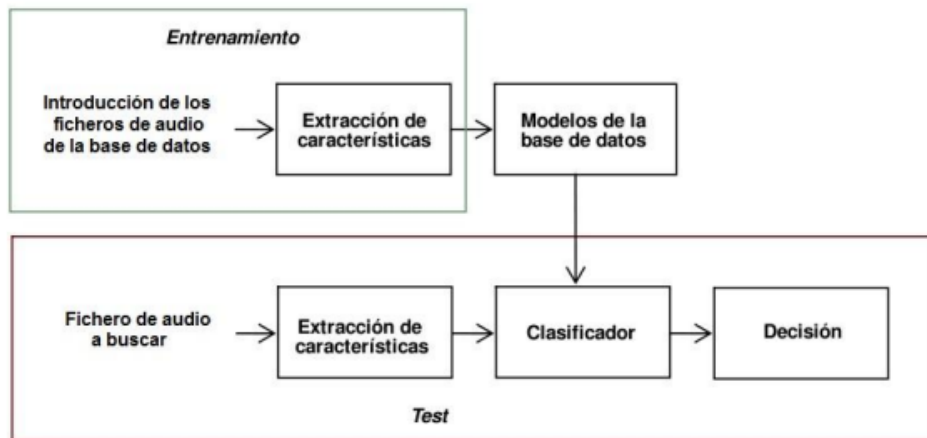
El aumento de la generación y captación de la información, específicamente en formato de audio y video ha crecido exponencialmente. Hay dos fuerzas que apoyan el crecimiento de esta tendencia, la primera que apoya la generación de información de manera directa por los usuarios a través del uso de cualquier dispositivo y sistema convergente, tales como teléfonos, *tablets*, *netbooks*, *Smart TV*, redes sociales y aplicaciones de audio y video. Por otro lado surgen las interacciones entre individuos y objetos, objetos y dispositivos conectados a la red (Internet of Things).

4.9. Algoritmos y técnicas de clasificación de audio

Los sistemas de clasificación permiten segmentar el audio según las características que este posea. El reconocimiento como se ve en la Figura 1, conlleva un proceso por medio del cual se extrae un conjunto de rasgos propios del audio, que hacen posible identificar similitudes mediante operaciones de reconocimiento de patrones. Un sistema de reconocimiento de audio está formado por dos secciones:

- Entrenamiento: Registra uno o varias señales de audio para extraer rasgos y almacenarlos en la base de datos.
- Test: Registra el audio de entrada y extrae las características para luego compararlas con las que se encuentran en la base de datos. A partir de la obtención de posibles coincidencias, el audio es susceptible para ser buscado, con el uso de herramientas de audio (Shazam®) o clasificadores de audio.

Figura 1. **Arquitectura de un sistema de reconocimiento de audio**



Fuente: Ortega, 2012, pp. 32.

Existe un mecanismo que basándose por medio de tramas consecutivas realiza un análisis localizado de una señal de audio, a lo cual se le denomina enventanado de la señal. La cual se puede expresar como:

$$x_m[n] = x[n] \cdot w[n - m]$$

Siendo $x[n]$ la señal de audio original, $w[n]$ la ventana temporal aplicada y $x_m[n]$ la trama de señal enventanada, que valdrá cero fuera del intervalo $n \in [m, m + n - 1]$, siendo la duración en muestras de la ventana aplicada y el desplazamiento temporal con el que se aplica el enventanado.

De entre todas las ventanas posibles, en el procesado de voz destacan dos tipos de ventanas:

La ventana rectangular, que vale uno dentro del intervalo y cero fuera:

$$w[n] = \begin{cases} 1, & 0 \leq n \leq N - 1 \\ 0, & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

La ventana tipo Hamming, cuya estructura temporal está definida de la siguiente forma (ponderación tipo coseno alzado):

$$w[n] = \begin{cases} 0.54 - 0.46 \cdot \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right), & 0 \leq n \leq N-1 \\ 0, & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

4.10. La integración de las TIC's, la música y la educación

Las tecnologías van creciendo a pasos agigantados y para justificar su aporte es necesario evidenciar las destrezas que los alumnos obtendrían al combinarlas en el contexto musical.

Analizando el papel de las TIC's en la sociedad actual, el profesor Pere Marqués señala, en un sentido amplio, que “sus principales aportaciones a las actividades humanas se concretan en una serie de funciones que facilitan la realización del trabajo debido a que siempre requieren una cierta información para realizarlos, un determinado proceso de datos y a menudo también la comunicación con otras personas; y esto es precisamente lo que ofrecen las TIC's”. (Marqués, 2000).

En la integración de la tecnología en un entorno musical, se citan específicamente algunas prácticas realizadas por docentes:

- Con programas informáticos de propósito general dentro del ámbito de la tecnología musical, tales como editores de partituras y secuenciadores:
 - Creación de patrones rítmicos
 - Creación de bases musicales para cantar, tocar o improvisar

- Completar, variar y transformar melodías
- Crear melodías propias y escucharlas para mejorarlas o adaptarlas a nuevas necesidades de utilización.
- Aprender, mediante la combinación de sonidos o melodías
- Experimentar el resultado sonoro de algunos aspectos teóricos de la música, como signos de repetición.

- Con programas informáticos de grabación y edición de sonido:
 - Modificación del tempo de grabaciones utilizadas para la relajación, el movimiento rítmico y el baile.
 - Grabación de sonidos del entorno o de interpretaciones propias
 - Manipulaciones del sonido mediante mezclas, adición de efectos o creación de pistas.

- Con Internet:
 - Consultas y obtención de recursos educativos diversos en la Web (partituras, software de uso libre).
 - Elaboración de materiales que fomenten el trabajo indagatorio, colaborativo y de intercambio de conocimientos del tipo *Weblog*, *WebQuest* (Giráldez, 2005: 164).
 - Enlaces con instituciones educativas y musicales

Teniendo un panorama más claro de la potencialidad de las TIC's, se deja ver que va más allá del uso que hasta ahora ha venido siendo el más frecuente, ya que puede ser utilizada como herramienta por el docente para diseñar y crear de forma autónoma de materiales destinados al desarrollo educativo.

4.11. Arquitectura de los sistemas multimedia

Un sistema multimedia puede ser tan sencillo o tan complejo de acuerdo al conjunto de componentes que se encuentren involucrados. Al momento de hablar de arquitectura de los sistemas multimedia, se debe enfatizar al conjunto de elementos que deben seleccionarse en base a los requerimientos funcionales y no funcionales del mismo.

La arquitectura *hardware* involucra elementos físicos que intervienen en la funcionalidad de la aplicación multimedia, incluyendo componentes y dispositivos de entrada/salida (cámara, sistemas de reproducción de audio, sistemas de almacenamiento masivo, etc.).

De los diferentes módulos que integran los sistemas operativos, se debe tomar en cuenta la gestión de procesos, que en ocasiones permite un tratamiento especial de los procesos que corresponden a la tecnología multimedia, brindando una prioridad o reserva de tiempo de procesador adecuada para la correcta ejecución en tiempo real.

Luego se debe tomar en cuenta que existen sistemas operativos especializados que ofrecen servicios de transmisión de red especializados para datos multimedia. La arquitectura de hardware y la del software, se presentan en la Figura 2.

Figura 2. **Arquitectura de un sistema multimedia**



Fuente: Aedo, I. y otros, 2009, pp. 25.

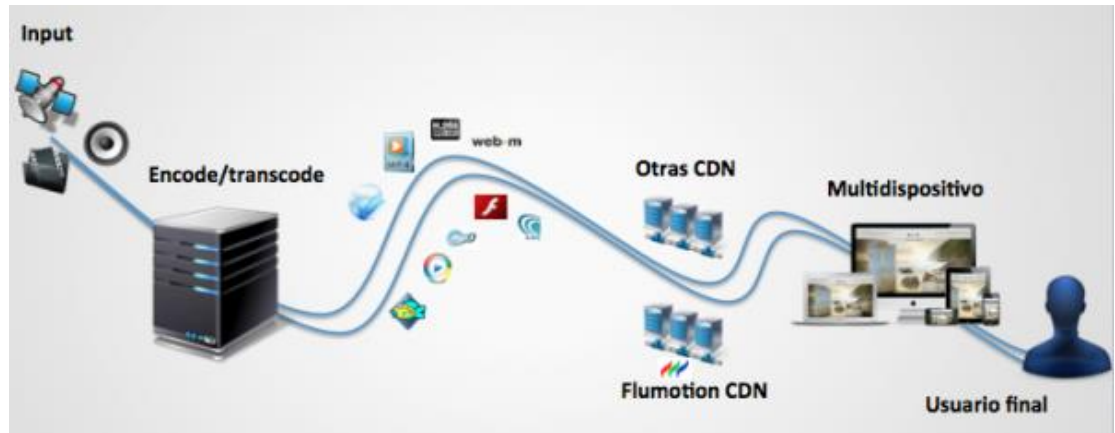
En la tercera capa del esquema, se incluyen todos los programas de almacenamiento y difusión de datos multimedia. Entre estos se encuentra la gestión de base de datos especializada y los servidores de difusión (Aedo I. y otros, 2009).

4.12. Servidor *streaming*

Como se ha mencionado anteriormente, la tecnología *streaming* consiste en un servicio en donde se transmiten datos que son procesados por medio de un flujo regular y continuo, la ventaja que se presenta al usuario es que no necesita la descarga del contenido de audio o video para ver o escuchar de nuevo el contenido, lo que se conoce como retransmisión en directo a través de internet.

La Figura 3 muestra el proceso del flujo de datos bajo una arquitectura de *Streaming Server*.

Figura 3. Flujo de proceso de un servidor *streaming*



Fuente: Aedo I. y otros, 2009, pp. 41.

Durante el proceso se captura la señal en directo, en este punto se conecta el dispositivo al ordenador que luego codificará la señal.

El proceso de adquisición de la señal se puede dar en dos ambientes:

- Adquisición por medio de *Data Center* del proveedor de *streaming*, en este caso la captura se realiza por satélite.
- Adquisición *in house*, el proveedor de *streaming* proporciona tarjetas SDI/Firewire para video y Soundblaster para audio.

La primera codificación se realiza de acuerdo a los estándares del mercado (Código de video H264 y de audio AAC en contenedor FLV). Este proceso es el paso de compresión de la señal para que pueda viajar por internet a velocidad adecuada.

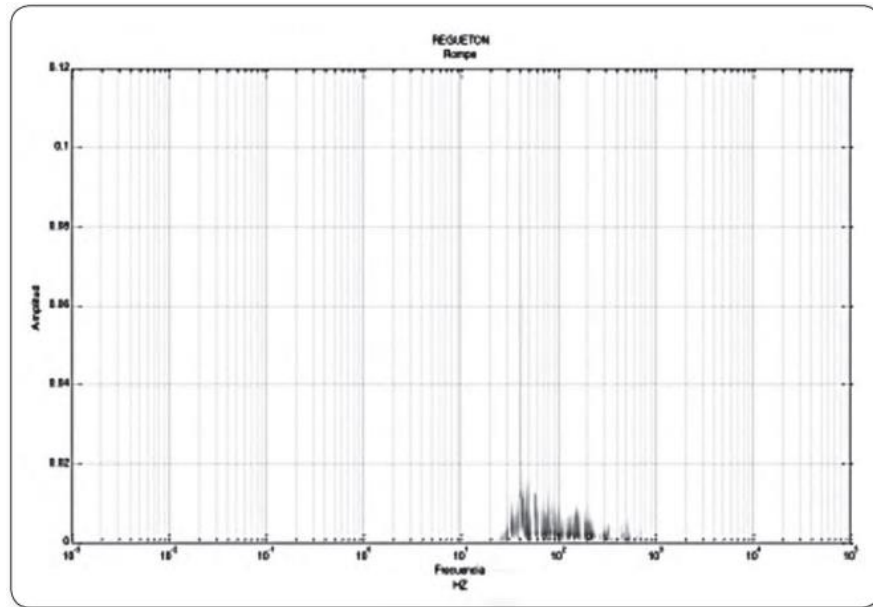
Un aspecto importante es el ancho de banda de internet óptimo. Durante la transcodificación se descomprime la señal codificada y luego se codifica de nuevo a los diferentes formatos, es en este momento donde se habla de plataformas de *streaming* multidispositivo. La señal se optimiza para que sin problemas de retransmisión a cualquier dispositivo.

4.13. Clasificación de audio

Para realizar un análisis más certero y detallado del efecto que ocasionan en el cerebro diferentes géneros musicales como música clásica, salsa, regués, etc., la Revista de Ciencia y Tecnología se propuso identificar el espectro a través del *software* MATLAB, y poder observar los datos que se obtuvieran de la reacción del cerebro. (Ordoñez, E., Sánchez, J., Sánchez, M., Romero, C., Bernal, J., 2011, pp. 45-54).

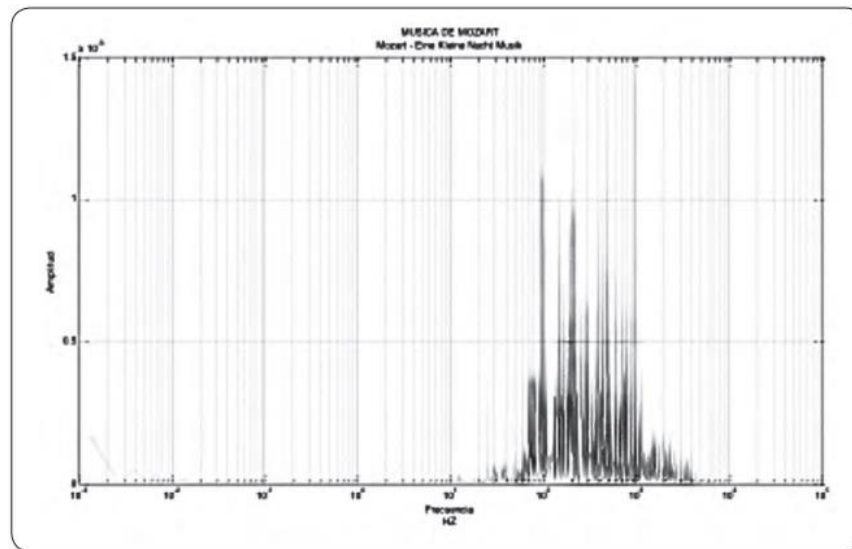
Para lo cual se tomaron en total 22 canciones de diferentes géneros, se realizó el análisis espectral, y se logró observar que la música clásica tiene componentes de frecuencia mucho más bajos que cualquier otro tipo de canción de otro género. El tipo de música clásica como se ve en la Figura 5, mostró amplitudes hasta de 0.0013 unidades mientras que el regués como se ve en la Figura 4, mostro amplitudes de 0.023, en definitiva de acuerdo a la teoría, la bajas amplitudes que muestra la música clásica colaboran en el relajamiento, logrando que las interconexiones sinápticas se realicen de mejor manera y que la información procesada sea asimilada muy rápidamente, ya que estimula las neuronas (Vélez, 2006).

Figura 4. **Análisis espectral del genero Regué**



Fuente: Ordoñez, E., Sánchez, J., Sánchez, M., Romero, C., Bernal, J., 2011, pp. 45-54.

Figura 5. **Análisis espectral de música clásica de Mozart**



Fuente: Ordoñez, E., Sánchez, J., Sánchez, M., Romero, C., Bernal, J., 2011, pp. 45-54.

5. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

5.1. Análisis musical

La evolución en la tecnología ha permitido que hoy en día se disponga de nuevas herramientas para el análisis y procesamiento de señales de audio. La tendencia en el desarrollo de software que vincula diferentes áreas de investigación teórica o práctica es el resultado del aprovechamiento efectivo de los recursos que hoy en día se encuentran disponibles.

El avance de las tecnologías de comunicación e información aunado al procesamiento de señales de audio ha llevado a la aparición e implementación de nuevos algoritmos y técnicas que permiten superar cualquier limitante. Estos avances han conducido a la convergencia de tecnologías basados en algoritmos revolucionarios a través de las ciencias exactas de las matemáticas.

5.1.1. Análisis de audio

Las señales son oscilaciones que contienen información que cambia con base a patrones.

5.1.1.1. Análisis en frecuencia

En el contexto de análisis, por medio de experimentos sencillos es posible obtener el espectro de frecuencia. El método más común para el cálculo de dicho espectro es la Transformada de Fourier (TF), definida para una señal de energía finita $x(t)$ mediante:

$$X(f) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{(j2\pi ft)} dt$$

Donde $X(f)$ representa a $x(t)$ en el dominio de la frecuencia. La fórmula de transformación evidencia algunas características que en el dominio natural de $x(t)$ no se dejan ver claramente, es una operación definida por el producto interno entre la señal y el conjunto de ondas senoidales, es lineal, invertible y unívoca (González, 1997, pp. 49-51).

5.1.1.2. Analizadores de espectros

Este tipo de herramientas permiten visualizar de forma gráfica lo que sucede con la frecuencia en el tiempo, en términos de nivel, con base a una señal determinada. Se trata de análisis de frecuencias que se conoce como analizador de espectro.

Su función principal es obtener una medición objetiva de las señales de audio en términos de frecuencias, se puede identificar la localización de donde se encuentra el ruido. Un analizador funciona en base a la teoría matemática de la Transformada de Fourier, que transforma una señal del dominio de la frecuencia al dominio del tiempo y viceversa.

Para el audio el proceso es tomar la señal que está en el dominio del tiempo que sería la música en el tiempo y la transforma en las distintas frecuencias por las que esté compuesta. La gráfica es resultado de la distribución espectral de la música o señales que componen el audio en tiempo real.

5.1.1.3. Matlab

Software orientado al estudio de sistemas de control, es una herramienta interactiva basada en matrices para cálculos científicos y de ingeniería.

Es considerado un entorno matemático de simulación que se utiliza para modelar y analizar sistemas discretos, continuos, lineales y no lineales.

Matlab se utiliza con gran énfasis en aplicaciones de procesamiento de señales, proporcionando una serie de soluciones específicas, utilizadas para resolver clases particulares de problemas como:

- Simulación de sistemas dinámicos
- Redes neuronales
- Diseño de sistemas de control
- Procesamiento de señales

5.1.1.4. Clasificación de melodías

El objetivo de esta sección es la segmentación del audio a través de las características de ritmo, baja frecuencia y armonía. El análisis es basado en el espectro de frecuencias, utilizando la transformada de Fourier.

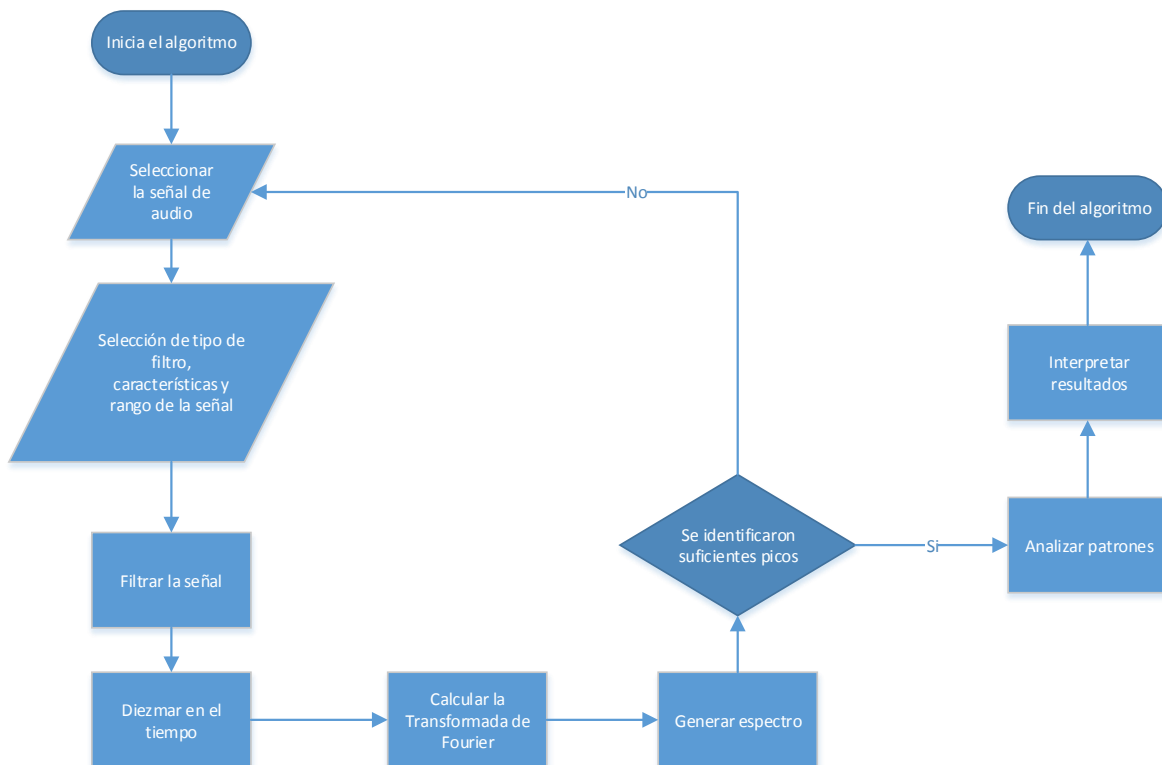
El análisis de armónicos consiste en estudiar los armónicos presentes en la serie temporal de la melodía e identificar correctamente el primero de la serie.

Para llevar a cabo un primer análisis, se toman los datos de la melodía así como la frecuencia de muestra, con lo que se obtiene la duración total de la melodía.

Luego se selecciona el tipo de inventariado que va ir recorriendo la serie temporal para calcular los armónicos, el tamaño de la misma y el porcentaje de amplitudes. El programa Matlab permite realizar el análisis de Fourier de cada onda, proporcionando el espectro de frecuencias presente en cada sonido.

En la Figura 6, se muestra el diagrama de flujo que corresponde al algoritmo para la clasificación y segmentación de audio. En esta representación se realiza la selección de audio para filtrar por medio del eventanado, es procesada la señal, los tiempos son calculados y se descartan picos altos en determinados periodos. El siguiente paso es calcular la Transformada de Fourier que generará el espectrograma en donde se identifican el número de picos obtenidos para el análisis de patrones e interpretación de resultados.

Figura 6. **Diagrama de flujo para la clasificación y segmentación de audio**

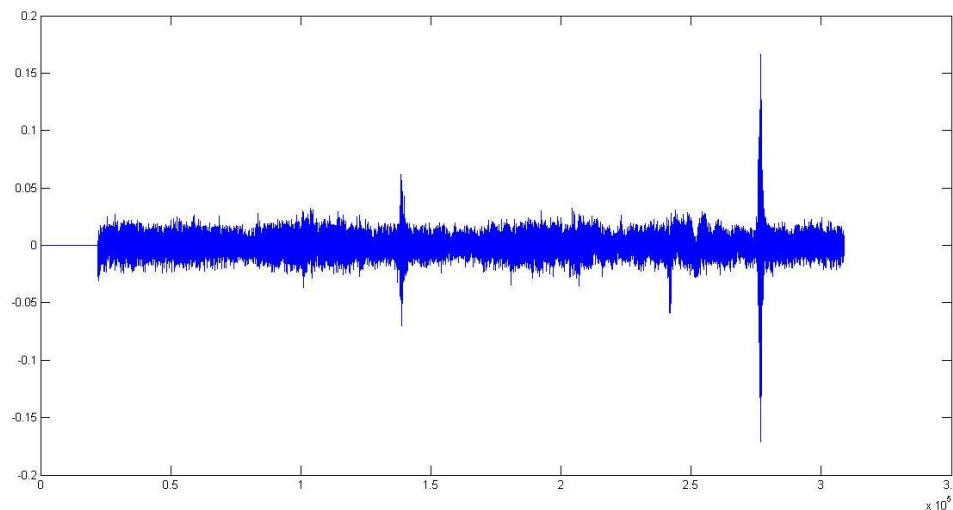


Fuente: elaboración propia.

El resultado se muestra en la Figura 7. El instrumento que se utiliza en la melodía corresponde a un piano, aparte del ruido que aparece en el espectro, se puede observar que la frecuencia es menos intensa y oscila en un rango de amplitud de 0.025 a 0.05. De acuerdo a la teoría de Veléz (2006) quien afirma que las bajas amplitudes colaboran en el relajamiento, logrando que las interconexiones sinápticas se realicen de mejor manera y que la información procesada sea asimilada muy rápidamente, ya que estimula las neuronas.

Indica que el análisis expuesto cumple con las características de menor frecuencia.

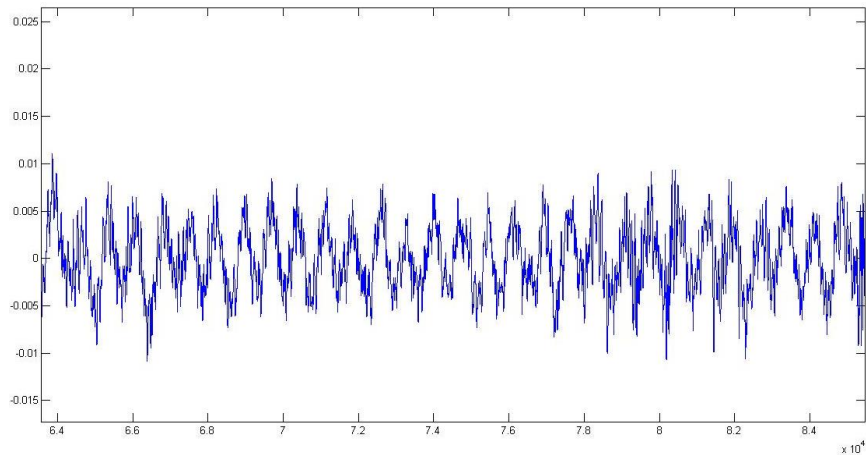
Figura 7. **Espectrograma correspondiente a melodía interpretada con piano**



Fuente: elaboración propia.

En relación a la amplitud, se observa en la Figura 8, cómo claramente determina la intensidad sonora del instrumento. Puede verse específicamente la modulación de la onda resultante, que es la responsable de las pulsaciones que emite cada tecla del piano.

Figura 8. Espectrograma ampliado correspondiente a melodía interpretada con piano



Fuente: elaboración propia.

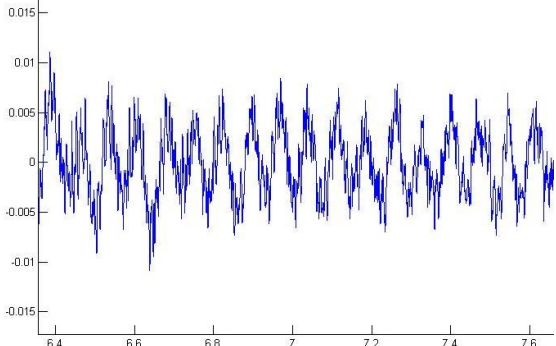
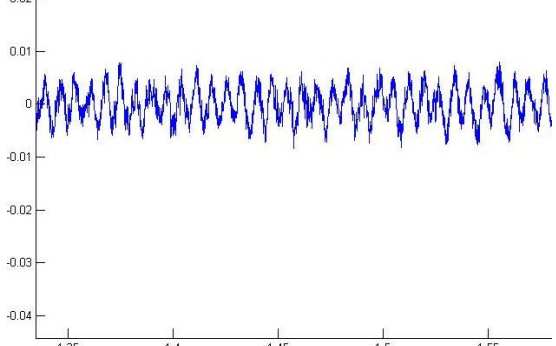
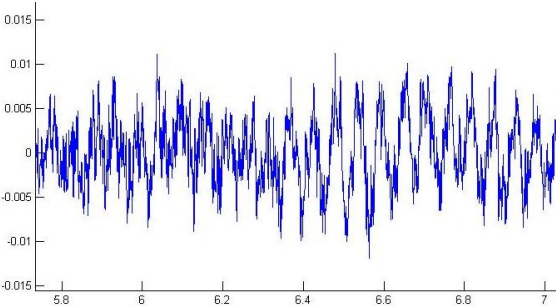
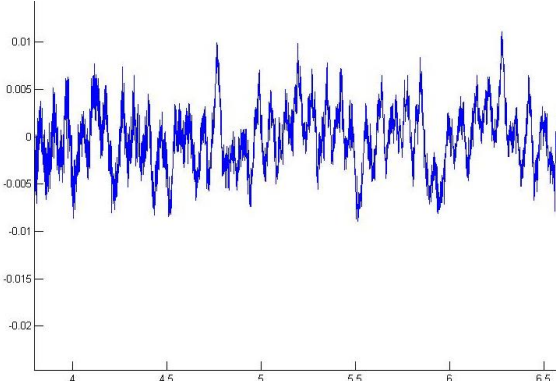
5.1.1.5. Búsqueda de patrones

En esta sección se describen los pasos llevados a cabo para clasificar algunas variables descriptivas de la melodía para finalmente realizar agrupaciones de piezas musicales.

En la búsqueda de patrones se tomaron en cuenta un grupo de 40 melodías, las características iniciales que debían cumplir era el uso de instrumentos musicales como flauta, piano o violín. De este conjunto de melodías se identificaron rasgos particulares en las amplitudes al momento de realizar el análisis de frecuencias.

En la Tabla II, muestra los espectrogramas de cuatro melodías analizadas respectivamente.

Tabla II. **Análisis de frecuencias de un conjunto de cuatro melodías**

 <p>The spectrogram shows a complex waveform with a y-axis ranging from -0.015 to 0.015 and an x-axis from 6.4 to 7.6. The signal exhibits a clear periodic oscillation with varying amplitude and frequency components.</p>	 <p>The spectrogram shows a complex waveform with a y-axis ranging from -0.04 to 0.02 and an x-axis from 1.35 to 1.55. The signal exhibits a clear periodic oscillation with varying amplitude and frequency components.</p>
<p>El espectrograma, representa el análisis de frecuencias de una pieza melódica hecha en piano.</p>	<p>El espectrograma, representa el análisis de frecuencias de una pieza melódica hecha con flauta.</p>
 <p>The spectrogram shows a complex waveform with a y-axis ranging from -0.015 to 0.015 and an x-axis from 5.8 to 7. The signal exhibits a clear periodic oscillation with varying amplitude and frequency components.</p>	 <p>The spectrogram shows a complex waveform with a y-axis ranging from -0.02 to 0.01 and an x-axis from 4 to 6.5. The signal exhibits a clear periodic oscillation with varying amplitude and frequency components.</p>
<p>El espectrograma, representa el análisis de frecuencias de una pieza melódica hecha en violín.</p>	<p>El espectrograma, representa el análisis de frecuencias de una pieza melódica hecha en violín.</p>

Fuente: elaboración propia.

La señal dura 10 segundos, el punto de inicio de la nota musical en la onda sonora se da en promedio para los cuatro contextos entre 0.00525 y 0.01, por lo cual representa el ruido del ambiente.

Para determinar las frecuencias que corresponde a cada nota se deben aislar los armónicos de la señal. Esto debido a que no se puede considerar de forma absoluta, pues algunos instrumentos, debido al timbre que poseen, tienen armónicos con mayor amplitud; por ello se necesitan aislarlos y llevar a cabo la comparación de amplitudes.

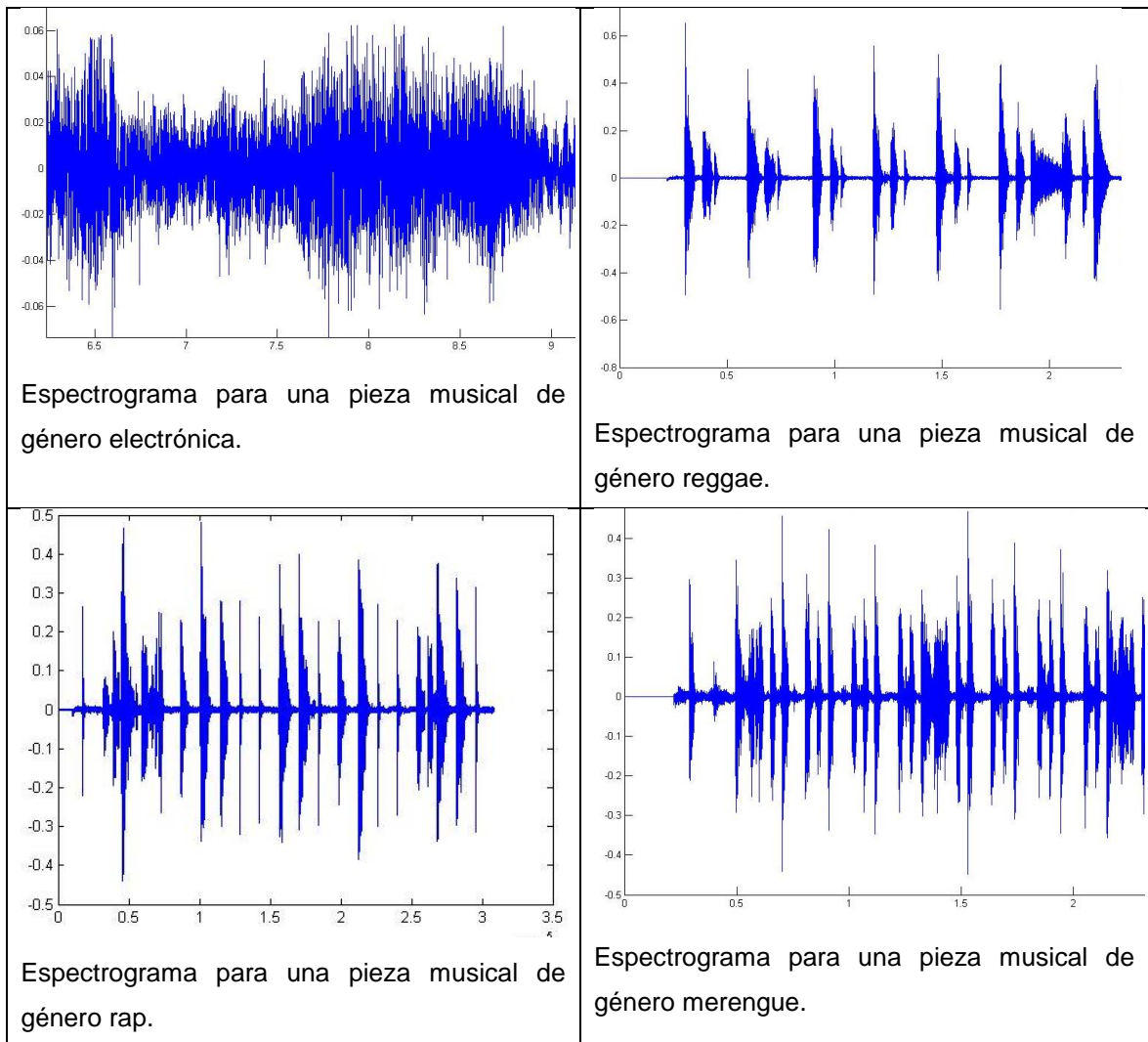
Una vez realizado esto, se buscan las amplitudes máximas correspondientes, para determinar el coeficiente que determina la frecuencia fundamental.

Los resultados obtenidos corresponden a que las amplitudes máximas se encuentran en la frecuencia de la pieza musical con instrumento de flauta, que tiene picos de hasta 0.011, en comparación al violín que contiene puntos máximos de 0.09 y el piano de 0.01. La diferencia que se presenta puede ser mínima pero cuando la representación de análisis de frecuencia se hace para toda la melodía y no únicamente un segmento, las amplitudes tienen a ser mayores en otras secciones.

El patrón que se dejó ver claramente para el tipo de melodías que colaboren en el proyecto para la relajación y disminución de estrés, deben encontrarse en un rango de amplitudes de frecuencia menor o igual a 0.01 y mayor a 0.005.

Por otro lado se elaboró el análisis de frecuencias de otros géneros musicales, obteniendo como resultado los siguientes espectrogramas. Ver Tabla III.

Tabla III. **Análisis de frecuencias de diferentes géneros musicales**



Fuente: elaboración propia.

En el primer cuadro para el género electrónico, se observa que las frecuencias se mantienen bastante consecutivas, llegando a una amplitud de hasta 0.06.

El género reggae posee frecuencias de onda con cierto segmento de espacio sobrepasando la amplitud del género electrónico por 0.001. En el siguiente cuadro se analizó el comportamiento para el rap, al igual que el reggae presenta cierta distancia entre onda de frecuencia aunque con menor magnitud y la amplitud alcanza 0.05. Por último se encuentra el merengue, en donde los segmentos son más consecutivos, no tanto en comparación a las piezas con violín y piano, pero las amplitudes llegan desde 0.03 a 0.048.

5.2. Análisis, diseño y desarrollo de plataforma musical

La plataforma NawoMusic es un proyecto desarrollado bajo el lenguaje PHP, con motor de base de datos MySQL para el almacenamiento de la información y servidor de aplicaciones Apache. La plataforma puede ser accedida a través de: <http://www.pietechs.com/NAWOMUSIC/>.

5.2.1. Requerimientos funcionales

La plataforma NawoMusic debe permitir la inserción y utilización de audio, filtro para las diferentes secciones que permita realizar búsquedas, reflejando únicamente la vinculación de los ítems que hacen alusión al audio o sección requerida, una galería musical que permita organizar las diferentes melodías y estadísticas de visitas. El contenido principal que hará disponible el sitio web, corresponde a material musical.

La navegación entre las diversas páginas se ha reservado en el menú de cabecera, pero se encuentra incorporado un menú izquierdo con el mismo catálogo de opciones.

5.2.2. Requerimientos no funcionales

Las características relevantes en esta plataforma van desde la usabilidad y ergonomía hasta la experiencia en la interacción y la estructuración de los componentes en relación al rendimiento y requerimientos no funcionales del sistema.

Los mismos son definidos a continuación:

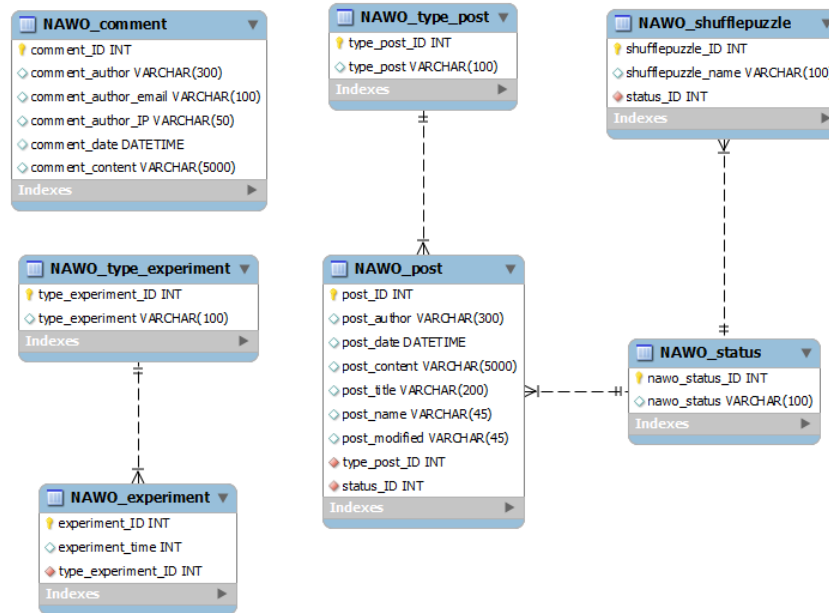
- Estandarización: El sitio web se visualiza y tiene el mismo comportamiento en los siguientes exploradores: Mozilla Firefox y Google Chrome.
- Usabilidad: La navegación en la plataforma es intuitiva y amigable, todas las páginas tienen una estructura común para que el usuario se sienta siempre orientado durante su navegación. El sitio web es atractivo y agradable visualmente.
- Simplicidad: La plataforma es un sitio web bien organizado que refuerza la credibilidad del proyecto.
- Interactividad: El sitio ofrece los diferentes enlaces que permiten a los usuarios interactuar con los diferentes componentes.
- Rendimiento: Las páginas son ágiles y tienen un tiempo de carga adecuado.
- Carga esperada de usuarios: El sitio en relación a la carga de trabajo posee la capacidad para atender a un conjunto de usuarios de manera simultánea.
- Almacenamiento: Permite la administración de contenido multimedia y no restrictiva.
- Escalabilidad: El sistema está construido sobre la base de un desarrollo evolutivo e incremental, de manera que nuevas funcionalidades y requerimientos relacionados puedan ser incorporados.

5.2.3. Diagrama de base de datos

Para el almacenamiento de la información se planteó un modelo relacional definido en la Figura 9, con la siguiente descripción de entidades:

- **NAWO_comment:** Esta entidad almacena los comentarios de los usuarios en relación a su experiencia en el sitio o aporte para mejorar el servicio.
- **NAWO_type_post:** Es un catálogo del tipo de publicación que se realiza en el sitio. Dentro de esta clasificación se encuentra el tipo de audio, video, imagen o texto.
- **NAWO_status:** Catálogo de estados que tiene una actividad dentro del sitio (publicación o juego)
- **NAWO_post:** Almacena cualquier publicación realizada dentro del sitio.
- **NAWO_sufflepuzzle:** Registra los rompecabezas creados (son registrados diferentes rompecabezas de acuerdo a la magnitud de complejidad en el movimiento de piezas, tiempo para resolverlo, imagen del tablero y número de piezas movidas al finalizar el juego).
- **NAWO_type_experiment:** Catálogo del tipo de experimento que se realiza en el sitio (con música o sin música).
- **NAWO_experiment:** Almacena el tipo del experimento y el tiempo que se llevó en finalizar de resolver el experimento.

Figura 9. Diagrama de base de datos

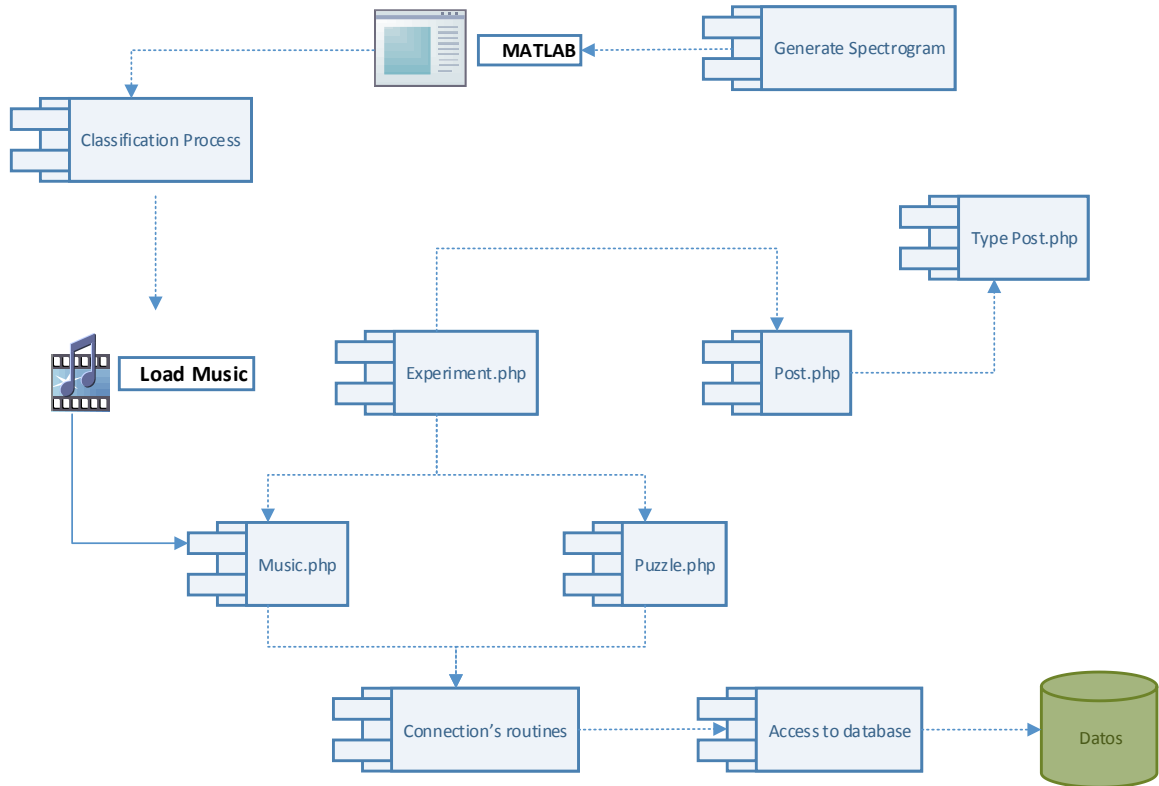


Fuente: elaboración propia.

5.2.4. Diagrama de componentes

Los componentes del sistema NawoMusic implementan un conjunto de interfaces, modeladas claramente en elementos físicos que pueden hallarse en el sitio. El modelo de la Figura 10 muestra la generación de espectrogramas por medio de la herramienta MATLAB, generando las agrupaciones correspondientes para la segmentación de audio, la interacción de los componentes de acuerdo al tipo de nodo que corresponde, que va desde las rutinas para acceder a base de datos, el servidor en donde se encuentra alojada la aplicación y las páginas principales de la plataforma. El servicio muestra un modelo de interfaces requeridas y proporcionadas.

Figura 10. Diagrama de componentes



Fuente: elaboración propia.

5.2.5. Arquitectura de sistemas del sitio web

Como metodología en el diseño es importante pensar en el usuario como objetivo primordial, basándose en esta premisa fue desarrollada la plataforma tomando en cuenta las necesidades del usuario, gracias a lo cual es posible interactuar sin ningún tipo de esfuerzo, reduciendo el estrés y aumentando la eficiencia.

De acuerdo a las tendencias en relación al desarrollo de aplicaciones web/móvil se ha impulsado una interfaz en diferentes contextos. Estos contextos definidos como sistemas operativos, navegadores web o tipos de dispositivos, permiten al usuario establecer conexión desde cualquier ámbito.

En el diseño de interfaces satisfactorias asociadas a la visualización de los contenidos para diferentes contextos, toma bastante relevancia el hecho de conformar una relación con el entorno, con las formas de comportamiento y limitaciones del ambiente. Así, en la relación del usuario y la interfaz no sólo interviene la pantalla, sino todos los componentes que puedan afectar esa dependencia: velocidad de transferencia, tipo de conexión y estado del equipo.

Los elementos de la Figura 11, conforman la arquitectura la cual se encuentra definida de la siguiente manera:

- La aplicación se encuentra alojada en un solo servidor en la nube (se configuró web-server Apache).
- El acceso es realizado por medio del navegador web (Mozilla Firefox y Google Chrome en todas sus versiones).
- La plataforma puede ser accedida desde cualquier tipo de dispositivo, por medio de la tecnología responsive o web adaptativo (utilizando CSS3 media queries y un layout con imágenes flexibles).
- El sistema operativo del dispositivo no es relevante para la visualización del contenido.
- El sitio dispone de un conjunto de melodías que son reproducidas de acuerdo a las preferencias del usuario.

Figura 11. **Arquitectura de sistema de la plataforma NawoMusic**

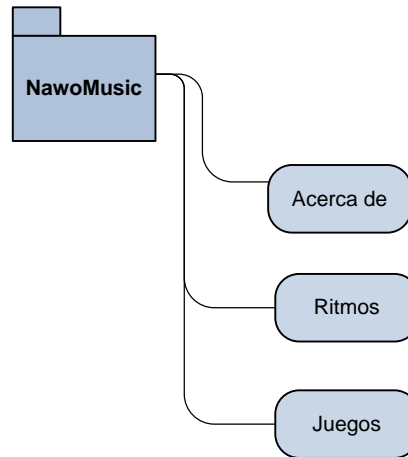


Fuente: elaboración propia.

El contenido publicado es únicamente el relevante para el usuario y se descarta el resto. La plataforma fue desarrollada para que el usuario no se pierda en la navegación. Muestra una arquitectura de información jerárquica simple y bien etiquetada, conforme las siguientes características. Ver Figura 12.

- Contiene 4 categorías como máximo
- Tiene al menos 2 enlaces por página
- Los menús no poseen más de 1 nivel de profundidad
- Los enlaces son priorizados por actividad o popularidad
- No hace uso de ningún tipo de formulario
- No contiene tablas

Figura 12. **Arquitectura de información jerárquica del sitio NawoMusic**



Fuente: elaboración propia.

En el mapeo de componentes a hardware se vio la necesidad de modelar con eficacia aquellos componentes físicos que se combinan para formar el sistema, incluyendo PC's, teléfonos celulares y tabletas. La interfaz entre el sistema de componentes y la interfaz entre el sistema y su entorno externo, especialmente los dispositivos operados por pantallas electrónicas vistos por el usuario, están impulsados por tecnologías actuales con enfoques innovadores.

El propósito principal es organizar los elementos en los subsistemas de hardware y proporcionar una base efectiva para las pruebas de validación de los requerimientos del sistema.

5.2.6. Diseño

En la estructuración de estrategias arquitectónicas para sitios web/móvil como se visualiza en la Figura 13, idealmente, se consideró lo siguiente:

- En general, las opciones del menú son presentadas de manera vertical y horizontal.
- Las principales opciones del menú están conformadas por las acciones más importantes que los usuarios realizarán en el sitio.
- El logo se identifica con el servicio colaborativo de la plataforma.
- Se evitó todo aquello que signifique un obstáculo entre el usuario y su objetivo, desde la disminución de pasos o clics, hasta afrontar y sobrellevar las percepciones de inseguridad.
- Sólo fue considerado el contenido relevante.
- Se utilizó color azul debido a que en el diseño web la utilización del mismo se asocia a progreso e innovación, por lo que es idóneo para proyectos tecnológicos, como ejemplos de sitios web se encuentran: Facebook, HP, Skype, Tumblr, Samsung, entre otros.
- No hay más de cuatro opciones en todo el menú, para que los usuarios no se esfuercen utilizando el *scroll*.
- Los niveles de navegación no son profundos, para que la navegación no se convierta en un obstáculo.
- El tiempo necesario para que una página se cargue es lo más corto posible, esto se logra con la optimización de imágenes y publicación de contenido relevante. En este sentido la información almacenada podrá ser consultada y actualizada permanente y simultáneamente, sin que se afecte el tiempo de respuesta.

- La evaluación de la respuesta del servidor ante múltiples peticiones, se realizó por medio de pruebas de simulación de carga de trabajo en donde se validó que la plataforma es capaz de soportar la cantidad de visitas esperadas.
- La estructura de la base de datos permite el almacenamiento del contenido y el repertorio musical distribuido en directorios.
- El sistema es capaz de permitir en el futuro el desarrollo de nuevas funcionalidades, modificar o eliminar el código existente de la menor manera posible; con la incorporación de aspectos de reutilización de componentes.

Figura 13. **Plataforma musical NawoMusic**



Fuente: elaboración propia.

5.3. Experimento musical

Para determinar los beneficios de la música, se llevó a cabo un experimento que permitió evaluar la concentración de las personas en dos contextos diferentes.

En la plataforma musical NawoMusic, se diseñaron dos rompecabezas con diferentes imágenes. El objetivo de ordenar un rompecabezas es averiguar las piezas que deben ir juntas y una característica importante es tener buena retentiva para recordar donde se deja la pieza que se necesita. Por otra parte ejercita la memoria visual y la motricidad fina, por medio de la exploración y manipulación de las piezas.

Una persona desarrolla capacidades y aumenta habilidades tales como creatividad, coordinación, motricidad y lateralidad, gracias a que obligan al cerebro a trabajar con ambos hemisferios, otros beneficios que se deben mencionar son los siguientes:

- Mejora la memoria
- Mejora la concentración
- Consiguen la aplicación de la lógica con mayor rapidez
- Relajan y pueden controlar el estrés

Tomando en cuenta estas propiedades se realizaron dos experimentos. El primero con un rompecabezas que se desordenaba moviendo únicamente 12 piezas de manera aleatoria, el cual debía resolverse en un tiempo límite de 4 minutos y el ambiente no debía contar con ningún tipo de música.

En el segundo experimento se tenía un rompecabezas con una imagen completamente diferente a la del primer experimento, la razón de esto se debe a que el usuario podía recordar la solución del rompecabezas y lograrlo sin dificultad. El tiempo y el número de piezas para el segundo experimento era el mismo, con la variante de que el usuario disponía de una colección de 15 melodías que podía seleccionar variando de su preferencia y resolver el rompecabezas con la melodía de fondo.

La forma de medir las propiedades de la música, era con base a la rapidez de resolver el rompecabezas en relación al tiempo en los diferentes entornos.

5.3.1. Características del experimento

El grupo de personas que participó en el experimento poseen las siguientes características: Se encuentran en un rango de edades de 25 a 35 años, 25 % del grupo analizado corresponde a mujeres y el resto a hombres. El 67 % de las personas lo resolvieron por medio de una computadora, el 30 % fue a través de un teléfono celular y el 3 % lo hizo con una *Tablet*.

5.3.2. Primer experimento (Sin música)

Como primer paso para la realización del experimento, se hace de conocimiento al usuario, el objetivo de resolver el rompecabezas a través del menor tiempo posible, Ver Figura 14 y 15.

Figura 14. Definición del primer experimento

EXPERIMENTO MUSICAL

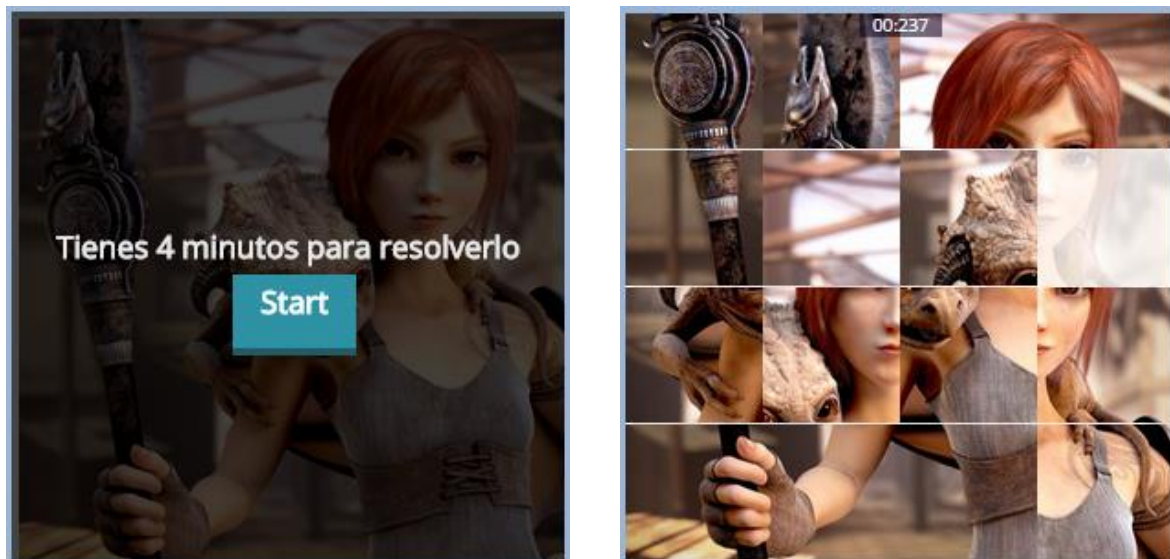
PASO 1.

El siguiente experimento se basa en mejorar la concentración, potenciar la inteligencia lógico-matemática y la inteligencia espacial, a través de un rompecabezas. El reto es resolverlo en el menor tiempo posible, no solo te divertirás sino que aumentarás tus habilidades de aprendizaje, concentración y coordinación.

En el primer paso, deberás resolver el rompecabezas sin música de fondo, esto evaluará tu capacidad de razonamiento y concentración.

Fuente: elaboración propia.

Figura 15. Representación del rompecabezas del primer experimento



Fuente: elaboración propia.

Bajo este contexto se obtuvo la retroalimentación de 88 personas que entraron al sitio e intentaron resolver el rompecabezas, los tiempos obtenidos se encuentran tabulados en la Tabla IV.

Tabla IV. Datos tabulados del primer experimento

TIEMPO (Seg.)	CANTIDAD DE PERSONAS				
7	1	31	3	94	1
8	1	33	1	99	1
9	2	35	1	111	1
10	1	36	1	117	1
11	1	37	1	120	1
13	2	39	2	128	1
15	1	42	1	133	2
16	1	43	2	142	1
17	2	44	1	149	1
18	2	46	1	150	1
20	3	49	1	163	1
21	2	50	1	169	1
22	1	54	1	171	1
23	3	55	1	178	1
24	2	59	1	185	1
25	1	62	2	203	1
29	1	67	1	210	1
30	4	69	1	221	1
		71	1	230	1
		74	2	240	10
		83	1	Total	88

Fuente: elaboración propia.

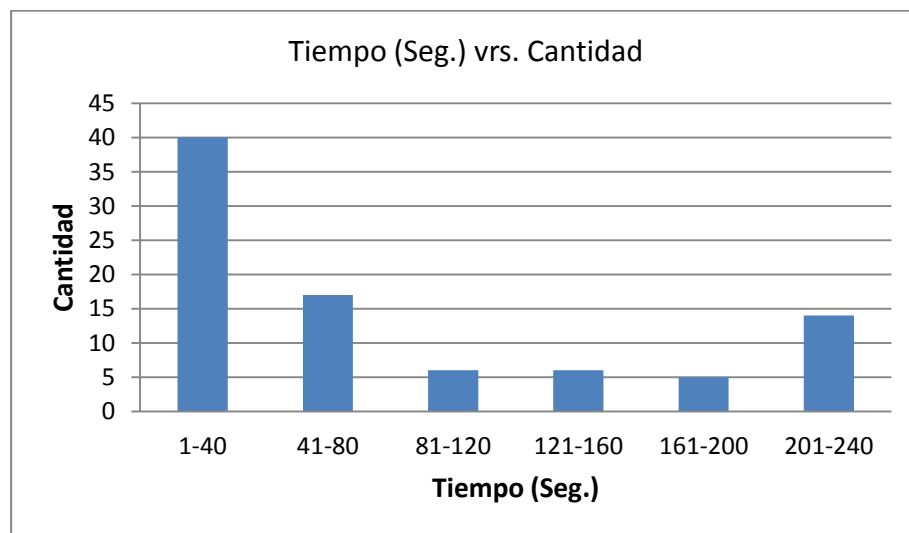
Para tener una visión clara de los datos que se obtuvieron, los mismos fueron clasificados en rangos de tiempo como se observa en la Tabla V. El tiempo que los jugadores se tardaron en resolver el rompecabezas fue dividido en segmentos de 40 segundos, obteniendo un espacio de 6 segmentos que graficar, el resultado fue el siguiente:

Tabla V. **Segmentación de datos del primer experimento**

RANGO DE TIEMPO (SEG.)	CANTIDAD DE PERSONAS
1-40	40
41-80	17
81-120	6
121-160	6
161-200	5
201-240	14

Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **Gráfica de tiempo vrs. cantidad de personas**



Fuente: elaboración propia.

