



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



FACULTAD DE
INGENIERÍA

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INSTITUTO DE MECÁNICA DE LOS FLUIDOS E INGENIERÍA
AMBIENTAL

Tesis de Maestría en Ingeniería Ambiental

**Molestia por ruido: una aplicación experimental con
enfoque en los factores no acústicos de los receptores**

Autor: Matías Andrés Olivera Richero

Tutor: Alice Elizabeth González Fernández

Montevideo, Uruguay

2024



PÁGINA DE APROBACIÓN

El tribunal integrado por los abajo firmantes, aprueba la Tesis de Maestría en Ingeniería Ambiental:

TÍTULO: Molestia por ruido: una aplicación experimental con enfoque en los factores no acústicos de los receptores

AUTOR: Ing. Matías Andrés Olivera Richero

TUTOR: Dra. Ing. Alice Elizabeth González Fernández

INTEGRANTES DEL TRIBUNAL:

Nombre	Entidad / Dependencia
Dr. Ing. José Cataldo	Facultad de Ingeniería – UdelaR
Dr. Ing. Rafael Terra	Facultad de Ingeniería – UdelaR
Dr. Ing. Héctor Campello Vicente	Universidad Miguel Hernández de Elche (España)

CALIFICACIÓN:

FECHA:

Agradecimientos

A Tebi y a Dante por el apoyo incondicional de todos los días. Sin ustedes nada de esto habría sido posible.

A mis padres por darme la posibilidad de generar las herramientas necesarias para seguir creciendo día a día.

A Elizabeth González, por la motivación, la energía, los consejos, la buena onda y la dedicación constante durante toda mi etapa de Maestría.

A todo el equipo del Departamento de Ingeniería Ambiental (DIA) por sus comentarios, sugerencias y propuestas que me aportaron muchísimo de cara al experimento.

A Luis Marisquirena y Sebastián Tripaldi por el préstamo de los equipos para llevar a cabo el experimento.

A Juan Litvan por sus aportes en la elaboración de las preguntas del cuestionario experimental.

A los 49 voluntarios que colaboraron desinteresadamente con su tiempo y buena disposición para que este trabajo fuera posible. También agradezco enormemente a quienes estuvieron interesados en participar, pero que por motivos de agenda no pudieron hacerlo.

A mis compañeros y amigos de OSE por la colaboración en todo momento. