



CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL

POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"



Graduado en Ingeniería Informática

Universidad Politécnica de Madrid

Escuela Técnica Superior de
Ingenieros Informáticos

TRABAJO FIN DE GRADO

Música para la salud: desarrollo de musicoterapia con
las herramientas de análisis de sentimiento Spotify
Web API y Genius API

Autor: Luis Serrano Esquinas

Directora: Paula Pérez Sobrino

MADRID, ENERO 2019

ÍNDICE

1. RESUMEN	<i>i</i>
2. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	<i>iii</i>
2.1. Introducción	<i>iii</i>
2.2. Beneficios de la musicoterapia	<i>iv</i>
2.3. Análisis de sentimiento verbal y musical	<i>v</i>
2.4. El siguiente paso: Análisis de sentimiento musical y verbal a través de métodos computacionales para optimizar el diseño de sesiones de musicoterapia	<i>vii</i>
2.5. Objetivos	<i>x</i>
3. DESARROLLO	<i>xii</i>
3.1. Establecimiento del entorno de trabajo	<i>xii</i>
3.2. Extracción de datos	<i>xii</i>
3.2.1. Valencia musical	<i>xii</i>
3.2.2. Valencia lírica	<i>xix</i>
3.3. Análisis y establecimiento del índice musical	<i>xx</i>
4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES	<i>xxv</i>
5. ANEXOS	<i>xxvii</i>
6. BIBLIOGRAFÍA	<i>xliii</i>

1. RESUMEN

Resumen

El propósito de este trabajo consiste en utilizar métodos computacionales para desarrollar sesiones de musicoterapia. Actualmente, el musicoterapeuta es el encargado de diseñar bajo su propio criterio las piezas musicales para utilizar en las sesiones terapéuticas. Esto conlleva dos riesgos cruciales: por un lado, un alto grado de subjetividad y preferencias personales en el proceso de diseño de la sesión de musicoterapia, y por otro lado, una gran heterogeneidad entre las sesiones musicales elegidas por diferentes terapeutas. En vista de esta necesidad de investigación, lo que se pretende hacer en este TFG es optimizar la selección de las piezas musicales por medios computacionales a través del uso de las APIs de Spotify y Genius. De este modo, se seleccionarán automáticamente aquellas canciones que mejor funcionen para cada tipo de enfermedad.

La API de Spotify permite obtener parámetros asociados a las canciones como la valencia musical (parámetro que mide lo positiva o negativa que es la melodía de una canción), el ritmo, la instrumentalidad, etc. Mediante la API de Genius se pueden obtener las letras de las canciones para analizar el grado de positividad o negatividad con la ayuda de las normas de la valencia (parámetro comprendido entre 1 y 9, siendo 9 una palabra que nos puede hacer sentir muy positivo como la palabra libertad, con un valor de 8.85, y 1 para una palabra que nos puede hacer sentir muy negativo, como entierro, con un valor de 1.15). Con el uso de librerías del lenguaje de programación R es posible acceder a las APIs y obtener esos parámetros. Una vez se obtengan estos parámetros se hará una selección de canciones de manera computacional eligiendo las canciones que mejor se puedan adaptar a un tipo de enfermedad.

En concreto, este trabajo estará centrado en desarrollar tres listas de música seleccionadas por medios computacionales en función a su grado de positividad para utilizarlas en sesiones terapéuticas con enfermos de tres tipos diferentes de enfermedades neurológicas: Alzheimer, párkinson y esquizofrenia. Por ejemplo, en el caso del párkinson, se primarán las canciones que sean muy rítmicas, porque un ritmo marcado puede ayudar al enfermo a estabilizar su ritmo y controlar mejor los movimientos involuntarios. En cambio, para el Alzheimer y la Esquizofrenia, se buscarán melodías con valencias más positivas y ritmos suaves para estimular las áreas del cerebro del paciente que pueden estar más dañadas e inducir un estado de relajación.

La búsqueda de música se centrará en listas predefinidas por Spotify de la década de los 60 en España. Ya que los pacientes que utilizarán esta terapia serán personas de 65 a 80 años, se primarán canciones que les sean familiares y les evoquen buenos recuerdos.

Abstract

The purpose of this research consists in applying computational methods to develop sessions of music therapy. Currently, music therapists are the ones in charge of choosing the musical pieces to be used during therapeutic sessions following their own criteria. This entails two crucial risks: on one hand, a high degree of subjectivity and personal preferences in the process of designing a session of music therapy, and on the other hand, a great heterogeneity among the musical works chosen by different therapists. In the light of this research problems, what is intended to do in this case is to optimize the selection of songs by computational means through the use of Spotify and Genius APIs.

Spotify's API allows us to obtain parameters associated to songs such as valence (a measure that describes how positive or negative a melody can make us feel), rhythm, instrumentality, etc. Through Genius' API we can obtain a song's lyrics to analyze their degree of positivity or negativity with the help of valence norms (a measure defined between 1 and 9, being 9 a word that could make us feel very positive such as the word free, with a value of 8.85, and 1 for a word that could make us feel very negative, such as burial, with a value of 1.15). With the use of libraries from the programming language R we will be able to access the APIs and obtain those parameters. Once we have these parameters a selection of songs will be made computationally choosing the ones that work the best for each type of disease.

In particular, this research will be focused on developing three playlists adapted to different diseases, so they can be used in therapeutic sessions with patients with three different types of neurological illnesses: Alzheimer, Parkinson and schizophrenia. For example, in the case of Parkinson, songs with strong rhythm will be prioritized, as very rhythmic songs can be useful for patients to stabilize their own inner rhythm and thus to better control involuntary movements. In turn, in the case of Alzheimer and schizophrenia, melodies with positive valence and soft rhythms will be used to stimulate areas of the patient's brain that may be more damaged to induce a state of relaxation.

The search of music will be centered on playlists made by Spotify from the 60s in Spain. Because patients that will use this therapy will be between 65 and 80 years old, we look for songs that are familiar to them and evoke good memories.

2. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

2.1. Introducción

El uso de la musicoterapia con fines terapéuticos es cada vez más recomendado, pero hasta la fecha no hay ningún trabajo que haga uso de métodos computacionales para compilar de forma automática diferentes piezas musicales para este tipo de sesiones, así como para optimizar la selección de canciones en función de parámetros musicales que sean aptos para tratar diferentes tipos de enfermedades. Sin embargo, la tarea de utilizar métodos computacionales para la selección de piezas musicales con fines terapéuticos es altamente subjetiva, y puede conducir a una gran variedad entre sesión y sesión en función del musicoterapeuta encargado del diseño de la terapia.

El análisis de sentimiento verbal y musical ofrece una vía para cuantificar de una forma objetiva y replicable la selección de canciones más positivas para este tipo de sesiones terapéuticas. El análisis de sentimiento aborda el estudio del grado de positividad o negatividad de una palabra en relación con su contexto. Una selección estratégica de canciones positivas incrementaría la efectividad de las sesiones de musicoterapia. Para poder abordar el análisis mediante el inmenso volumen de letras y canciones disponibles en bases de datos como la de Spotify y Genius, este TFG detalla un protocolo para poder simplificar esta tarea gracias a métodos computacionales. Con el doble objetivo de (1) diseñar sesiones más adecuadas a las necesidades de cada enfermedad y (2) unificar las sesiones para evitar variabilidad derivada de las decisiones subjetivas del terapeuta, lo que se pretende hacer en este caso es optimizar la selección de las piezas musicales por medios computacionales a través del uso de las APIs mencionadas anteriormente. En este TFG se detalla un protocolo para seleccionar automáticamente aquellas canciones que mejor funcionen para cada tipo de enfermedad, así como para unificar las sesiones de musicoterapia. De esta forma, el terapeuta solo tiene que elegir el tipo de parámetros musicales requeridos para el tipo de enfermedad a tratar, y las piezas musicales se seleccionan de forma automática y personalizada por medios computacionales.

La estructura de este TFG es la siguiente: en la sección 2.2. se proporcionan una serie de evidencias científicas que apuntan a los beneficios de la musicoterapia, así como que se introducen las necesidades específicas de este tipo de terapia para cada tipo de dolencia. En la sección 2.3. se abordan algunos de los trabajos realizados en el campo del análisis de sentimiento aplicado a la música y las herramientas utilizadas. En la sección 2.4. se explica en detalle en qué consiste el protocolo presentado para llevar a cabo el análisis de sentimiento en canciones. En la sección 2.5. se listan los objetivos del TFG junto con las tareas definidas para cada uno de ellos. La sección 3 se centrará en el desarrollo del proyecto, en concreto la sección 3.1. tratará sobre el entorno de trabajo elegido para llevar a cabo el trabajo. La sección 3.2. se centrará en la extracción de datos. Por un lado, de cómo extraer los parámetros musicales y el funcionamiento de la API de Spotify y por otro lado de la API de Genius para obtener las letras de las canciones. La sección 3.3. trata de cómo llevar a cabo el análisis de sentimiento sobre las canciones y el establecimiento del índice musical para de este modo poder obtener el listado de canciones que mejor beneficien a un tipo de enfermedad. En la sección 4 se muestran las 3 listas de reproducción para cada enfermedad, organizadas de mayor a

menor en función del índice musical y las conclusiones del TFG. En la sección 5 se muestra el valor de índice musical de todas las canciones de la lista de reproducción de “Los 60 España” de Spotify. Por último, en la sección 6 se encuentra toda la bibliografía utilizada para llevar a cabo el proyecto.

Cabe destacar que debido a las limitaciones de tiempo y espacio solo se va a presentar un estudio de caso y se va a utilizar una lista de reproducción en concreto como ejemplo, para así demostrar el funcionamiento del protocolo propuesto. El siguiente paso sería la creación de una aplicación web o móvil que permita a los musicoterapeutas obtener de manera automática las listas de reproducción en función del tipo de enfermedad, edad y preferencias musicales de los pacientes.

2.2. Beneficios de la musicoterapia

Según la WFMT (World Federation of Music Therapy, <https://www.wfmt.info>), la musicoterapia es el uso profesional de la música y sus elementos como una intervención en entornos médicos, educativos y cotidianos con individuos, grupos, familias o comunidades que buscan optimizar su calidad de vida y mejorar su salud y bienestar físico, social, comunicativo, emocional, intelectual y espiritual. La investigación, la práctica, la educación y el entrenamiento clínico en musicoterapia están basados en estándares profesionales acordes a contextos culturales, sociales y políticos [1].

El uso de la musicoterapia para fines terapéuticos es cada vez mayor y la evidencia científica más amplia. En diversos estudios [2, 3, 4, 5] se ha demostrado con sólidas bases neurobiológicas que la música tiene un impacto positivo en el cerebro. A través del estímulo auditivo, se activa el sistema límbico y los sistemas de recompensa emocional que provocan sensaciones de placer y bienestar. Además, se ha comprobado que la música produce mejoras en la presión arterial, frecuencia cardíaca y respiratoria gracias al ritmo musical. Por otro lado, se han visto mejoras en la rehabilitación motora a través del baile, en la comunicación, el lenguaje y la evocación de recuerdos [6, 7]. Willems señala el paralelismo entre elementos de la música y aspectos de la vida de la persona, concluyendo que el elemento rítmico influye en el control motor de la persona, la melodía en el aspecto afectivo y la armonía en el ámbito intelectual de las relaciones [8].

Estas evidencias científicas han sido aplicadas a enfermedades neurológicas y están sirviendo para situar a la musicoterapia como una terapia no farmacológica efectiva [9]. Pero es importante conocer bien la patología del paciente ya que la terapia, y en concreto el tipo de música, varía mucho según las circunstancias de la persona enferma.

Los autores Zárate y Díaz [10] analizaron el efecto que tiene la musicoterapia en pacientes con desórdenes neurológicos y neurodegenerativos. En el caso de pacientes de Parkinson, se comprobaron mejoras en la interacción social y autoestima, además de beneficios a nivel de control motor (como caminar con patrones más rítmicos) y estimulación de la memoria a corto y largo plazo. Por otro lado, en una revisión sistemática, Shulman [11] confirma que la música actúa como una medicina para el cerebro y los especialistas están recomendando melodía y ritmo para los ataques de Parkinson.

El efecto de la música en los pacientes de Parkinson para tener un mayor control sobre su enfermedad no es un caso aislado. Otras enfermedades neurodegenerativas, como Alzheimer y esquizofrenia no son una excepción. En el caso del Alzheimer, Melissa Brotons y Susan M. Koger [12] llevaron a cabo una revisión de 30 estudios clínicos empíricos que concluye que las intervenciones musicoterapéuticas son una alternativa eficaz para enfermos de Alzheimer, ya que la música refuerza la memoria, la retención y la evocación de información dando a los pacientes una mayor seguridad a la hora de relacionarse con el mundo que les rodea, a la vez que les mantiene en constante actividad, incluso en las fases más avanzadas del Alzheimer. En algunas ocasiones los pacientes de Alzheimer pueden mostrarse violentos, alterados o deprimidos. Es por ello por lo que algunos científicos, como Gfeller y Tyler [13], han estudiado los efectos que distintos estilos o tempos tienen en el pulso, la respiración y presión sanguínea, afirmando que la música influye en respuestas fisiológicas.

Por último, Gold [14] destaca que la musicoterapia es un tratamiento indicado en pacientes esquizofrénicos puesto que muestra visibles mejoras en los síntomas negativos (como la falta de energía, de motivación e interés por lo que les rodea) y el nivel de funcionamiento general del paciente.

En conclusión, la elección de estas tres enfermedades neurodegenerativas para la aplicación de este TFG se debe a que las evidencias científicas apuntan a que la musicoterapia puede mejorar significativamente la calidad de vida de estos pacientes [15, 16, 17].

2.3. Análisis de sentimiento verbal y musical

El análisis de sentimiento es un campo dentro del procesamiento de lenguaje natural que sirve para identificar, extraer, cuantificar y estudiar información subjetiva. Inicialmente se utilizaba en textos donde interesaba extraer atributos como la polaridad (saber si el autor expresa una opinión positiva o negativa), el tema del que trata el texto o identificar al autor [18].

Algunas aplicaciones que tiene el análisis de sentimiento son analizar las opiniones de usuarios en las redes sociales acerca de política, saber si un determinado producto está teniendo éxito en función de las reseñas de las personas en internet, estudiar las tendencias en el mercado y fidelizar clientes mediante publicidad especializada [19].

Otra aplicación muy interesante es la de poética computacional que consiste en comprender mediante técnicas de Machine Learning y Procesamiento Natural del Lenguaje qué características permiten que la lectura sea fluida e inmersiva en textos narrativos o poéticos [20].

Sin embargo, existen varios trabajos que han demostrado la posibilidad de combinar el tradicional análisis de sentimiento verbal con el musical (aunque hasta la fecha ninguno lo ha aplicado al campo de la musicoterapia). Uno de los trabajos pioneros en este campo es el de Charlie Thompson, experto en análisis de datos y creador del paquete

‘spotifyr’ [21]. Este autor escribió un artículo en el que analizaba las canciones más tristes del grupo musical Radiohead [22]. Para ello, utilizó el paquete que creó para poder obtener información de las canciones en Spotify. Además, hizo uso de la API de Genius para analizar las letras de las canciones y con la ayuda del NRC lexicon [23] determinar el nivel de tristeza de las canciones. Aparte de este estudio, es el desarrollador de la aplicación Sentify, una aplicación que realiza un análisis de sentimiento de la discografía de un artista en concreto [24]. En esta misma línea continúa el trabajo de Caitlin Hudon. Esta experta en análisis de datos escribió un artículo analizando las canciones de Navidad más deprimentes [25]. Lo primero que hizo fue utilizar una lista de reproducción de Spotify con las canciones de Navidad más populares. Para analizar las canciones se basó en dos parámetros, la valencia musical y la energía de una canción. Mediante el uso del paquete spotifyr realizó las consultas a la API de Spotify para obtener las canciones junto con los parámetros. Una canción con un valor bajo de valencia musical y energía se podría considerar como una canción triste o deprimente, pero para hacer un análisis de sentimiento más completo se fijó también en las letras de las canciones. Para cuantificar cómo de triste es la letra se ayudó del paquete tidytext [26] y el NRC lexicon. Por último, combinó la parte musical con la parte lírica para determinar la canción más triste. Por otro lado, Paul Elvers se ayudó del paquete ‘spotifyr’ para llevar a cabo una comparación de los gustos musicales de los países europeos y cómo pueden estos influir en los niveles de satisfacción de vida [27]. Para ello, analizó la valencia musical de las 50 canciones más escuchadas de cada país y los clasificó en función de este parámetro.

Otros trabajos que se han publicado son relacionados al análisis de la discografía de artistas musicales. Como por ejemplo David K. Laing analizando la discografía del rapero Kendrick Lamar [28]. Laing utilizó las APIs de Spotify y Genius para estudiar la discografía del rapero Lamar usando distintos métodos computacionales. Lo primero que estudió fue el tipo de canción que contiene más anotaciones en las letras, que se podría traducir como la canción más analizada del artista. Esto se puede comprobar mediante la API de Genius. El siguiente punto fue descubrir qué piezas son las más positivas y cuáles las más negativas. De nuevo, esto se puede consultar fácilmente usando el paquete spotifyr y viendo qué canciones tienen el mayor y menor valor de valencia musical. Conjuntamente hizo un análisis de sentimiento de las letras para combinarlo con la valencia musical y tener un análisis más completo. Finalmente, se preguntó cuáles son las canciones más y menos consistentes emocionalmente y cómo esto está relacionado con el éxito de una canción. Según Laing, una canción que es muy consistente emocionalmente es aquella que tiene poca diferencia entre valencia musical y valencia lírica. El artículo concluyó que existe una gran relación entre las canciones que son muy consistentes emocionalmente y el éxito que tienen en términos de visitas que reciben sus letras en Genius.

Otro ejemplo significativo es el estudio de Simran Vatsa sobre la discografía de Taylor Swift [29]. En el caso de Vatsa, además de utilizar el parámetro de valencia musical, añadió dos parámetros adicionales. El primero, “bailabilidad” (danceability), se define entre 0.0 y 1.0 y representa cómo de óptima es una canción para bailarla basado en una combinación de elementos musicales como el tempo, estabilidad rítmica y compás. El segundo parámetro analizado es la energía de una canción, también definida entre 0.0 y 1.0, y representa una medida perceptiva de intensidad y actividad de una canción.

También analizó las letras centrándose en estudiar la evolución que tenían a lo largo de la discografía. En concreto, se fijó en qué palabras suelen ser las más repetitivas y qué emociones evocan. Para el análisis de sentimiento no solo utilizó el NRC lexicon, también AFIINN y Bing. Estas últimas no son tan efectivas como NRC ya que simplemente clasifican una palabra como positiva o negativa, pero sin ofrecer un valor entre -9 y + 9 que permita establecer diferencias de grado.

El trabajo más completo realizado hasta la fecha es el de Alyssa Goldberg, que realizó un análisis utilizando más parámetros sobre la discografía de David Bowie [30]. Para ello recopiló las métricas de todas las canciones de la discografía de Bowie y clasificó sus discos en función del promedio de estos parámetros (valencia musical, bailabilidad, energía, acústica, instrumentalidad, vitalidad, volumen y tempo). Este trabajo ofrece una oportunidad para explorar este campo con más profundidad y abre las puertas a investigar posibles aplicaciones a la vida real como es el caso de este TFG.

2.4. El siguiente paso: Análisis de sentimiento musical y verbal a través de métodos computacionales para optimizar el diseño de sesiones de musicoterapia

Con el propósito de unificar el criterio de selección de las piezas musicales para las sesiones de musicoterapia, así como para ofrecer sesiones lo más personalizadas para cada paciente, se van a utilizar una serie de métodos computacionales. Para ello, es necesario hacer uso de las APIs de Spotify y Genius, así como un manejo del lenguaje de programación R. La API de Spotify permite obtener parámetros asociados a las canciones como la valencia musical (parámetro que mide lo positiva o negativa que es la melodía de una canción), el ritmo, la instrumentalidad, etc. Mediante la API de Genius podemos obtener las letras de las canciones, y al combinarlo con las normas de la valencia, se puede obtener la valencia de la letra (parámetro que nos dice qué grado de positividad o negatividad tiene una palabra). El uso de estas APIs se realizará a través de paquetes del lenguaje R que proporcionan funciones para extraer los parámetros musicales citados anteriormente. Uno de estos paquetes es el de `spotifyr`, que permite realizar consultas a la API de Spotify. El paquete `tidytext` junto con el NRC lexicon se utilizarán para llevar a cabo el análisis de sentimiento de las letras de las canciones (más específicamente para obtener la valencia de la parte textual de las canciones, en el caso de que tengan letra). Gracias a la información recabada para cada uno de estos parámetros, se modelará computacionalmente una selección de canciones que reúnan de forma óptima los valores buscados para poder seleccionar aquellas canciones que mejor se puedan adaptar a un tipo de enfermedad.

El valor que determinará si una canción es óptima para una sesión terapéutica es el ‘índice musical’. El índice se compondrá de dos partes: por un lado, la parte musical y por otro lado la parte lírica o verbal (esto es, las letras de las canciones). Para la parte musical, en el caso del Alzheimer se seleccionarán las canciones con mayor valor de valencia musical, es decir, que tenga un mayor grado de positividad. En el caso del Parkinson, se extraerán aquellas canciones con los valores más altos del parámetro de ‘bailabilidad’ (según la API de Spotify, este parámetro se refiere a ‘danceability’) y, por

último, para el caso de esquizofrenia, se utilizarán las canciones que tengan mayor valor de ‘energía’ (según la API de Spotify, este parámetro se refiere a ‘energy’).

El siguiente paso se centrará en el análisis de la letra de la canción. En el caso de la letra, el análisis es el mismo para las tres listas de reproducción ya que lo que se busca son canciones que tengan en su mayoría palabras positivas y a la vez pocas palabras que sean muy negativas. Para ello, lo primero que se hará será retirar del análisis todas aquellas palabras que no aportan contenido afectivo, como las preposiciones, artículos, conjunciones, pronombres y formas verbales. Una vez se obtengan las palabras que realmente aportan sentimiento, se filtrarán con las normas de valencia y se obtendrá el valor de valencia de todas las palabras de la canción. El siguiente paso es calcular el porcentaje de palabras positivas y negativas, y así tener una idea general del grado de sentimiento absoluto de una canción. También se calculará la media de la valencia de las palabras positivas y la media de la valencia de las palabras negativas para saber el grado de positividad y negatividad de la canción. Para obtener el índice de positividad de una canción, hay que combinar el valor medio de las palabras positivas y negativas con la cantidad de palabras de cada categoría. Para obtener este valor, aquí denominado ‘densidad lírica’, se multiplica el porcentaje de palabras positivas por la media de la valencia de palabras positivas y se conseguirá un valor que indica la densidad de palabras positivas en una canción.

El mismo procedimiento se aplicará para las palabras negativas y se obtendrá otro índice de densidad. Para obtener el índice final, se restan ambos índices de densidad para obtener las letras que tengan en su mayoría palabras positivas y escasez de palabras muy negativas.

Un aspecto crucial a tener en cuenta es que se necesitarán que los valores de la media de la valencia positiva y negativa estén en la misma escala para que al realizar esta resta los valores más altos tengan coherencia con lo que se persigue. Por ello es importante que una palabra muy positiva tenga un valor de valencia muy alto y una palabra muy negativa tenga una valencia con valor muy alto. Para ejemplificarlo, si se tiene una letra con muchas palabras positivas, pero por el contrario también tiene muchas palabras negativas, al restar los índices de densidad se obtendrá un valor cercano al cero y por tanto demostraría que esa letra no es apropiada.

Otro aspecto importante es cómo de importante es la letra en una canción. Para ello se calculará la densidad lírica que divide el número total de palabras con contenido afectivo entre la duración total de la canción. De este modo, aquellas canciones que tengan poca letra contarán menos que las que tengan mayor abundancia. Por tanto, la parte lírica se obtendrá de multiplicar la densidad lírica y la densidad de positividad.

El paso final será combinar la parte musical y lírica y dividirlo entre dos para tener un valor medio. Las canciones que tengan un valor más alto son aquellas que se seleccionarán para componer las listas de reproducción.

A modo de ejemplo se va a mostrar el protocolo aplicado a la canción “Corazón contento” de Marisol enumerando los pasos a seguir. Primero se empezará con la parte musical, luego con el análisis de la letra y luego se combinará en el índice musical.

- 1) Obtener valores de valencia musical, bailabilidad y energía mediante la API de Spotify. En el caso de la canción “Corazón contento” estos valores son:
 - Valencia musical: 0.951
 - Bailabilidad: 0.586
 - Energía: 0.829

- 2) Determinar el porcentaje de palabras felices y tristes de la letra de la canción:
 - Porcentaje de palabras felices: 49.3%
 - Porcentaje de palabras tristes: 12.68%

- 3) Obtener el valor medio de valencia de las palabras positivas y negativas (los valores cercanos a 1 se corresponden con palabras muy negativas y los valores cercanos a 9 con palabras muy positivas):
 - Media de valencia positiva: 7.306
 - Media de valencia negativa: 3.9833

- 4) Normalizar los valores de valencia positiva y negativa para que ambos estén en una escala del 1 al 10:
 - Media de valencia positiva normalizada: 6.1885
 - Media de valencia negativa normalizada: 3.2875

- 5) Calcular la densidad de positividad:
 - La fórmula es la siguiente:

$$\text{Densidad_positividad} = ((\% \text{palabras_felices} * \text{media_val_pos_norm}) - (\% \text{palabras_tristes} * \text{media_val_neg_norm}))$$
 - Densidad de positividad = 2.634

- 6) Calcular la densidad lírica:
 - La fórmula es la siguiente:

$$\text{Densidad_lirica} = \text{total_palabras} / \text{duracion_seg}$$
 - Densidad lírica = 0.3936

- 7) Multiplicar el valor de densidad de positividad y el de densidad lírica para obtener el índice de la parte lírica:
 - Índice lírico = Densidad de positividad * densidad lírica = 1.0368

- 8) Combinar la parte musical con la parte lírica para obtener el índice musical. En función del tipo de enfermedad se utilizará un parámetro musical u otro:
 - Alzheimer: $(\text{valencia musical} + \text{índice lírico}) / 2 = (0.951 + 1.0368) / 2 = \mathbf{0.9939}$
 - Parkinson: $(\text{bailabilidad} + \text{índice lírico}) / 2 = (0.586 + 1.0368) / 2 = \mathbf{0.8114}$
 - Esquizofrenia: $(\text{energía} + \text{índice lírico}) / 2 = (0.829 + 1.0368) / 2 = \mathbf{0.9329}$

2.5. Objetivos

Para llevar a cabo el presente TFG se han definido los siguientes objetivos:

1. Comprensión del problema. Consiste en hacer una revisión exhaustiva de la literatura científica para conocer en qué consiste la musicoterapia y cómo se puede aplicar como terapia no farmacológica en pacientes de Alzheimer, párkinson y esquizofrenia. De este modo se pueden conocer los parámetros musicales que se regularán para definir aquellas canciones que mejor puedan beneficiar a los enfermos.
2. Familiarización con el lenguaje de programación R y las APIs. Este objetivo implica la realización de tutoriales y estudiar la documentación del lenguaje necesarias para poder trabajar con un lenguaje de programación nuevo. Los conceptos más importantes para llevar a cabo el proyecto han sido el funcionamiento general del lenguaje, la creación, listado y borrado de objetos en memoria, leer datos desde un archivo y creación de funciones. Además, se ha hecho uso de algunas funciones pertenecientes a librerías externas por tanto ha sido necesario estudiar su funcionamiento. Para la parte de las APIs, la documentación proporcionada por Spotify y Genius ha sido de gran ayuda a la hora de conocer los distintos “endpoints” y funciones permitidas sobre ellos para poder realizar las consultas.
3. Extracción y análisis de datos de proporcionados en las APIs de Spotify y Genius. En tercer lugar, se debe extraer la información relacionada con los parámetros musicales fijados anteriormente. Para ello se utilizarán las funciones de la librería spotifyr tanto para la parte de Spotify como de Genius.
4. Realización de las listas de reproducción para cada tipo de enfermedad. Por último, se escogerán aquellas canciones que mejor se adapten a cada enfermedad en función de un índice creado. Éste índice combina la parte musical y lírica (verbal) y se ajusta a las particularidades de cada enfermedad. Para la parte musical se utilizarán los parámetros de valencia, energía y bailabilidad, y en el caso de la parte de la letra se realizará un análisis de sentimiento para saber qué letras cuentan con mayor proporción de palabras positivas y con menor cantidad de palabras negativas. Una vez aplicado el índice se obtendrá un rango con las canciones que mejor puntuación han conseguido para concluir con las 10 canciones óptimas para cada lista de reproducción.

Para cada objetivo se ha definido y asociado una tarea, tal y como se muestra a continuación:

1. Revisar la literatura existente para comprender el problema y qué resultados se han obtenido hasta el momento en musicoterapia en relación con las tres enfermedades escogidas, así como para evaluar el punto de partida del presente TFG (Objetivo 1). El resultado de esta tarea facilita la selección de los parámetros musicales y verbales más relevantes para cada tipo de enfermedad, y que serán objeto de estudio.

2. Realizar tutoriales del lenguaje de programación R (https://cran.r-project.org/doc/contrib/rdebuts_es.pdf) y familiarizarse con las APIs Spotify (<https://developer.spotify.com/documentation/web-api/>) y Genius (<https://docs.genius.com>) (Objetivo 2). El propósito de esta tarea es coger soltura en el lenguaje de programación y las APIs para poder llevar a cabo las siguientes tareas.
3. Extraer los datos para cada uno de los parámetros musicales elegidos con la ayuda de las APIs de Spotify y Genius de un conjunto de canciones (Objetivo 3).
4. Elegir las canciones óptimas para conformar 3 listas de reproducción (cada una tendrá 10 canciones) (Objetivo 4).

3. DESARROLLO

3.1. Establecimiento del entorno de trabajo

La parte técnica del proyecto se divide en dos partes principales. Por un lado, tenemos el manejo de la API de Spotify para poder consultar las canciones y sus parámetros asociados, y por otro lado tenemos la API de Genius que permite obtener las letras de las canciones. El paso final será aplicar el índice musical al conjunto de canciones. Todos los datos recabados se modelan en el entorno opensource RStudio (<https://www.rstudio.com>). Es un entorno de desarrollo integrado para el lenguaje de programación R. Incluye una consola, editor y permite realizar gráficas, depurar los programas y manejar el espacio de trabajo.

3.2. Extracción de datos

3.2.1. Valencia musical

La API de Spotify permite obtener los valores de las canciones para una serie de parámetros, que son los que permitirán seleccionar las canciones óptimas para cada sesión de musicoterapia. Antes de poder obtener los parámetros musicales es necesario instalar el paquete `spotifyr` y descargar las librerías detalladas a continuación.

spotifyr: librería que permite acceder a la API de Spotify.

Las funciones de `spotifyr` que se han usado en el proyecto son las siguientes:

- `get_playlist_audio_features`: esta función recibe como parámetros un nombre de usuario de Spotify y la URI de la lista de reproducción. Si son correctos, la función devuelve la popularidad y los parámetros musicales de una determinada lista de canciones.
- `genius_lyrics`: función que recibe un artista y el título de la canción de la que se quiere conocer la letra. Si son correctos estos parámetros, la función devuelve la letra de la canción.

dplyr: los objetivos principales de esta librería son identificar los verbos para manipulación de datos más usados y facilitar su uso en R, proporcionando un alto rendimiento para los datos almacenados en memoria gracias a tener partes claves del código escritas en C++ y utilizando la misma interfaz para trabajar con datos sin importar el tipo.

purrr: esta librería mejora las herramientas de programación funcional en R proporcionando una serie de métodos para trabajar con vectores y funciones.

tidyr: es un paquete que permite ordenar los datos. Facilita la transformación, visualización y modelización de datos principalmente. Dos propiedades importantes que destacar son que las columnas de una matriz son variables y las filas observaciones. Esto permite acceder a los datos de manera más fácil.

httr: este paquete proporciona herramientas para trabajar con URLs y el protocolo HTTP y las funciones GET(), POST(), PUT(), etc. Esto es crucial para poder realizar las consultas a la API de Spotify y Genius. Además incluye funciones que facilitan otros componentes relacionados con las consultas como por ejemplo authenticate() y add_headers() entre otras.

lubridate: ofrece funciones que permiten trabajar con fechas de una manera rápida y a través de funciones con una interfaz sencilla para el usuario. Además, facilita la extracción, actualización y manipulación de objetivos de tipo temporal (años, meses, días, etc.)

furrr: incluye implementaciones de la función map() del paquete 'purrr' que permiten la ejecución en paralelo de manera local o distribuida mediante un cluster.

readr: el objetivo de este paquete es proporcionar una interfaz fácil y sencilla para leer documentos de tipo '.csv', '.tsv' y '.fwf'. Más concretamente ofrece la posibilidad de leer un documento de alguno de esos tipos y convertirlo a un formato de tabla que favorece el manejo de los datos.

rvest: es un paquete que permite recoger información de páginas webs con formato html y guardar los datos como si fuesen variables para manipularlos de manera sencilla.

future: mediante este paquete se puede hacer uso de una serie de funciones que permiten el procesamiento secuencial y distribuido de manera rápida y unificada. Las expresiones en R pueden ser evaluadas en la propia máquina de manera local, en paralelo mediante máquinas locales o de manera distribuida a través de máquinas remotas o locales. Ya que las funciones están unificadas no es necesario modificar el código para cambiar el modo de procesamiento. Otra ventaja de este paquete es que identifica y exporta automáticamente las variables globales y las funciones.

stringr: contiene 4 tipos diferentes de funciones. Un tipo de función que permite manipular caracteres, otro que permite añadir, quitar y modificar espacios en blanco, operaciones sensitivas de formato de datos y funciones que ofrecen operaciones sobre expresiones regulares.

tidytext: este paquete ofrece soluciones relacionadas con minería de textos haciendo las tareas más sencillas, efectivas y consistentes. Algunas funciones se apoyan en otros paquetes como dplyr, broom, tidyr y ggplot2.

scales: paquete que contiene una serie de funciones para la visualización de datos.

API Spotify

La API de Spotify permite obtener información acerca de álbumes, artistas, listas de música, canciones y el perfil de usuario entre otras opciones. Por cada tipo de información se tiene un “endpoint” diferente para poder acceder mediante métodos GET. En el caso de los álbumes se puede acceder a un álbum en concreto mediante el identificador del mismo, también obtener un listado de las canciones que contiene un álbum o preguntar por varios álbumes.

Por ejemplo, el tipo de información que se obtiene de los artistas es su identificador, los álbumes, las canciones, artistas relacionados o un listado de artistas. En cuanto a listas de canciones hay bastante información que se puede obtener a través de la API. Los métodos de consulta permiten conocer las listas de música del usuario que realiza la consulta, las listas de música de un usuario en concreto (para ello hay que conocer el identificador del usuario), obtener una lista de música en concreto mediante su identificador y las canciones de una lista. Otras funciones sirven para realizar modificaciones como añadir canciones a una lista, cambiar información de la lista, crear una lista, reordenar las canciones, reemplazar canciones y añadir una imagen a la lista de música. Por último, existe la opción de eliminar canciones de una lista de música.

En caso de querer obtener información de las canciones, los métodos de consulta permiten obtener un análisis de una canción. Este análisis describe la estructura y contenido musical de una canción, incluyendo el ritmo, tono y timbre. También se puede acceder a las características musicales de una canción. Estas características incluyen los parámetros de valencia, duración, clave, modo, energía, etc. Es posible poder conocer las características musicales de varias canciones a la vez. Si se desea se puede acceder a información más completa de una o varias canciones. Por ejemplo, información sobre el álbum, el/los artista/s, identificador, restricciones, nombre, popularidad, etc.

Por último, otra de las operaciones que es posible realizar con la API es consultar un perfil de un usuario en Spotify. El resultado de esta llamada será información como el país, nombre de usuario, correo electrónico, seguidores, nuestro identificador, foto de perfil, URI, etc. Algunos de estos campos se pueden consultar para otro usuario si indicamos su identificador.

Antes de hacer consultas con la API de Spotify, es preciso crear una cuenta de desarrollador (<https://developer.spotify.com/dashboard/login>). Una vez creada se pueden obtener las claves pública y privada y fijarlas como variables de entorno. En la siguiente imagen se puede observar la API de Spotify y los valores de la clave.

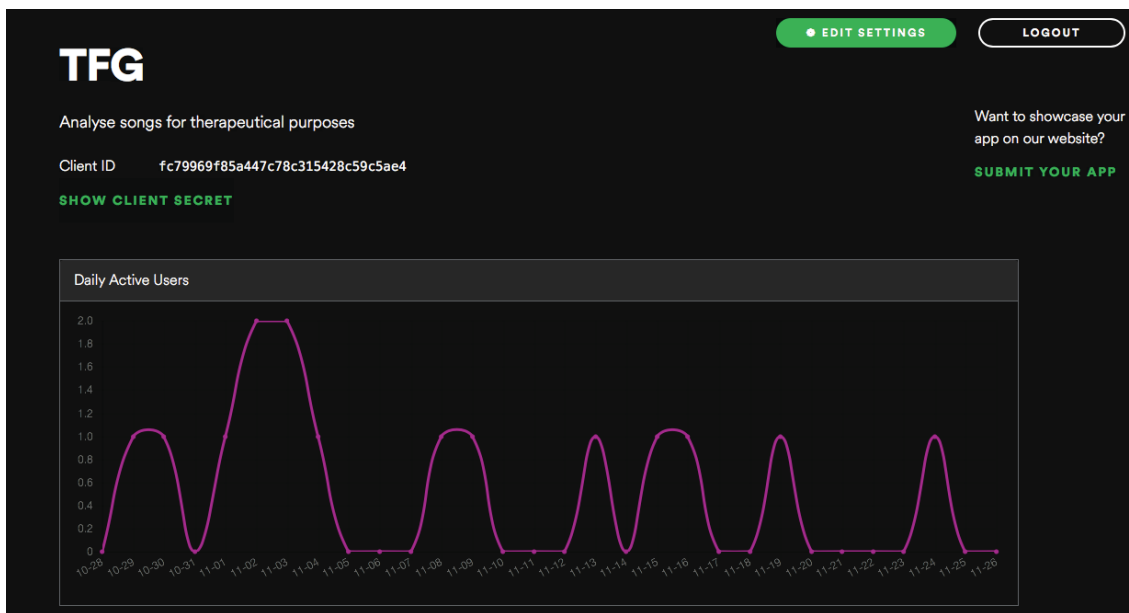


Imagen 1: API de Spotify

Para poder almacenar los valores de las claves como variables de entorno llamaremos a la función **Sys.setenv()**.

```
Sys.setenv(SPOTIFY_CLIENT_ID = [CLAVE_PÚBLICA])
Sys.setenv(SPOTIFY_CLIENT_SECRET = [CLAVE_PRIVADA])
```

Una vez hecho esto, se puede obtener los parámetros de las canciones de la lista de reproducción disponible en Spotify “Los 60 España”. En este caso se ha optado por elegir una lista de reproducción con las canciones más exitosas de los años 60 en España. El motivo de utilizar esta lista en concreto es porque se buscaban canciones que les sean familiares a los enfermos. Para ello, se llamará a la función `get_playlist_audio_features` indicando el nombre de usuario de Spotify y la URI de la lista.

```
spotify_df <- get_playlist_audio_features(nombre_usuario, uri_playlist)
```

Si la llamada se realiza de manera correcta, se almacenarán en la variable `spotify_df` todos los parámetros musicales de la lista de reproducción en cuestión en formato de tabla.



Imagen 2: Lista de reproducción “Los 60 España”

Para obtener la URI hay que ir a la lista en Spotify, seleccionar la opción “Más”, “Compartir” y “Copiar URI de Spotify”. En la imagen 3 se puede ver cómo hacerlo.

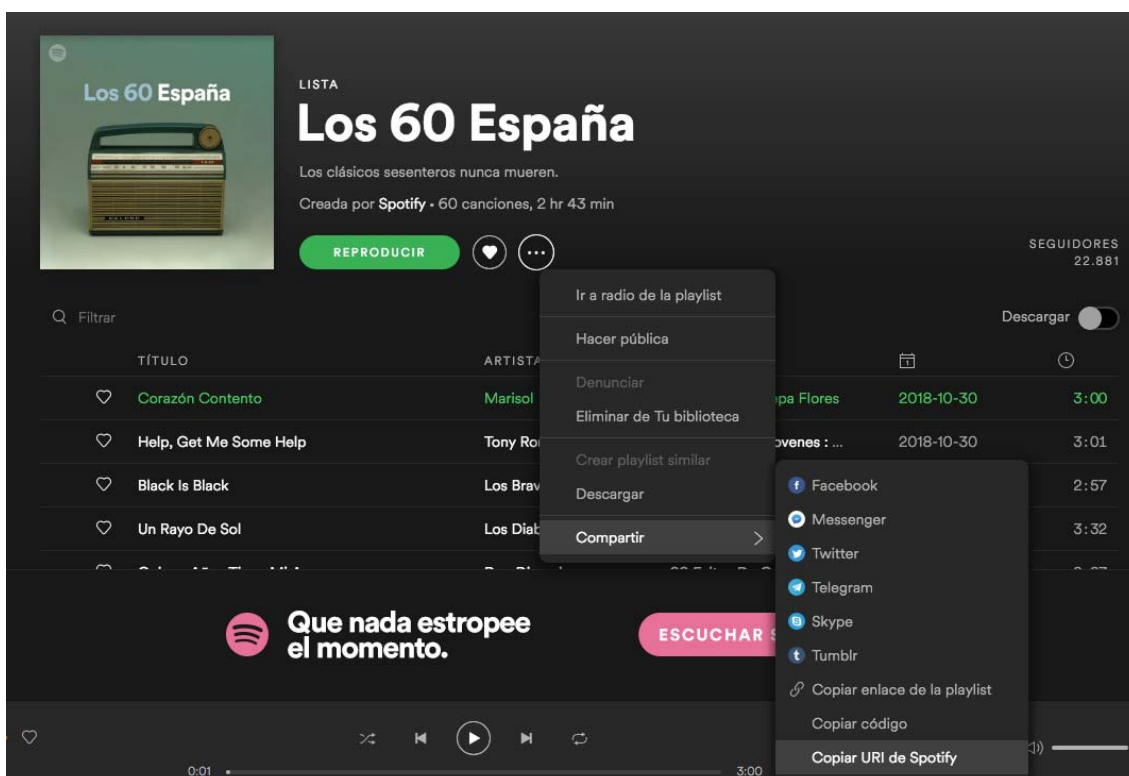


Imagen 3: Obtener URI de la lista de reproducción

Ahora se podrá acceder a todos los parámetros de las canciones, como por ejemplo bailabilidad, energía, valencia, instrumentalidad, etc. La definición de estas variables se puede encontrar en la API de Spotify (<https://developer.spotify.com/documentation/web-api/reference/tracks/get-audio-analysis/>).

- **Valencia:** es una medida comprendida entre 0.0 y 1.0 que describe lo positiva que es una canción. Las canciones con valores más altos serán más positivas. Este parámetro será útil para seleccionar melodías que beneficien a enfermos de Alzheimer. Es un tipo de datos float.
- **Energía:** medida comprendida entre 0.0 y 1.0 que representa lo intensa o activa que es una canción. Por ejemplo, las canciones de death metal tienen un valor alto, mientras que piezas de Bach tendrán valores más bajos. Este parámetro será útil para seleccionar canciones que puedan beneficiar a enfermos de esquizofrenia. Es un tipo de datos float.
- **Bailabilidad:** este parámetro describe cómo de adecuada es una canción para bailar basado en una combinación de parámetros incluyendo el tempo, ritmo, estabilidad y regularidad. Una canción con un valor de 1.0 es idónea para bailar y muy poco idónea en caso de valer 0.0. Este parámetro se utilizará para seleccionar canciones que beneficien a enfermos de Parkinson. Es un tipo de datos float.
- **Duración:** valor que nos indica en milisegundos la duración de la canción. Este valor es útil para calcular la densidad lírica, es decir, el número de palabras que tiene la letra por duración de la canción. Está expresado en int.

En la siguiente imagen se pueden observar algunos de los parámetros musicales de la lista de reproducción.

3.2.2. Valencia lírica

Para poder trabajar con la API de Genius es necesario crear una cuenta de desarrollador y obtener un token.

La siguiente imagen muestra la pantalla de la API de Genius en la que se puede obtener el token que nos permitirá realizar consultas.

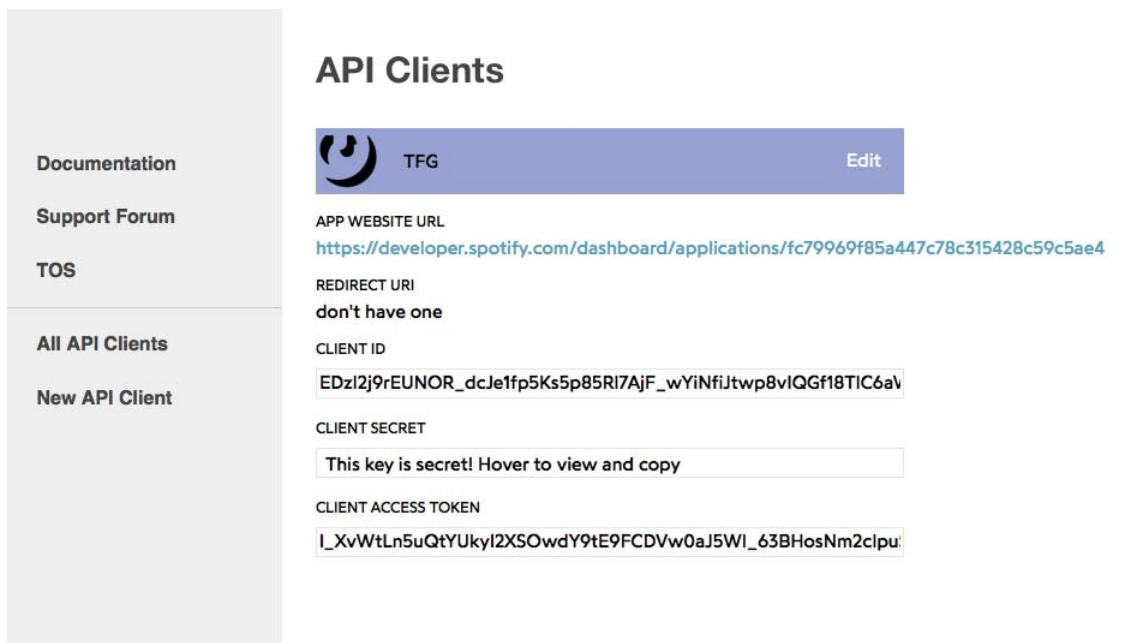


Imagen 5: API Genius

Para obtener las letras de las canciones se ha creado una función que hace uso de la llamada a `genius_lyrics` que recibe como parámetros el nombre del artista y título de la canción. Una vez se obtiene la letra de la canción, se procederá a añadirla al resto de variables musicales obtenidas anteriormente.

```
genius_df <- genius_lyrics(artist = spotify_df$artist_name[i], song =  
spotify_df$track_name[i])
```

La variable `genius_df` ahora contiene en formato de tabla la letra de la canción y del artista especificados en la fila `i` de la variable `spotify_df`.

```
genius_df <- genius_df %>%  
  mutate(track_name_join = tolower(str_replace(spotify_df$track_name[i],  
'[[:punct:]]', ''))) %>% select(-track_title)
```


En este momento se añade a la variable `genius_df` una columna extra llamada `track_name_join` que contiene el nombre de la canción. El motivo de este paso se debe a que de este modo se pueden unificar dos tablas que comparten una misma columna. La llamada a la función `mutate()` es la que permite añadir una columna a una tabla.

```
track_df <- spotify_df %>%  
  mutate(track_name_join = tolower(str_replace(track_name, '[[:punct:]]', '')))  
%>%  
  left_join(genius_df, by = 'track_name_join') %>%  
  select(track_name, valence, lyric)
```

Tras el paso anterior se tiene una nueva variable con forma de tabla llamada `track_df` que unifica las variables `spotify_df` y `genius_df` y contiene tres columnas: el nombre de la canción, la valencia y la letra. Para unificar dos tablas se llama a la función `left_join()`.

3.3. Análisis y establecimiento del índice musical

Para realizar el análisis de sentimiento sobre la letra de la canción se van a llevar a cabo una serie de pasos.

- 1) Obtener las palabras de la letra para analizarlas individualmente: La letra de la canción se ha almacenado en la variable `track_df`, por tanto, se accederá a ella y se aplicará la función `unnest_tokens()`. Esta función permite dividir la columna llamada `lyric` de la variable `track_df` en palabras. El resultado final es una variable nueva llamada `sent_df` que tiene una columna llamada `word` con cada palabra de la canción en una fila distinta.

```
sent_df <- track_df %>%  
  unnest_tokens(word, lyric)
```

- 2) Eliminar de la letra las preposiciones, artículos, conjunciones, pronombres y formas verbales: Sobre la misma variable `sent_df` se aplica la función `anti_join()` que recibe como parámetro una variable llamada `custom_stop_words` que se corresponde con una lista de palabras que son el conjunto de preposiciones, artículos, conjunciones, pronombres y formas verbales del castellano. Esta función elimina de la variable `sent_df` aquellas palabras que pertenecen a las incluidas en la variable `custom_stop_words`.

```
sent_df <- sent_df %>% anti_join(custom_stop_words)
```


En el lenguaje R hay algunas librerías que contienen el listado de preposiciones, artículos, conjunciones, pronombres y formas verbales para llevar a cabo tareas de minería de textos. En este caso se ha optado por la librería tm.

- 3) Obtener las normas de valencia de las palabras en castellano: Las normas de valencia de las palabras en español (archivo .csv) se ha obtenido del trabajo de Stadthagen-Gonzalez, Imbault, Pérez-Sánchez y Brisbaert (2016). Una vez descargado el fichero que se puede encontrar en el siguiente [enlace](#) [31], se realiza la llamada a la función read.csv indicando la ruta donde se encuentra el fichero con las normas. El resultado de la llamada a la función se almacenará en una variable llamada norms.

```
norms <- read.csv(file="ruta del archivo", header=TRUE, sep=",")
```

El siguiente paso será, a partir de la variable norms, dividir las palabras en positivas, negativas o neutras. Las palabras que tengan una valencia igual a 5 serán *neutras*, las que sean mayor de 5 pero inferior a 9 serán *positivas* y las que sean menor de 5 pero superior a 1 serán *negativas*.

Se van a crear tres variables: 'palabras_felices', 'palabras_tristes' y 'palabras_neutras' que serán el resultado de filtrar de la variable de normas las palabras según su valor de valencia. Además, se añadirá una columna para identificar el tipo de palabra que es (feliz, triste o neutra).

```
palabras_felices <- norms %>% filter(ValenceMean > 5 & ValenceMean <= 9) %>%  
  select(Word) %>% mutate(feliz = T)
```

```
palabras_tristes <- norms %>% filter(ValenceMean >= 1 & ValenceMean < 5) %>%  
  select(Word) %>% mutate(triste = T)
```

```
palabras_neutras <- norms %>% filter(ValenceMean == 5) %>%  
  select(Word) %>% mutate(neutra = T)
```

- 4) Clasificar las palabras de la letra en positivas, negativas o neutras:

```
sent_df <- sent_df %>% left_join(palabras_felices, by = 'word') %>%  
  left_join(palabras_tristes, by = 'word') %>% left_join(palabras_neutras, by = 'word')  
  %>% group_by(track_name)
```

- 5) Calcular la media de la valencia positiva y negativa: En este punto, la variable sent_df contiene toda la información necesaria para llevar a cabo el análisis de sentimiento. El primer paso será calcular la media de la valencia positiva y negativa. Para ello se llamará a la función auxiliar media_val_pos() y media_val_neg() y el resultado se almacenará en las variables val_pos y val_neg.

```
val_pos <- media_val_pos()
val_neg <- media_val_neg()
```

Estas funciones auxiliares calculan la media de los valores de valencia positiva y negativa de la variable `sent_df`. Para calcular la media de todos los valores de una columna se hace uso de la función `colMeans` indicando en sus argumentos la variable y la columna de la variable sobre la que se quiere calcular la media. A continuación, se puede ver el contenido de las funciones auxiliares. La expresión “`na.rm = T`” indica que no se tomen en cuenta los valores de la columna que no tienen un número de valencia asignado.

media_val_pos()

```
function(){
  colMeans (sent_df[, 4],na.rm=T)
}
```

media_val_neg()

```
function(){
  colMeans (sent_df[, 6],na.rm=T)
}
```

- 6) Normalizar los valores de la valencia: Es importante normalizar los valores de la valencia para todos estén dentro de la misma escala. Como se ha mencionado anteriormente, este paso es crucial para que, al hacer la resta entre los valores positivos y negativos de la valencia, los valores más altos indiquen que existe mayor cantidad de palabras con una connotación positiva en relación con las palabras que tienen una connotación más negativa. Por tanto, los valores de la valencia estarán expresados entre 1 y 10, siendo los valores más superiores aquellas palabras muy positivas o negativas, y los valores más inferiores aquellas palabras poco positivas o negativas. Un claro ejemplo es el siguiente, la palabra “libre” tiene un valor de 9.66 y la palabra “aeroespacial” un valor de 1.56. Lo mismo ocurre con la valencia de las palabras negativas. Siguiendo con el ejemplo, la palabra “entierro” tiene un valor de 9.66 y la palabra “marioneta” 1.67.

La función `rescale()` permite normalizar el valor de una variable indicando en sus argumentos la variable, la escala a la que se quiere transformar y la escala en la que está expresada. Como resultado, se obtienen dos nuevas variables, `val_pos_n` y `val_neg_n` con los valores de la valencia positiva y negativa ya normalizados.

```
val_pos_n <- rescale(val_pos, to = c(1, 10), from = c(5, 9))
val_neg_n <- rescale(val_neg, to = c(1, 10), from = c(5, 1))
```

- 7) Calcular el porcentaje de palabras positivas y negativas de la letra: En la variable `sent_df` se van a añadir tres columnas más. Una indicando el porcentaje de palabras positivas en la canción, otra indicando el porcentaje de palabras tristes y una última indicando el número total de palabras con aportan información sentimental. Para ello se hace uso de la función `summarise()` que sirve para reducir múltiples valores a uno solo y de la función `round()` que recibe como argumentos el número total de palabras positivas o negativas y lo divide por el total de palabras.

```
sent_df <- sent_df %>% summarise(pct_felices = round(sum(feliz, na.rm = T) / n(), 4),
pct_tristes = round(sum(triste, na.rm = T) / n(), 4), pct_neutras = round(sum(neutra,
na.rm = T) / n(), 4), word_count = n())
```

Por último, se almacenará en dos variables el porcentaje de palabras positivas y negativas de cada una de las canciones para calcular la densidad de positividad de una manera más cómoda.

```
pct_felices <- sent_df %>% filter(track_name == "corazon contenido") %>%
select(pct_felices)
pct_tristes <- sent_df %>% filter(track_name == "corazon contenido") %>%
select(pct_tristes)
```

- 8) Calcular la densidad de positividad: La densidad de positividad expresa la cantidad de palabras positivas en la canción. Cuanto mayor sea mayor este valor significará que habrá mayor cantidad de palabras muy positivas y menor cantidad de palabras muy negativas. La densidad de positividad se obtendrá de restar el porcentaje de palabras felices multiplicado por la media de valencia positiva ya normalizada de el porcentaje de palabras tristes multiplicado por la media de valencia negativa ya normalizada.

```
densidad_positividad <- ((val_pos_n * pct_felices)-(val_neg_n * pct_tristes))
```

- 9) Calcular densidad lírica: Para determinar cómo de importante es la letra es la canción se dividirá el número total de palabras con información afectiva de la letra entre la duración en segundos de la canción.

La variable “i” expresa el índice de la canción que queremos calcular su densidad lírica.

```
densidad_lirica <- (sent_df$word_count[i]/spotify_df$duration_ms[i] * 1000
```

- 10) Calcular índice lírico: Para concluir el análisis de la parte lírica de la canción, se combinará la densidad de positividad con la densidad lírica. Este valor nos indicará cómo de positiva es la letra de la canción teniendo en cuenta la cantidad de palabras que tiene.

*indice_lirico <- densidad_positividad * densidad_lirica*

- 11) Obtener el índice musical: Por último, se combinará el índice lírico con el índice musical. De este modo se tendrá un análisis completo de la canción.

indice_musical <- (indice_musical + indice_lirico)/2

4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Las listas de reproducción obtenidas de aplicar el protocolo se mostrarán a continuación. Cada una contienen 10 canciones agrupadas de mayor a menor en función del índice musical.

A modo de recordatorio, los parámetros que se han seleccionado para cada enfermedad son: valencia para Alzheimer, bailabilidad para Parkinson, y energía para esquizofrenia. Esto explica que los valores obtenidos para una misma canción son diferentes para cada enfermedad.

En el anexo se muestra el resto de canciones pertenecientes a la lista de reproducción “Los 60 España” con sus valores de índice musical.

- Lista de reproducción para enfermos de Alzheimer

1. Tengo tu amor: **1.7474**
2. Las flechas del amor: **1.524**
3. Camarera de mi amor: **1.3327**
4. Tómbola: **1.3053**
5. En un nuevo mundo: **1.2778**
6. Estando contigo: **1.2406**
7. Vacaciones de verano: **1.2121**
8. Los chicos con las chicas: **1.1916**
9. Quince años tiene mi amor: **1.1665**
10. Mi gran noche: **1.1494**

- Lista de reproducción para enfermos de Parkinson

1. Tengo tu amor: **1.7769**
2. Las flechas del amor: **1.323**
3. Camarera de mi amor: **1.3042**
4. En un mundo nuevo: **1.2568**
5. Estando contigo: **1.2256**
6. Tómbola: **1.1528**
7. Vacaciones de verano: **1.1131**
8. Los chicos con las chicas: **1.1091**
9. Mi gran noche: **1.0379**
10. Quisiera ser: **1.0034**

- Lista de reproducción para enfermos de Esquizofrenia

1. Tengo tu amor: **1.6434**
2. Las flechas del amor: **1.3695**
3. En un mundo nuevo: **1.3303**
4. Los chicos con las chicas: **1.2621**

5. Vacaciones de verano: **1.2256**
6. Camarera de mi amor: **1.1997**
7. Tómbola: **1.1943**
8. Estando contigo: **1.0876**
9. Quince años tiene mi amor: **1.0775**
10. Chica ye ye: **1.059**

Este proyecto pretende abrir una nueva línea de investigación en el área de análisis de sentimiento para poder aplicarlo a la musicoterapia y de este modo buscar métodos para mejorar el estilo de vida de pacientes que sufren enfermedades neurológicas. El protocolo presentado ha consistido en extraer por un lado los parámetros musicales de un conjunto de canciones mediante la API de Spotify y por otro lado el análisis de las letras de las canciones con la ayuda de la API de Genius y las normas de valencia. El resultado final han sido tres listas de reproducción diferentes para cada tipo de enfermedad compuestas por las canciones con mayor índice musical.

Algunos impactos que puede tener este proyecto en el campo de la musicoterapia pueden ser unificar el criterio de selección de las piezas musicales para las sesiones terapéuticas, así como ofrecer sesiones personalizadas para cada tipo de paciente. Otro posible impacto puede ser la optimización de las listas de reproducción en Spotify. De este modo se da un enfoque distinto a la personalización del contenido musical que se recomienda a los usuarios en función de sus gustos.

En cuanto algunas de las limitaciones de este TFG han sido no poder incluir más enfermedades en el proyecto debido a las limitaciones de tiempo y espacio. Por otro lado, algunas de las canciones no se han podido analizar ya que o estaban en otro idioma o algunas palabras de la letra no estaban incluidas en el listado de normas.

Para concluir este TFG, el siguiente paso sería la creación de una aplicación móvil o web que permitiese a los musicoterapeutas la creación de listas de reproducción automáticas. Para ello se necesitaría que se indicasen los parámetros musicales (valencia musical, energía, bailabilidad) o si se prefiere seleccionar un tipo de enfermedad, la edad y preferencias musicales del paciente o los pacientes y se generaría una lista de música. El musicoterapeuta podría utilizarla en sesiones y modificarla a su gusto. Con todo esto se abre la puerta a una fructífera, a día de hoy, inexplorada, nueva línea de investigación.

5. ANEXOS

A continuación, se mostrarán los valores calculados por medio del protocolo para todas las canciones de la lista de música “Los 60 España”. Se aportan los valores de la parte musical, parte lírica e índice musical.

Corazón contento (Marisol, 1968)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.951
Parte lírica: 1.0368
Índice musical: 0.9939
- Parkinson:
Parte musical: 0.586
Parte lírica: 1.0368
Índice musical: 0.8114
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.829
Parte lírica: 1.0368
Índice musical: 0.9329

Un rayo de sol (Los Diablos, 1970)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.845
Parte lírica: 0.3248
Índice musical: 0.5849
- Parkinson:
Parte musical: 0.628
Parte lírica: 0.3248
Índice musical: 0.4764
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.477
Parte lírica: 0.3248
Índice musical: 0.4009

Quince años tiene mi amor (Dúo dinámico, 1962)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.826
Parte lírica: 1.5070
Índice musical: 1.1665
- Parkinson:

Parte musical: 0.233
Parte lírica: 1.5070
Índice musical: 0.87

- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.648
Parte lírica: 1.5070
Índice musical: 1.0775

Mi gran noche (Raphael, 1968)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.868
Parte lírica: 1.4308
Índice musical: 1.1494
- Parkinson:
Parte musical: 0.645
Parte lírica: 1.4308
Índice musical: 1.0379
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.653
Parte lírica: 1.4308
Índice musical: 1.0419

Tengo tu amor (Fórmula V, 1968)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.807
Parte lírica: 2.6877
Índice musical: 1.7474
- Parkinson:
Parte musical: 0.866
Parte lírica: 2.6877
Índice musical: 1.7769
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.599
Parte lírica: 2.6877
Índice musical: 1.6434

Eva María (Fórmula V, 1973)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.965

Parte lírica: 1.0658
Índice musical: 1.0154

- Parkinson:
Parte musical: 0.645
Parte lírica: 1.0658
Índice musical: 0.8554

- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.752
Parte lírica: 1.0658
Índice musical: 0.9089

Esos ojitos negros (Dúo dinámico, 1965)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.447
Parte lírica: 0.08193
Índice musical: 0.2645
- Parkinson:
Parte musical: 0.402
Parte lírica: 0.08193
Índice musical: 0.242
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.795
Parte lírica: 0.08193
Índice musical: 0.4385

Yo soy aquel (Raphael, 1966)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.551
Parte lírica: 0.6412
Índice musical: 0.5961
- Parkinson:
Parte musical: 0.402
Parte lírica: 0.6412
Índice musical: 0.5216
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.427
Parte lírica: 0.6412
Índice musical: 0.5341

Soy rebelde (Jeanette, 1971)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.375
Parte lírica: 0.6072
Índice musical: 0.4911
- Parkinson:
Parte musical: 0.4
Parte lírica: 0.6072
Índice musical: 0.5036
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.379
Parte lírica: 0.6072
Índice musical: 0.4931

Si yo tuviera una escoba (Los Sírex, 1965)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.93
Parte lírica: 0.0811
Índice musical: 0.5056
- Parkinson:
Parte musical: 0.712
Parte lírica: 0.0811
Índice musical: 0.3966
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.599
Parte lírica: 0.0811
Índice musical: 0.3401

Cuéntame (Fórmula V, 1968)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.466
Parte lírica: 1.0631
Índice musical: 0.7646
- Parkinson:
Parte musical: 0.673
Parte lírica: 1.0631
Índice musical: 0.8681
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.518
Parte lírica: 1.0631
Índice musical: 0.7906

Las flechas del amor (Karina, 1968)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.964
Parte lírica: 2.0839
Índice musical: 1.524
- Parkinson:
Parte musical: 0.562
Parte lírica: 2.0839
Índice musical: 1.323
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.655
Parte lírica: 2.0839
Índice musical: 1.3695

Anduriña (Juan y Junior, 1969)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.814
Parte lírica: 0.4821
Índice musical: 0.6481
- Parkinson:
Parte musical: 0.582
Parte lírica: 0.4821
Índice musical: 0.5321
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.501
Parte lírica: 0.4821
Índice musical: 0.4916

El baúl de los recuerdos (Karina, 1969)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.807
Parte lírica: 1.0208
Índice musical: 0.9139
- Parkinson:
Parte musical: 0.741
Parte lírica: 1.0208
Índice musical: 0.8809
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.626
Parte lírica: 1.0208
Índice musical: 0.8234

María Isabel (Los Payos, 1969)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.962
Parte lírica: 0.2972
Índice musical: 0.6296
- Parkinson:
Parte musical: 0.683
Parte lírica: 0.2972
Índice musical: 0.4901
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.638
Parte lírica: 0.2972
Índice musical: 0.4676

¡Oh! Carol (Dúo dinámico, 1960)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.783
Parte lírica: 0.3018
Índice musical: 0.5424
- Parkinson:
Parte musical: 0.425
Parte lírica: 0.3018
Índice musical: 0.3634
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.666
Parte lírica: 0.3018
Índice musical: 0.4839

La vida sigue igual (Julio Iglesias, 1969)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.586
Parte lírica: 0.5206
Índice musical: 0.5533
- Parkinson:
Parte musical: 0.383
Parte lírica: 0.5206
Índice musical: 0.4518
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.401
Parte lírica: 0.5206
Índice musical: 0.4608

El porompompero (Manolo Escobar, 1960)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.932
Parte lírica: 0.531
Índice musical: 0.7315
- Parkinson:
Parte musical: 0.681
Parte lírica: 0.531
Índice musical: 0.606
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.573
Parte lírica: 0.531
Índice musical: 0.552

La fiesta de Blas (Fórmula V, 1974)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.99
Parte lírica: 0.5588
Índice musical: 0.7744
- Parkinson:
Parte musical: 0.867
Parte lírica: 0.5588
Índice musical: 0.7129
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.899
Parte lírica: 0.5588
Índice musical: 0.7289

Vivo cantando (Salomé, 1969)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.82
Parte lírica: 1.3431
Índice musical: 1.0816
- Parkinson:
Parte musical: 0.466
Parte lírica: 1.3431
Índice musical: 0.9046
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.746
Parte lírica: 1.3431
Índice musical: 1.0446

Flamenco (Los Brincos, 1964)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.644
Parte lírica: 0.3879
Índice musical: 0.516
- Parkinson:
Parte musical: 0.25
Parte lírica: 0.3879
Índice musical: 0.319
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.72
Parte lírica: 0.3879
Índice musical: 0.554

La yenka (Johnny y Charley, 1965)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.955
Parte lírica: 1.1541
Índice musical: 1.0546
- Parkinson:
Parte musical: 0.765
Parte lírica: 1.1541
Índice musical: 0.9596
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.772
Parte lírica: 1.1541
Índice musical: 0.9631

Amor de verano (Dúo dinámico, 1963)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.409
Parte lírica: 0.1918
Índice musical: 0.3004
- Parkinson:
Parte musical: 0.513
Parte lírica: 0.1918
Índice musical: 0.3524
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.402
Parte lírica: 0.1918
Índice musical: 0.2969

Estando contigo (Marisol, 1963)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.745
Parte lírica: 1.7362
Índice musical: 1.2406
- Parkinson:
Parte musical: 0.715
Parte lírica: 1.7362
Índice musical: 1.2256
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.439
Parte lírica: 1.7362
Índice musical: 1.0876

Quisiera ser (Dúo dinámico, 1961)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.446
Parte lírica: 1.6408
Índice musical: 1.0434
- Parkinson:
Parte musical: 0.366
Parte lírica: 1.6408
Índice musical: 1.0034
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.43
Parte lírica: 1.6408
Índice musical: 1.0354

La, la, la (Massiel, 1968)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.564
Parte lírica: 0.691
Índice musical: 0.6275
- Parkinson:
Parte musical: 0.34
Parte lírica: 0.691
Índice musical: 0.5155
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.693
Parte lírica: 0.691
Índice musical: 0.692

Yo no soy esa (Mari Trini, 1969)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.758
Parte lírica: 0.5797
Índice musical: 0.6689
- Parkinson:
Parte musical: 0.576
Parte lírica: 0.5797
Índice musical: 0.5779
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.624
Parte lírica: 0.5797
Índice musical: 0.6019

Camarera de mi amor (Antonio Machín, 1961)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.812
Parte lírica: 1.8533
Índice musical: 1.3327
- Parkinson:
Parte musical: 0.755
Parte lírica: 1.8533
Índice musical: 1.3042
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.546
Parte lírica: 1.8533
Índice musical: 1.1997

Que se mueran los feos (Los Sírex, 1965)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.965
Parte lírica: 0.2467
Índice musical: 0.6059
- Parkinson:
Parte musical: 0.638
Parte lírica: 0.2467
Índice musical: 0.4424
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.686
Parte lírica: 0.2467
Índice musical: 0.4664