En la Figura 16, se observa que el tiempo para resolver el rompecabezas fue mayor en los extremos. Al menos 40 personas lograron llegar a la meta con tan solo 40 segundos y en el otro extremo 14 personas no lograron resolverlo en el tiempo establecido.

Figura 17. **Cantidad de personas por rangos de tiempo**



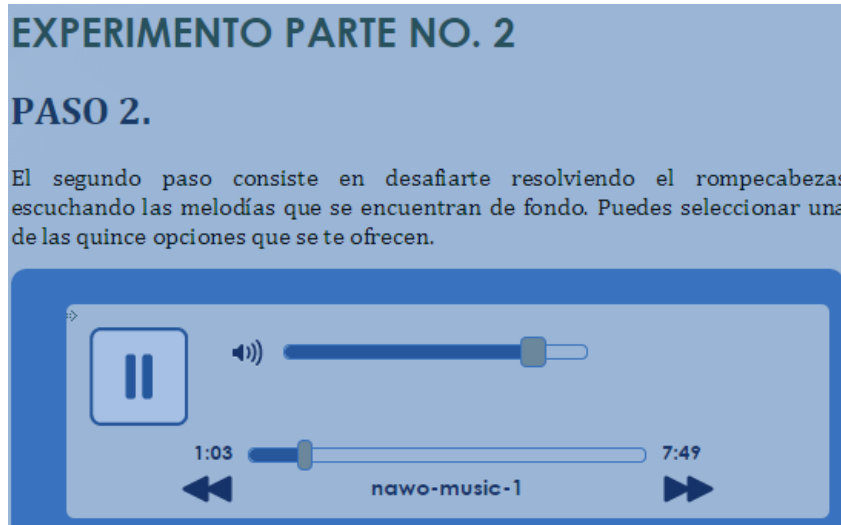
Fuente: elaboración propia.

En la Figura 17, los segmentos del medio del gráfico indican el tiempo en un rango de mayor de 40 segundos y menor de 200 segundos, representa el 38.63 % de la población total analizada, en comparación con la primera porción que a la vista es la mayor, corresponde al 45.46 %, es inferior al 50 % de toda la población y el último segmento que corresponde a las personas que se tardaron más de 200 segundos o no lograron concluir el juego es del 15.91 %.

5.3.3. Segundo experimento (Con música)

El segundo experimento combinado con un conjunto de melodías que contienen piano y violín en su repertorio, incluye un rompecabezas con una imagen diferente, el tiempo y las piezas que se mueven son iguales. El objetivo al igual que al anterior era resolverlo en el menor tiempo posible, con la variable agregada de la música, para aumentar el nivel de concentración y minimizar el riesgo de error en el movimiento de piezas. Ver Figura 18 y 19.

Figura 18. Definición del segundo experimento



Fuente: elaboración propia.

Figura 19. Representación del rompecabezas del segundo experimento



Fuente: elaboración propia.

Al igual que el experimento anterior se clasificaron los tiempos obtenidos en rangos y la cantidad de personas que lo resolvieron en determinado segmento. Ver Tabla VI y VII.

Tabla VI. **Datos tabulados del segundo experimento**

TIEMPO (Seg.)	CANTIDAD	26	2	51	1	150	1
		27	1	58	1	152	1
5	2	28	1	64	3	163	2
9	4	29	4	70	1	182	1
10	1	30	4	75	1	216	1
14	1	31	2	77	1	240	8
15	5	34	2	85	2	Total	88
16	2	40	1	88	1		
17	2	41	2	89	1		
18	2	42	1	90	2		
20	2	44	1	94	4		
21	3	45	1	110	2		
22	1	47	1	123	1		
23	2	49	1	145	1		
24	1						

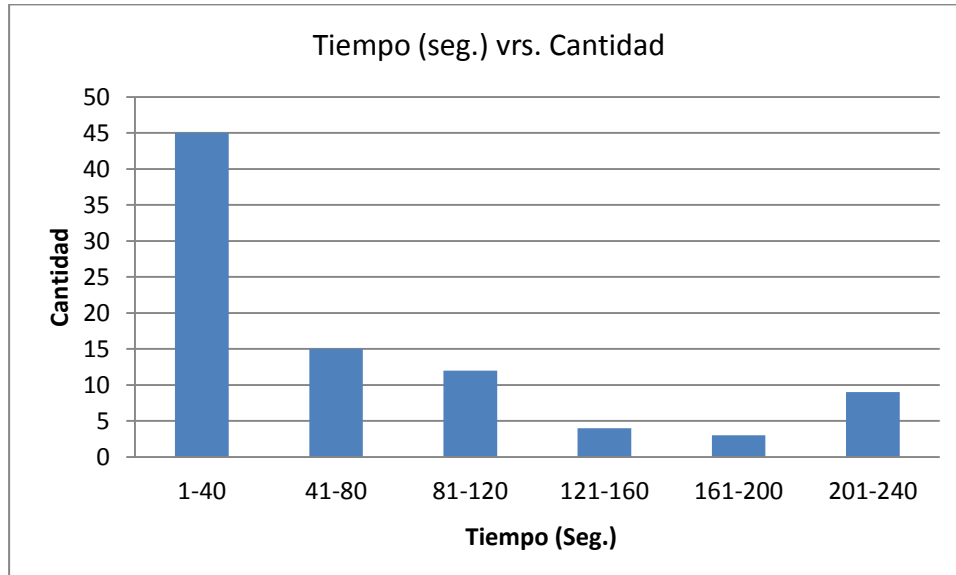
Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Segmentación de datos del segundo experimento**

RANGO DE TIEMPO (SEG.)	CANTIDAD DE PERSONAS
1-40	45
41-80	15
81-120	12
121-160	4
161-200	3
201-240	9

Fuente: elaboración propia.

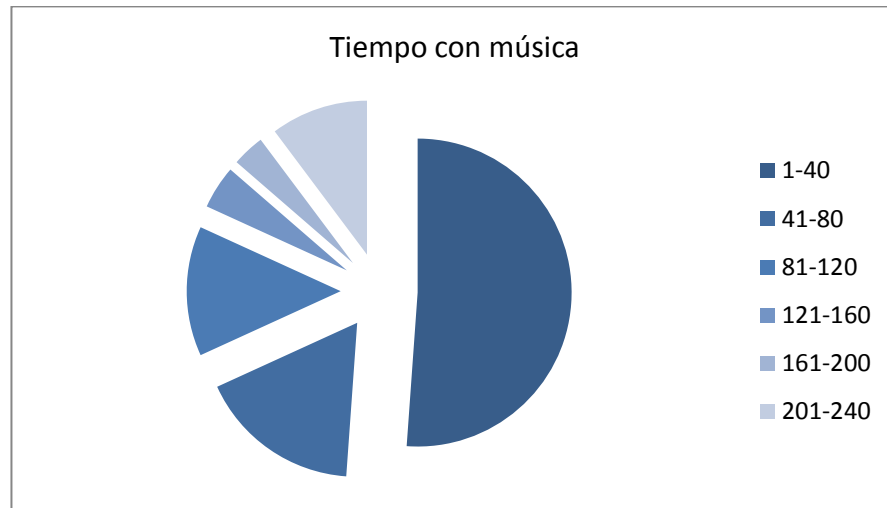
Figura 20. **Gráfica de tiempo vrs. cantidad de personas**



Fuente: elaboración propia.

En la Figura 20 y 21, la cantidad de personas que resolvieron el rompecabezas en este contexto es mayor en relación al experimento anterior, más del 50 % obtuvieron un tiempo menor o igual a 40 segundos y el extremo que agrupa a las personas que lo hicieron en más de 200 segundos o se terminó el tiempo y no llegaron a la meta corresponde únicamente 10.2 %, claramente se ve la diferencia en el valor agregado que aporta la música en relación a la concentración, memorización y abstracción.

Figura 21. **Cantidad de personas por rangos de tiempo**



Fuente: elaboración propia.

5.3.4. **Feedback de NawoMusic**

Para evaluar la calidad del contenido que ofrece el sitio NawoMusic, se realizó una encuesta que reflejara aspectos relacionados a la interacción del usuario con la plataforma, la relevancia del contenido que se publicó, los beneficios que aportó la música en su capacidad de memorización y el tipo de innovación que se ofreció en relación a otros sitios.

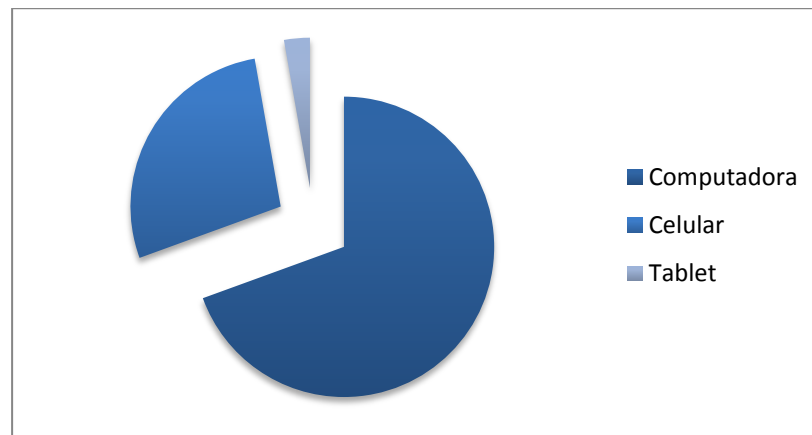
La cantidad de personas que colaboró con esta retroalimentación corresponde a un grupo de 36 personas. La primera pregunta que se realizó va relacionada al tipo de dispositivo utilizado para realizar ambos experimentos, el objetivo era medir el nivel de satisfacción y la adaptabilidad, interacción y usabilidad de la plataforma desde cualquier medio. Los resultados tabulados se ven claramente en la Tabla VIII.

Tabla VIII. **¿Qué dispositivo utilizaste para visualizar el contenido del sitio?**

Opciones de Respuesta	Respuesta
Computadora	25
Celular	10
Tablet	1
Total	36

Fuente: elaboración propia.

Figura 22. **¿Qué dispositivo utilizaste para visualizar el contenido del sitio?**



Fuente: elaboración propia.

En la gráfica de la Figura 22, el 69.4 % de las personas hicieron uso de una PC para realizar el experimento, el 27.8 % utilizó el teléfono celular y 2.7 % utilizó una tableta. Las observaciones indican que la plataforma se adapta a cualquier dispositivo, debido a que se puede acceder desde un navegador independientemente del dispositivo y del sistema operativo que este posea.

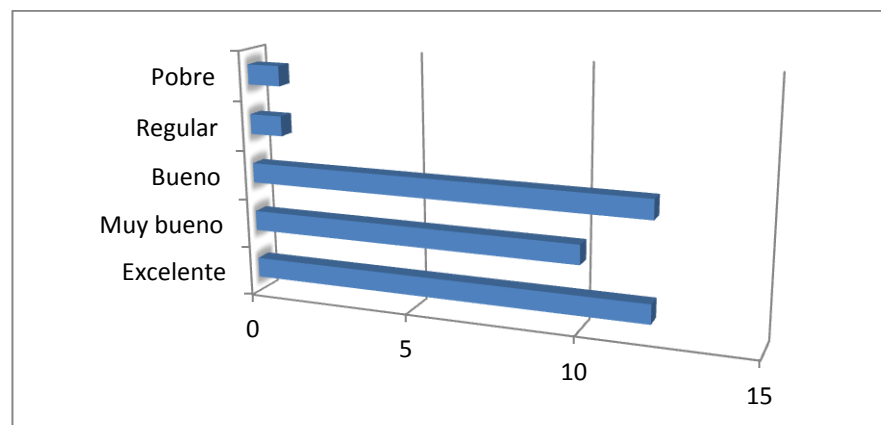
La segunda pregunta relacionada al diseño de la plataforma en general a los componentes que integran el sitio, abarcando aspectos ergonómicos y usabilidad. Ver resultados obtenidos en la Tabla IX.

Tabla IX. **En general, ¿Cómo te pareció el diseño de la plataforma?**

Opciones de Respuesta	Respuesta
Excelente	12
Muy bueno	10
Bueno	12
Regular	1
Pobre	1
Total	36

Fuente: elaboración propia.

Figura 23. **En general, ¿Cómo te pareció el diseño de la plataforma?**



Fuente: elaboración propia.

La estadística de la Figura 23, indica que a un tercio de los encuestados les pareció excelente el diseño de la plataforma, el 27.7 % considera que es muy bueno, el 33.33 % piensa que el diseño es bueno y 2.7 % considera que es regular o que es pobre, respectivamente.

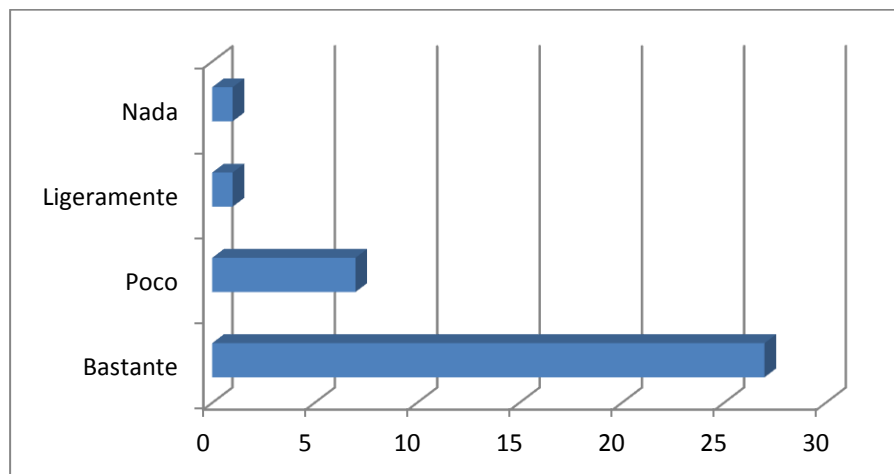
La siguiente pregunta va enfocada al nivel de interacción que los usuarios tuvieron en relación a la dificultad en acceder a los diferentes enlaces que presenta la plataforma o la reproducción de las melodías que contiene. Ver datos tabulados en la Tabla X.

Tabla X. **¿La interacción con el sitio te permitió navegar sin dificultad?**

Opciones de Respuesta	Respuesta
Bastante	27
Poco	7
Ligeramente	1
Nada	1
Total	36

Fuente: elaboración propia.

Figura 24. **¿La interacción con el sitio te permitió navegar sin dificultad?**



Fuente: elaboración propia.

En la Figura 24, se deja ver que el 75 % de las personas pudo navegar bastante y sin dificultad dentro de la arquitectura de sistemas que muestra la plataforma, el 19.4 % tuvo poca interacción debido a la navegación que el sitio no le permitió y el 2.7 % interactuó ligeramente o nada dentro del sitio, respectivamente.

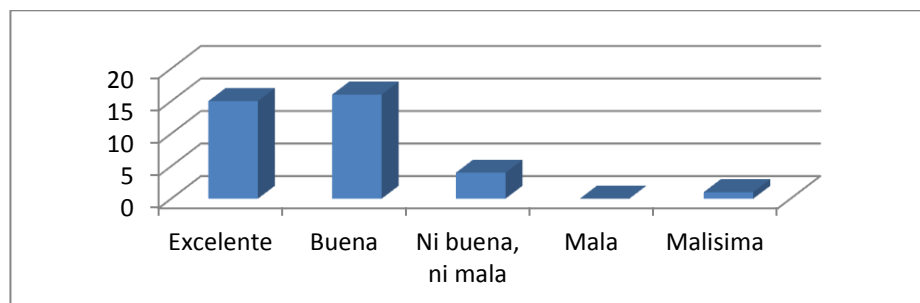
La siguiente pregunta relacionada al contenido musical que se publicó, la calidad de la misma y el aporte que brindó en la resolución del problema que se presentó. Ver el contenido tabulado en la Tabla XI.

Tabla XI. **En general ¿Cómo calificaría la calidad de las melodías publicadas en el sitio?**

Opciones de Respuesta	Respuesta
Excelente	15
Buena	16
Ni buena, ni mala	4
Mala	0
Malísima	1
Total	36

Fuente: elaboración propia.

Figura 25. **¿Cómo califica la calidad de las melodías?**



Fuente: elaboración propia.

En la Figura 25, el 41.67 % considera que las melodías alojadas en el sitio presentan un nivel de calidad y su aporte en la memorización y la resolución del rompecabezas es excelente, por otro lado el 44.4 % cree que las melodías son buenas, para el 11.1 % no tienen ninguna relevancia o bien no son ni buenas ni malas en relación al estudio que se realizó y por último el 2.7 % considera que estas melodías son de malísima calidad para elevar la concentración.

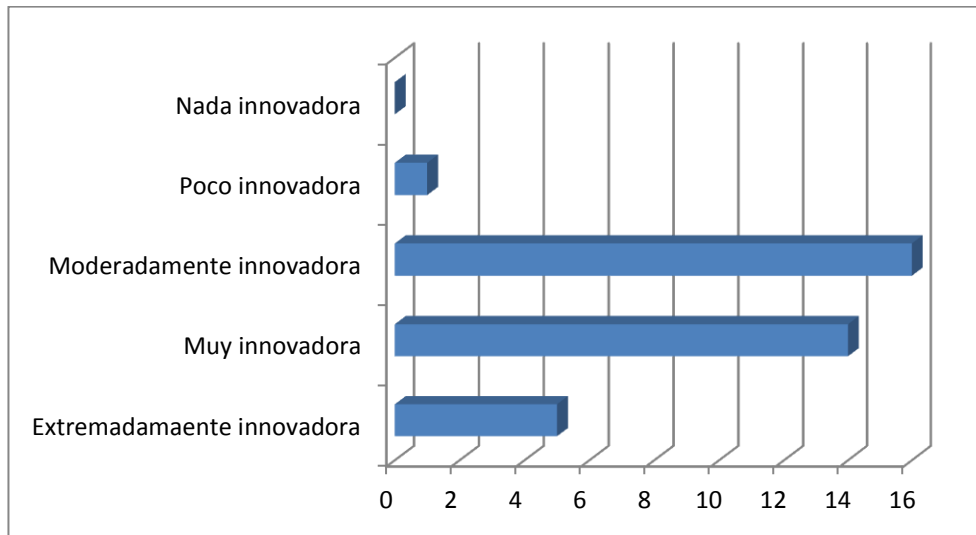
La siguiente interrogante enfocada a determinar el nivel de innovación que las personas perciben de la plataforma en relación al listado de canciones que se presentan, la concentración a través de juegos para el cerebro y el concepto de web 2.0 que trasmite la colaboración de otros usuarios para alimentar el proyecto con nuevas ideas, se ve claramente en los resultados de la Tabla XII.

Tabla XII. **¿Qué tan innovadora es la propuesta que ofrece la plataforma?**

Opciones de Respuesta	Respuesta
Extremadamente innovadora	5
Muy innovadora	14
Moderadamente innovadora	16
Poco innovadora	1
Nada innovadora	0
Total	36

Fuente: elaboración propia.

Figura 26. **¿Qué tan innovadora es la propuesta que ofrece la plataforma?**



Fuente: elaboración propia.

En la gráfica de la Figura 26, el 13.89 % la plataforma es extremadamente innovadora, considerando aspectos de tecnologías involucrados en la solución que se propone, 38.89 % cree que es muy innovadora, la mayor parte de la población correspondiente al 44.4 % encuestada considera que es moderadamente innovadora y para el 2.7 % piensa que es poco innovadora en relación a otras propuestas en el mercado.

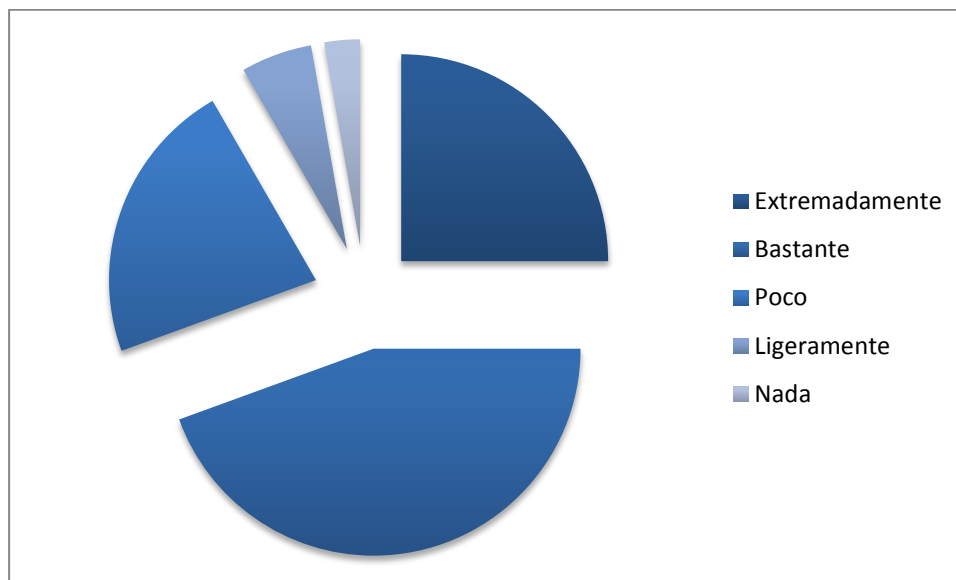
La siguiente pregunta tiene el objetivo de determinar cómo influye la música en el estado de ánimo de las personas, independientemente del contexto en el que se encuentra y el beneficio que la misma ha aportado en la relajación y disminución de alteraciones en el comportamiento usual. Ver datos tabulados en la Tabla XIII.

Tabla XIII. **En general ¿La música ha permitido disminuir tu nivel de estrés?**

Opciones de Respuesta	Respuesta
Extremadamente	9
Bastante	16
Poco	8
Ligeramente	2
Nada	1
Total	36

Fuente: elaboración propia.

Figura 27. **En general ¿La música ha permitido disminuir tu nivel de estrés?**



Fuente: elaboración propia.

La gráfica de la Figura 27, deja ver claramente que el 25 % de las personas piensan que la música ha permitido disminuir su nivel de estrés extremadamente, en comparación con el 44.4 % que piensa que la música ha contribuido de cierta forma en su estado emocional pero en menor nivel, el 22.2 % piensa que la música no tienen mayor relevancia en disminuir el estrés que posea y su aporte fue poco, el 5.5 % cree que la música contribuye de forma casi nula y el 2.7 % considera que para nada tiene injerencia en el estado de ánimo.

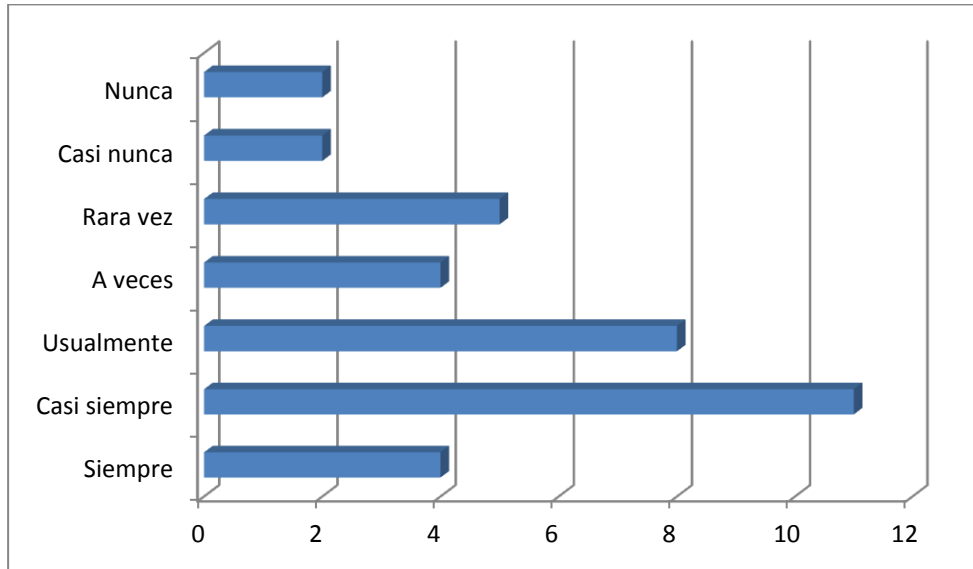
La siguiente pregunta logró identificar la frecuencia en que las personas hacen uso de la música como herramienta para lograr un estado de concentración al momento de estudiar. Ver datos tabulados en la Tabla XIV.

Tabla XIV. **¿Con qué frecuencia utiliza la música para estudiar?**

Opciones de Respuesta	Respuesta
Siempre	4
Casi siempre	11
Usualmente	8
A veces	4
Rara vez	5
Casi nunca	2
Nunca	2
Total	36

Fuente: elaboración propia.

Figura 28. **¿Con qué frecuencia utiliza la música para estudiar?**



Fuente: elaboración propia.

En la Figura 28, el 11.1 % de los encuestados siempre utiliza la música como medio para estudiar y memorizar, el 30.6 % casi siempre la utiliza, el 22.2 % usualmente busca medios musicales para lograr concentrarse, el 11.1 % a veces escucha música para concentrarse, el 13.89 % rara vez hace uso de este medio, el 5.5 % casi nunca o nunca utiliza medios auditivos, respectivamente.

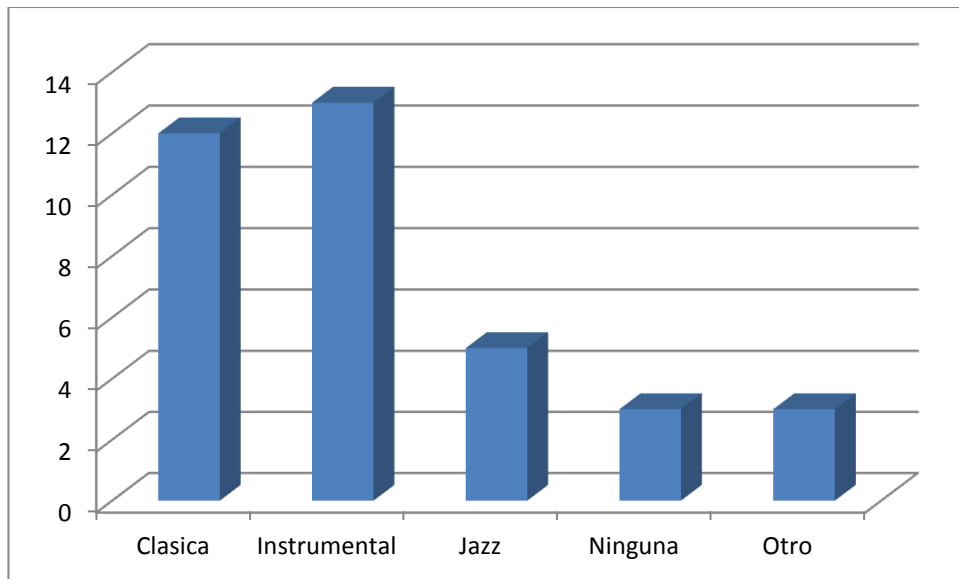
La siguiente pregunta intentó identificar el tipo de melodías en relación al género musical, que las personas escuchan para elevar su nivel de concentración. Ver datos tabulados en la Tabla XV.

Tabla XV. ¿Qué tipo de música escuchas para estudiar?

Opciones de Respuesta	Respuesta
Clásica	12
Instrumental	13
Jazz	5
Ninguna	3
Otro	3
Total	36

Fuente: elaboración propia.

Figura 29. ¿Qué tipo de música escuchas para estudiar?



Fuente: elaboración propia.

La gráfica de la Figura 29 muestra que el 33.33 % hace uso de la música clásica, el 36.1 % utiliza la música instrumental, el 13.89 % utiliza Jazz, el 8.33 % no hace uso de ningún tipo de género musical y el otro 8.33% hace uso de otro tipo de género como la música *trans*.

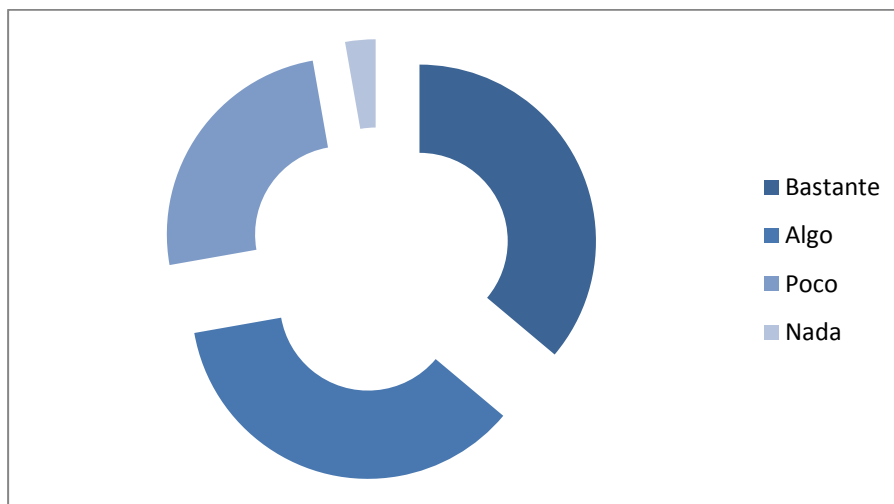
La última pregunta de la encuesta trató de resaltar las ventajas de la música en un entorno educativo. Ver resultados obtenidos en la Tabla XVI.