Vacaciones de verano (Fórmula V, 1972)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.801
Parte lírica: 1.6231
Índice musical: 1.2121
- Parkinson:
Parte musical: 0.603
Parte lírica: 1.6231
Índice musical: 1.1131
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.828
Parte lírica: 1.6231
Índice musical: 1.2256

En un mundo nuevo (Karina, 1971)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.434
Parte lírica: 2.1215
Índice musical: 1.2778
- Parkinson:
Parte musical: 0.392
Parte lírica: 2.1215
Índice musical: 1.2568
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.539
Parte lírica: 2.1215
Índice musical: 1.3303

La moto (Los Bravos, 1966)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.858
Parte lírica: 0.9445
Índice musical: 0.9013
- Parkinson:
Parte musical: 0.494
Parte lírica: 0.9445
Índice musical: 0.7193
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.817
Parte lírica: 0.9445
Índice musical: 0.8808

Las chicas son guerreras (Los Salvajes, 1962)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.526
Parte lírica: 0.2537
Índice musical: 0.3899
- Parkinson:
Parte musical: 0.433
Parte lírica: 0.2537
Índice musical: 0.3434
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.925
Parte lírica: 0.2537
Índice musical: 0.5894

Tómbola (Marisol, 1962)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.852
Parte lírica: 1.7585
Índice musical: 1.3053
- Parkinson:
Parte musical: 0.547
Parte lírica: 1.7585
Índice musical: 1.1528
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.63
Parte lírica: 1.7585
Índice musical: 1.1943

Ola, ola, ola (Marisol, 1961)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.734
Parte lírica: 0.516
Índice musical: 0.625
- Parkinson:
Parte musical: 0.425
Parte lírica: 0.516
Índice musical: 0.4705
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.545
Parte lírica: 0.516
Índice musical: 0.5305

Un sorbito de champagne (Los Brincos, 1964)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.492
Parte lírica: 0.5928
Índice musical: 0.5424
- Parkinson:
Parte musical: 0.368
Parte lírica: 0.5928
Índice musical: 0.4804
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.342
Parte lírica: 0.5928
Índice musical: 0.4674

Los chicos con las chicas (Los Bravos, 1967)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.727
Parte lírica: 1.6562
Índice musical: 1.1916
- Parkinson:
Parte musical: 0.562
Parte lírica: 1.6562
Índice musical: 1.1091
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.868
Parte lírica: 1.6562
Índice musical: 1.2621

La zarzamora (Lola Flores, 1962)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.791
Parte lírica: 0.0185
Índice musical: 0.4048
- Parkinson:
Parte musical: 0.543
Parte lírica: 0.0185
Índice musical: 0.2808
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.351
Parte lírica: 0.0185
Índice musical: 0.1848

Borracho (Los Brincos, 1964)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.903
Parte lírica: 0.3875
Índice musical: 0.6453
- Parkinson:
Parte musical: 0.529
Parte lírica: 0.3875
Índice musical: 0.4583
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.666
Parte lírica: 0.3875
Índice musical: 0.5268

La felicidad (Palito Ortega, 1971)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.975
Parte lírica: 0.8707
Índice musical: 0.9229
- Parkinson:
Parte musical: 0.794
Parte lírica: 0.8707
Índice musical: 0.8324
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.556
Parte lírica: 0.8707
Índice musical: 0.7134

Españolito (Joan Manuel Serrat, 1969)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.44
Parte lírica: 0.8155
Índice musical: 0.6278
- Parkinson:
Parte musical: 0.555
Parte lírica: 0.8155
Índice musical: 0.6853
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.658
Parte lírica: 0.8155
Índice musical: 0.7368

Chica ye ye (Concha Velasco, 1965)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.63
Parte lírica: 1.2120
Índice musical: 0.921
- Parkinson:
Parte musical: 0.555
Parte lírica: 1.2120
Índice musical: 0.8835
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.906
Parte lírica: 1.2120
Índice musical: 1.059

Summertime girl (Los Íberos, 1969)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.592
Parte lírica: 0.6116
Índice musical: 0.6018
- Parkinson:
Parte musical: 0.287
Parte lírica: 0.6116
Índice musical: 0.4493
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.763
Parte lírica: 0.6116
Índice musical: 0.6873

Soy así (Los Salvajes, 1966)

- Alzheimer:
Parte musical: 0.552
Parte lírica: 0.2571
Índice musical: 0.4046
- Parkinson:
Parte musical: 0.577
Parte lírica: 0.2571
Índice musical: 0.4171
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.968
Parte lírica: 0.2571
Índice musical: 0.6126

Cerca de las estrellas (Los Pekenikes, 1968)


- Alzheimer:
Parte musical: 0.645
Parte lírica: 0.2154
Índice musical: 0.4302
- Parkinson:
Parte musical: 0.447
Parte lírica: 0.2154
Índice musical: 0.3312
- Esquizofrenia:
Parte musical: 0.529
Parte lírica: 0.2154
Índice musical: 0.3722

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] World Federation of Music Therapy: <https://www.wfmt.info>
- [2] Michael Trimble, Dale Hesdorffer. Music and the brain: the neuroscience of music and musical appreciation. *BJPsych Int.* 2017 May; 14(2): 28-31.
- [3] Bradt, J. et al. Music therapy for acquired brain injury. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2010 Jul 7;(7):CD006787.
- [4] G. Soria-Urios, P. Duque, J.M. García-Moreno. Música y cerebro (II): evidencias cerebrales del entrenamiento musical. *Rev Neurol* 2011; 53: 739-746.
- [5] Aguilar RF. La musicoterapia como instrumento favorecedor de la plasticidad, el aprendizaje y la reorganización neurológica. *Plasticidad y Restauración Neurológica* 2006; 5 (1).
- [6] Raglio A, Filippi S, Bellandi D, Stramba-Badiale M. Global music approach to persons with dementia: evidence and practice. *Clin Interv Aging* 2014; 9: 1669-76.
- [7] García-Casares N, Berthier-Torres ML, Froudish Walsh S, González-Santos P. Model of music cognition and amusia. *Neurologia* 2013; 28: 179-86.
- [8] Trobat Barrios, Carmen. 2012.
- [9] N. García-Casares, R.M. Moreno-Leiva, J.A. García-Arnés. Efecto de la musicoterapia como terapia no farmacológica en la enfermedad de Alzheimer. *Revisión sistemática. Rev Neurol* 2017; 65: 529-538.
- [10] Zárata P, Díaz V. Application of music therapy in medicine. *Rev Med Chil.* 2001Feb; 129(2):219-23.
- [11] Shulman M. When music becomes medicine for the brain. Specialists are prescribing rhythm and melody for conditions from Parkinson's to stroke. *US News World Rep.* 2008 Sep1-8;145(5):89-90.
- [12] Susan M. Koger, Melissa Brotons. Is Music Therapy an Effective Intervention for Dementia? A Meta-Analytic Review of Literature. *J Music Ther.* 1999;36(1):2-15.
- [13] Gfeller K. A preliminary investigation comparing one and eight channels at fast and slow rates on music appraisal in adults with cochlear implants. *Cochlear Implants Int.* 2000 Sep;1(2):82-7.
- [14] Gold C, Geretsegger M, Mössler KA, Bieleninik Ł, Chen XJ, Heldal TO. Music therapy for people with schizophrenia and schizophrenia-like disorders. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011 Dec 7;12: CD004025.
- [15] Aldridge, D. (Ed.). (2000). *Music Therapy in Dementia Care*. London: Jessica Kingsley.
- [16] Zárata P, Díaz V. Application of music therapy in medicine. *Rev Med Chil.* 2001Feb; 129(2):219-23.
- [17] Myskja A, Lindbaek M. Examples of the use of music in clinical medicine.
- [18] Definición de análisis de sentimiento: https://es.wikipedia.org/wiki/Análisis_de_sentimiento
- [19] Aplicaciones del análisis de sentimiento: <https://monkeylearn.com/sentiment-analysis/>
- [20] Poética computacional: cf. Jacobs, 2015, 2018 <http://sentiart.de/blog/introduction/>
- [21] Paquete spotifyr: <https://www.rcharlie.com/spotifyr/>
- [22] Artículo de Charlie Thompson: fitteR happier. <https://www.rcharlie.com/post/fitter-happier/>
- [23] NRC lexicon: <http://saifmohammad.com/WebPages/NRC-Emotion-Lexicon.htm>
- [24] Aplicación SentiFy: <http://www.rcharlie.net/sentify/>

- [25] Artículo de Caitlin Hudon: Blue Christmas: A data-driven search for the most depressing Christmas song. <https://caitlinhudon.com/2017/12/22/blue-christmas/>
- [26] Paquete tidytext: <https://cran.r-project.org/web/packages/tidytext/vignettes/tidytext.html>
- [27] Artículo de Paul Elvers: Sentiment analysis of musical taste: a cross-European comparison. <http://pauelvers.com/post/emotionsineuropeanmusic/>
- [28] Artículo de David K. Laing: Kendrick Lamar.
- [29] Artículo de Simran Vatsa: taylor. <https://medium.com/@simranvatsa5/taylor-f656e2a09cc3>
- [30] Artículo de Alyssa Goldberg: Hierarchical clustering of David Bowie records. <https://twitter.com/WireMonkey/status/1009915034246565891?s=19>
- [31] Archivo con las normas de valencia. <https://link.springer.com/article/10.3758/s13428-015-0700-2#SupplementaryMaterial>

Este documento esta firmado por

	Firmante	CN=tfgm.fi.upm.es, OU=CCFI, O=Facultad de Informatica - UPM, C=ES
	Fecha/Hora	Mon Jan 14 18:28:19 CET 2019
	Emisor del Certificado	EMAILADDRESS=camanager@fi.upm.es, CN=CA Facultad de Informatica, O=Facultad de Informatica - UPM, C=ES
	Numero de Serie	630
	Metodo	urn:adobe.com:Adobe.PPKLite:adbe.pkcs7.sha1 (Adobe Signature)