Tabla XVI. **En general ¿La música ha permitido elevar tus habilidades de aprendizaje?**

Opciones de Respuesta	Respuesta
Bastante	13
Algo	13
Poco	9
Nada	1
Total	36

Fuente: elaboración propia.

Figura 30. **En general ¿La música ha permitido elevar tus habilidades de aprendizaje?**



Fuente: elaboración propia.

En la gráfica de la Figura 30, se deja ver que el 36.1 % considera que la música ha permitido elevar características de su aprendizaje bastante o en cierta forma, respectivamente, el 25 % ha obtenido pocos beneficios en su aprendizaje con ayuda de la música y el 2.7 % no ha logrado ninguna ventaja en el uso de este medio.

5.3.5. Resultados finales

En ambos escenarios (sin música y con música), se encuentra un rompecabezas respectivamente, cada uno con el mismo límite de tiempo y número de piezas que se desplazan en el tablero, las variantes se encuentran en la música y el diseño de la imagen.

Los objetivos del rompecabezas en la realización del experimento son los siguientes:

- Capturar la atención del usuario
- Concentración para alinear cada pieza
- Memorización para identificar la última pieza desplazada

Si los objetivos anteriormente mencionados se combinan con música, se desarrolla un entorno optimizado, en relación al proceso de ordenamiento de las piezas del tablero en el menor tiempo posible.

La música proporciona al cerebro un mejor entorno en el desarrollo de las ideas y restablecimiento de conexiones neuronales, permitiendo mejor concentración en los procesos de aprendizaje. Es por eso que las melodías que se clasificaron poseen características de baja frecuencia con amplitudes bastante cortas, con el objetivo de que no alteren los nervios de las personas, logrando un estado de relajación y permitiendo concentrarse y resolver el juego de rompecabezas en el menor tiempo posible.

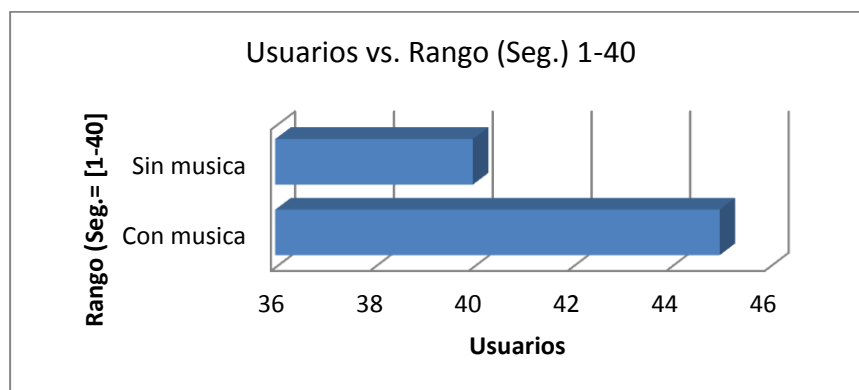
Los resultados obtenidos para ambos experimentos, de forma general se ven en la Tabla XVII.

Tabla XVII. **Resultados obtenidos para ambos experimentos**

AMBIENTE	USUARIOS
Con música	45
Sin música	40

Fuente: elaboración propia.

Figura 31. **Usuarios vs. periodo de 1 a 40 segundos**



Fuente: elaboración propia.

En la gráfica de la Figura 31, se nota la variación de las personas que lograron terminar el juego en este rango de tiempo, teniendo la música de fondo con el conjunto de melodías seleccionadas.

Los resultados obtenidos en la realización del experimento permitieron identificar la efectividad de la música en la concentración, memorización y cognición. El experimento con música en comparación con el ambiente sin música, obtuvo un 53 % de efectividad. Por consiguiente, se puede afirmar que el uso de la música con instrumentos musicales como violín o piano es efectivo para el aumento de concentración y permitió capturar el interés de los usuarios que exploraron la gama de melodías alojadas en plataforma NawoMusic.

6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados muestran que las ondas de amplitud corta y baja frecuencia afectan el cerebro de forma significativa tanto por la música interpretada a base de instrumentos como piano y violín como la ausencia de letras que no se encuentran en ninguna melodía analizada. Al final del experimento realizado dentro de la plataforma NawoMusic por medio de resolver un rompecabezas distinto en dos entornos respectivamente, se encontraron diferencias en la manera de concentrarse de las personas, al ser comparados los resultados con relación al tiempo que toma resolver el juego en un ambiente sin música en uno con música.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por la revista de Ciencia y Tecnología realizado por Ordoñez, E. y otros (2011), en donde se tomó un conjunto de 22 canciones y se realizó el análisis espectral a través de Matlab y se pudo observar que la música clásica mostró amplitudes bastantes bajas en comparación con el género musical reggae, en definitiva y como conclusión del experimento realizado por la revista, este tipo de música colabora en el relajamiento, disminuyendo el estrés y realiza de mejor forma el procesado de información ya que estimula las neuronas.

El objetivo de resolver el rompecabezas en un ambiente musical es lograr concentración y retención de pequeños fragmentos de información con los movimientos en las piezas del tablero, eso se considera que la música colabora en la activación de la memorización y la fatiga en la realización de tareas complejas.

Los resultados obtenidos en la realización de este proyecto apoyan la teoría de Weinberger (1999) quien afirma que el sistema auditivo está ligado a los procesos de atención y aprendizaje, al involucrar ondas theta (oscilaciones electromagnéticas en el rango de frecuencias de 3.5 y 7.5 Hz que se detectan en el cerebro humano) en los lóbulos frontales.

Estos hallazgos indican que los resultados obtenidos al posicionar estas melodías con ciertas características similares y uso de instrumentos específicos (violín y piano), son de beneficio en los procesos de atención, memoria y para el manejo de la ansiedad.

Los resultados mostraron que las personas interactuaron sin ninguna dificultad al sistema por medio de cualquier dispositivo, haciendo uso del concepto de web adaptativa. Estos resultados van de la mano a la afirmación de Hassan Montero y Martin Fernández (2003), quienes indican que la usabilidad va íntimamente relacionada a la accesibilidad, ya que determina la facilidad de uso e interacción de los usuarios potenciales.

La arquitectura del sistema, probablemente el aspecto menos reflejado de forma visual por el usuario, se logró evaluar a través de la encuesta y los resultados evidenciaron claramente que la estructuración de los componentes permitió a los usuarios desplazarse por la aplicación de forma óptima, debido a la jerarquía de pocos niveles que evita la navegación innecesaria y la interacción inmediata. Con lo anterior se logra probar el estudio realizado por Folmer y Bosch (2003), quienes han investigado el hecho de que el diseño a nivel de arquitectura tiene una gran influencia en la usabilidad de la aplicación, además de que es el arte y la ciencia de organizar los espacios de información, estructuración, clasificación y rotulado del contenido como lo afirma Toub (2000).

6.1. Aportes de la innovación

En el experimento realizado se ha visto que la música forma parte integral de las nuevas generaciones, no solo desde el aspecto social sino como un elemento de cotidianidad y es el elemento de ocio más habitual.

La cultura del video y el audio con las tecnologías de la información y la comunicación desempeñan un papel importante, esta cultura se encuentra inmersa en una gran cantidad de elementos musicales transmitidos y producidos por distintos medios de expresión y comunicación. Las diferentes realidades sonoras, en particular la musical, producida por los instrumentos han tomado cierta relevancia, una sólida y coherente educación musical se debe considerar como una competencia más en el desarrollo integral de la persona para favorecer una personalidad completa y equilibrada.

La investigación ha dejado ver claramente como los sonidos del mundo que nos rodea, pueden ser la materia prima de manifestaciones artísticas que favorecen en el hecho de capturar la expresión, sensibilización, comprensión y creatividad del ser humano.

La exploración de material musical durante el proceso investigativo de melodías, identifiqué que las personas adquieren una serie de conceptos que le facilitan realizar una lectura coherente de sonidos e imágenes, y sentir las emociones que subyacen de toda expresión artística.

Hay que tomar ciertas consideraciones en los recursos audiovisuales de los que se va disponer, se deben atender especialmente los siguientes criterios:

- Los materiales y los instrumentos
- Las obras que fomenten la escucha de música de distintos estilos y culturas.
- La integración simultanea de atención, acción o movimiento
- La decisión de escuchar

Desde un planteamiento practico, los conocimientos técnicos harán posible el desarrollo de estas capacidades, es por esto el uso de distintos recursos, lo que facilitara a las personas que progresen en esta área.

Las preocupaciones que se tienen con relación al impacto de los nuevos aportes tecnológicos en el desarrollo del pensamiento y el lenguaje no es algo nuevo, en un enfoque global, los diferentes responsables en el ámbito educativo han visto como la introducción de las TIC's en la vida de las personas ha ido cambiando diversos hábitos, entre estos el consumo de información digital y entretenimiento o la comunicación, cambios que han afectado en gran medida la esencia del ser humano en su comportamiento.

Los primeros años de este siglo se han caracterizado por la aparición de innovaciones tecnológicas, que han permitido el acceso a la información y al conocimiento, desde cualquier lugar del planeta en formatos más atractivos y accesibles gracias a la democratización del acceso a las tecnologías de producción multimedia.

Hay que dejar claro que las nuevas generaciones nacen en un mundo que les bombardea constantemente con estímulos audiovisuales, lo que implica que haya un menor esfuerzo para el cerebro en el proceso de decodificación en comparación con el esfuerzo que se requiere en la lectura y escritura, es por eso que Youtube es hoy en día el buscador multimedia más utilizado por los internautas.

Es primordial discutir acerca de la utilización de la música como elemento motivador a la hora de despertar interés y captar atención en la lectura de textos, sin que la misma se convierta en un factor distractor. En el experimento realizado se utilizó un juego que permitió a los usuarios capturar su atención bajo un ambiente con audio, este mismo factor aplicado al momento de asimilar un texto literario evidencia como la novedad de la actividad o el *soundtrack*, hecho a medida de la historia, logra que la mente de las personas generen mayor disposición a la hora de dedicar tiempo a la lectura.

6.2. Innovación en la lectura digital multimedia

Con la evolución en el tema de redes sociales, el avance tecnológico en los dispositivos multimedia portátiles y el aumento exponencial de la conectividad, se observó que las personas viven en una era que se caracteriza por la aparición de múltiples formatos digitales multimedia innovadores y es por eso que la educación debe incorporarse al juego como parte de una estrategia educativa. Desde libros interactivos en donde este plasmado imagen y texto, emulaciones que permitan aumentar la experiencia del lector, audio que se adapte al tipo de historia que se narra, diseños adaptativos de acuerdo a lo que se estudia, mayor interacción con los dispositivos, logrando la introducción de nuevas fórmulas de combinación de formatos físicos y digitales, empleando diferentes tipos de tecnología de realidad aumentada.

6.3. Análisis de la oportunidad de negocio

NawoMusic un proyecto que propone cambiar la manera de estudiar y combatir el estrés al mismo tiempo, con su propuesta innovadora de posicionar melodías en un sitio web, colabora elevando el nivel de concentración y en edades tempranas aumentando las habilidades cognitivas. Esta iniciativa a través de la plataforma musical, publicará contenidos de calidad constantemente, lo que permitirá a los usuarios elegir de una colección musical completamente nueva. Sin faltar el aspecto social, la plataforma sugerirá las canciones más reproducidas y permitirá compartir melodías.

6.3.1. Servicios

El proyecto NawoMusic ofrecerá un catálogo variado de melodías previamente seleccionadas que logren elevar el nivel de concentración. Se pretenden cubrir aspectos relacionados a combatir el estrés y a poder controlarlo con la música.

Se creará un repositorio musical en donde serán publicadas diferentes melodías correspondientes a varios géneros musicales, donde se logre capturar no solo la atención de los clientes dependiendo de los gustos que prefiera, sino también le permitirá aumentar su potencial intelectual.

El objetivo del estudio es poder identificar el audio que realmente colabore con las necesidades de aprender y se obtenga un efecto claramente distinguible y verificable en los resultados del aprendizaje.

Con esta premisa se pretende llevar el concepto a muchos establecimientos educativos para emplear el método de “Aprendiendo con ritmo” y lograr que una gran comunidad colabore con este proyecto.

6.3.2. Competencia

Posee dos tipos de incidencias que limitan el campo de oportunidad.

6.3.2.1. Directa

- YouTube, con la red de canales educativos y la variedad de videos que posicionan con contenido similar.
- Study Music Project, proyecto fundado por Dennis Kuo, la finalidad es componer y producir música exclusivamente para mejorar la experiencia de estudiar del estudiante.

6.3.2.2. Indirecta

- Sitios web que ofrecen variedad de géneros musicales, a través de suscripciones gratuitas que permiten a los usuarios escuchar música online y crear listas de reproducción.
- Plataformas educativas con enfoque social.

6.3.3. Tecnología

Se realizará una clasificación de melodías de acuerdo a sus características, a través de una herramienta tecnología que establezca el nivel de frecuencia, ritmo y melodía apropiada. El audio seleccionado será publicado en la plataforma NawoMusic y a través de inteligencia de negocios se identificarán las tendencias de los usuarios en relación al tipo de melodías con mayor reproducción.

6.3.4. Resumen de análisis de mercado

El sitio web tiene un enfoque educativo, por lo que su nicho de mercado estará en los establecimientos educativos, dando a conocer la idea en cuanto al desarrollo de habilidades cognitivas que se obtienen al ejercitar el cerebro con métodos muy diferentes a los conocidos, con melodías que apoyarán como herramienta en la etapa de aprendizaje.

6.3.4.1. Segmento de mercado

Aunque se establece que la plataforma estará orientada a la educación, cabe mencionar que las melodías apoyan en disminuir el estrés, por lo que cualquier persona puede experimentar de la música que se posicione y el efecto que se logra alcanzar.

Para tener un estimado del tamaño del segmento de mercado a nivel guatemalteco, según varias fuentes como Instituto Nacional de Estadística (INE), Instituto Guatemalteco de Turismo (INGUAT) y Compañía líder en investigación de mercado (IPSOS), el número de habitantes en Guatemala hasta el 2015 corresponde a 15, 859,714 de los cuales 2, 716,781 tienen acceso al internet, 79% de esa población ingresa para escuchar música y 45% para ver videos. En conclusión, 7 de cada 10 personas ingresan al internet en búsqueda de información y 2, 146,257 usuarios de todos los internautas lo hacen para buscar material musical, con este dato se puede tener un estimado de que al menos poco más de dos millones pueden hacer uso de la plataforma NawoMusic.

6.3.4.2. Objetivo estratégico

Llegar a la mayoría de instituciones educativas del departamento de Guatemala. El tiempo estimado para alcanzar este objetivo corresponde a un período de 10 a 12 meses, con la premisa de dar a conocer la funcionalidad de la plataforma al elevar la concentración y combatir el estrés con música de calidad y completamente relajante, que permitirá enfocar las ideas y lograr resultados totalmente distintos a los métodos ya conocidos.

6.3.5. Resumen de estrategias e implementación

NawoMusic dará a conocer las ventajas a través del efecto de la música y la reacción del cerebro a diferentes sonidos, la forma en que colabora en el desarrollo del pensamiento, ofreciendo capacidad expresiva y mental, agudizando la sensibilidad y la capacidad para percibir.

6.3.5.1. Ventaja Competitiva

Con esta técnica se romperán ciertos paradigmas de estudio, porque las personas podrán trabajar con el ritmo que más se adecue a sus gustos musicales.

6.3.6. Estrategia de mercado

El servicio *streaming* es una forma innovadora de llegar al cliente potencial, en la definición de atributos de calidad los elementos relevantes van de la mano con la experiencia, que brinda beneficios adicionales al usuario.

6.3.6.1. Integración vertical hacia adelante

Los avances de la tecnología permiten que el desarrollo de una herramienta de este tipo, sea interactiva, usable y adaptativa en relación a las necesidades del usuario, pero no hay que descartar que la evolución acelerada de la tecnología obliga a ofrecer nuevas opciones educativas para cubrir la demanda actual de educación superior.

6.3.7. Business Model Canvas

Gestionar la estrategia de negocio en la plataforma, involucra elementos que permiten aumentar el contenido por medio de la colaboración de los usuarios, generar valor agregado con la clasificación de audio e innovar el concepto de estudiar.

6.3.7.1. Segmento de mercado

Aunque el enfoque se va dirigir exclusivamente a instituciones educativas, cabe mencionar que cualquier persona podrá experimentar con las melodías que la plataforma brinde.

6.3.7.2. Propuesta de valor

Los beneficios que se logran alcanzar con las melodías que se brindan en la plataforma, van de la mano con los estudios realizados que demuestran el gran impacto que tiene la música al momento de aprender, no solo el hecho de lograr un nivel de concentración más alto, sino la comodidad y el bajo estrés que se maneja al momento de interactuar con los sonidos.

Un sitio web que a través de música colabore en un entorno educativo, desarrollando capacidades cognitivas, aumentando el nivel de concentración, aumento en la percepción, coordinación y la sensibilidad ayudando al usuario a un proceso global de aprendizaje.

Se presentará una propuesta innovadora que romperá con ciertos paradigmas de estudio, como estudiar a través del ritmo que más les guste a las personas, así como la característica de ubicuidad que se pretende resaltar.

6.3.7.3. ¿Cómo llegar al cliente?

La forma de capturar el interés del cliente se realizará a través de la calidad musical que se presente en el repositorio y no solo la relajación que se obtenga sino la clasificación de melodías que van a depender de los gustos de las personas, las cuales pueden ir desde instrumentales, clásicas o combinadas entre ritmos que no perturben la concentración y siempre sigan la línea de aprender con ritmo.

Dependiendo de las canciones preferidas, las más escuchadas, los autores preferidos, las tendencias, entre otros factores se podrán asociar ritmos al perfil de la persona y sugerir nuevas melodías, además de poder crear el repertorio de canciones personalizado.

6.3.7.4. Relación con el cliente

La plataforma se mantendrá en constante evolución en relación a las melodías que publique y manejará un crecimiento vertical a fin de mejorar la plataforma agregándole nuevas funcionalidades, tales como combinación de sonido y video, y obtener resultados con mayor impacto del lado educativo. Se introducirán materiales educativos enfocados a las nuevas tecnologías de la información. Toda esta gama de mejoras que se agregarán conforme vaya creciendo y se vaya expandiendo lograrán aumentar el interés del cliente y aumentar la relación de este con el servicio que se provee.

6.3.7.5. Fuente de ingresos

El uso de la plataforma en relación al material musical que se publique es gratuito, para una fase posterior se planea combinar música con juegos para la mente, se utiliza esta misma iniciativa para cobrar una membresía anual a bajo costo para que las personas se diviertan jugando y escuchando.

6.3.7.6. Recursos clave

Para llevar a cabo el proyecto se requiere de los siguientes recursos:

- Infraestructura
- Servidor *streaming*
- Repertorio musical
- Desarrollador

6.3.7.7. Actividades clave

- Selección de melodías como objeto de estudio.
- Clasificación y segmentación de melodías.
- Alojamiento de melodías en servidor *streaming*.
- Desarrollo de aplicación web/móvil.
- Configuración de la plataforma.
- *Feedback* de los usuarios.

6.3.7.8. Costos

El costo de llevar a cabo el proyecto se va ver reflejado en los siguientes factores:

- El servidor que aloje la plataforma, los archivos multimedia.
- La realización del sitio, lo que conlleva la creación de un gestor de contenidos y el posicionamiento de la información.
- Dar a conocer el sitio como una estrategia innovadora en el entorno educativo.

Un estimado del monto en relación a los gastos se encuentra detallado en la Tabla XVIII.

Tabla XVIII. **Detalle de costos para la realización del proyecto**

GASTOS		MONTO
Gastos Iniciales		
• Computadora		Q. 8000.00
• Dominio		Q. 1000.00
Gastos Mensuales		
Desarrollo del Sistema		Q. 11800.00
• Electricidad		Q. 1000.00
• Internet		Q. 800.00
• Horas hombre		Q. 10000.00
Publicidad		Q. 1000.00
Total		Q. 21800.00

Fuente: elaboración propia.

6.3.7.9. Solución al problema

A través del análisis musical, se podrán identificar patrones y características específicas en el audio, el material seleccionado será posicionado en el sitio NawoMusic y los usuarios tendrán acceso ilimitado a este contenido. Los usuarios utilizar el material de acuerdo a sus necesidades, disminuyendo el estrés, desarrollo de habilidades cognitivas, como herramienta de enseñanza o aprendizaje, etc.

6.3.7.10. Ventajas que diferencian

Teniendo en cuenta el concepto de Web 2.0 como plataforma colaborativa, se presenta la idea de crear un repositorio musical de canciones que estimulen el aprendizaje. Se ha demostrado que la música mejora las capacidades de la atención, ejercita la inteligencia, aumenta el desarrollo de la memoria, fomenta la atención y la concentración. Sin dejar a un lado que la música provoca estados de relajación que dan como resultado un mejor rendimiento en la actividad educativa.

CONCLUSIONES

1. Se desarrolló la aplicación web/móvil en donde fueron alojadas las melodías clasificadas de la fase de segmentación de audio, se logró comprobar la efectividad de la música con la realización del experimento que dejó ver claramente el aumento en la capacidad de memoria y razonamiento de las personas.
2. La herramienta tecnológica que más aporte prestó al desarrollo del proyecto fue Matlab, bajo el concepto de Transformada de Fourier que permitió identificar los rasgos en el estilo musical como la frecuencia y la intensidad de diferentes notas producidas por diferentes instrumentos determinada por los armónicos. Además permitió realizar el análisis espectral de las piezas musicales e identificó las distintas amplitudes sobre las que oscila cada melodía.
3. En la clasificación, segmentación y búsqueda de patrones se identificó que las bajas frecuencias y amplitudes cortas colaboran en la relajación de las personas. Para evaluar el aporte de las melodías seleccionadas, se elaboró un experimento que dejó ver claramente el nivel óptimo de concentración que los usuarios alcanzaron, el ritmo se utilizó para memorizar cada una de las piezas que se movían en el tablero de rompecabezas.

4. La simplificación y la facilidad de acceso permitió al usuario experimentar la usabilidad del sistema, esto a consecuencia de la estructuración de los componentes que facilitaron la visibilidad, la organización de la información optimizaron la navegación; por último, la homogeneidad estructural hizo posible que cada página tuviera la misma presentación logrando la fácil adaptación del usuario en el sitio.

5. El diseño de la arquitectura de sistemas adecuado para la plataforma incluyó el acceso multi-dispositivo ya sea PC o dispositivo inteligente para proveer sostenibilidad, escalabilidad y adaptabilidad a todos los formatos.

6. La tecnología más eficiente para implementar una aplicación móvil de distribución de melodías es *media queries* e instrucciones CSS para optimizar el ancho de pantalla del dispositivo móvil mejorando el acceso a botones, menús y logos, ya que todos los navegadores modernos soportan dicha tecnología.

RECOMENDACIONES

1. Una de las partes esenciales del desarrollo del proyecto fue la elaboración de una base musical. Este proyecto ha utilizado melodías que utilizan como base instrumental el piano y el violín. Por lo tanto, una de las mejoras que podría llevarse a cabo es conseguir melodías con las mismas características en donde se haga uso de otros instrumentos.
2. Se puede mejorar la detección de distintos patrones en la sección de segmentación de audio, existen otros algoritmos que pueden ser optimizados, para alcanzar mejores resultados y agregar la selección de melodías a la plataforma para colaborar con el proyecto.
3. Otra parte importante es la realización de diferentes ambientes experimentales que dejen ver claramente el efecto de la música en la memorización, desarrollo de cognición y concentración. La combinación de juegos identificó el potencial de la música en relación a los beneficios que aporta al cerebro, aunque se pueden aplicar otras estrategias que permitan analizar los resultados que se obtienen al realizar una actividad bajo un entorno musical controlado.
4. Se requiere de una estrategia innovadora que evalúe las melodías cargadas al sistema e identificar si contienen derechos de autor, en la red existen sitios con bases de datos de canciones con *copyright*, se debe hacer una búsqueda en la web, a fin de realizar el proceso de filtrado.

5. El experimento realizado en la plataforma se llevó a cabo con un grupo de personas con rango de edades de 25 a 35 años, y 25% de mujeres y el resto de hombres, la investigación puede ser enfocada a otro segmento de personas y evaluar diferentes características con base en el grupo objetivo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aedo, I. , Díaz P., Sicilia M., Vara de Llano A., Colmenar A., Losada P., Mur F., Castro M., Peire J (2012). Sistemas Multimedia: Análisis, diseño y evaluación. ISBN electrónico: 978-84-362-4791-6. Universidad Nacional de Educación a Distancia UNED. España. Recuperado de: <http://portal.uned.es/> (2015, enero)
2. Barquero Jiménez, M. S. (2012). Música y Cerebro, 1-5. Sociedad Española de Neurología. Recuperado de <http://bloc.mabosch.info/wp-content/uploads/2012/11/1.7.8%20%20MUSICA%20Y%20CEREBRO.pdf> (2013, septiembre)
3. Calvi, J. (2010). Hacia la configuración de nuevos hábitos de creación, difusión y consumo cultural en red. Universidad Rey Juan Carlos I. Madrid - España. Recuperado de http://rehip.unr.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/2133/1693/Trabajo%20Completo_%20PN48.pdf?sequence=1 (2013, octubre)
4. Capponi, P. (2007). Cognición musical y método Suzuki, 4-9. Conservatorio Gilardo Gilardi. Recuperado de http://www.sacom.org.ar/2003_reunion3/actas/AnaliaCaponi.pdf (2013, mayo)

5. Delahay, F., De Régules, S. (2013). El cerebro y la música. Revista de Divulgación de la Ciencia de la UNAM. Recuperado de <http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/87/el-cerebro-y-la-musica> (2013, junio)
6. De Castro Lozano, C. (2012). El futuro de las tecnologías digitales aplicadas al aprendizaje de personas con necesidades educativas especiales. RED, Revista de Educación a Distancia. Número 32. 30 de septiembre de 2012. Universidad de Córdoba. Recuperado de <http://www.um.es/ead/red/32/carlos.pdf> (2015, febrero)
7. González, G. (1997). Series de Fourier, Transformadas de Fourier y Aplicaciones. Universidad del Zulia. Maracaibo – Venezuela. Recuperado de <http://www.emis.ams.org/journals/DM/v5/art6.pdf> (2014, mayo)
8. Jimenez Domingo, E. (2009). Estudio e implementación de algoritmos genéticos para la generación semi-automática de ritmos y melodías. Universidad Carlos III. Madrid - España. Recuperado de http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/6069/PFC_Enrique_Jimenez_Domingo.pdf?sequence=1 (2014, noviembre)
9. Landriz Lara, R. (2014). Evaluación de características musicales para detección de tipos de audio. UAM. Departamento de Tecnología Electrónica y de las Comunicaciones. Recuperado de <https://repositorio.uam.es/handle/10486/662131> (2015, marzo)

10. Herrera P., Gómez E. (2011). Tecnologías para el análisis del contenido musical de archivos sonoros y para la generación de nuevos metadatos. Universidad Ponpeu Fabra y Departamento de Sonología. Escuela Superior de Música de Catalunya. Recuperado de <http://mtg.upf.edu/system/files/publications/Herrera-G%C3%B3mez-AEDOM-2011-pp28-38.pdf> (2014, diciembre)
11. Ordoñez Morales, E., Sánchez Reinoso, J. S., Sánchez Maldonado, M. M., Romero Haro, C. E., Bernal Iñiguez, J. D. (2011, junio). Análisis del Efecto Mozart en el desarrollo intelectual de las personas, 45-54. Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador. Recuperado de <http://www.ups.edu.ec/documents/2497096/2497485/Art3.pdf> (2013, agosto)
12. Prieto, R. (2012). Método Suzuki. Centro Pedagógico Musical. Recuperado de http://www.4cuerdas.com/LECTURA_SUZUKI_RUTH_PRIETO.pdf (2013, octubre)
13. Soria, G., Duque, P., García, J. (2011). Música y Cerebro, 53(12), 739-746. Revista de Neurología. Recuperado de <http://www.neurologia.com/pdf/Web/5312/bg120739.pdf> (2014, septiembre)
14. Soto Villaseñor, G. (2002, agosto) Incidencias de la música en los procesos cerebrales. Instituto de Investigación sobre Evolución Humana A.C. Recuperado de <http://www.iieh.com/pedagogia/164-incidencias-de-la-musica-en-los-procesos-cerebrales> (2013, diciembre)

15. Sánchez de Andrés, L. (2010). Intercambios entre música, ciencia y tecnología. Universidad Autónoma de Madrid - España. Recuperado de <http://www.uam.es/proyectosinv/mcpsxx/intercambios.pdf> (2014, noviembre)

16. Valverde, J. (2012). Estrategias educativas para el desarrollo de la competencia digital. Universidad de Extremadura. Recuperado de http://www.edutic.ua.es/wp-content/uploads/2012/10/las-tecnologias-de-la-informacion_55_68-CAP3.pdf (2015, enero)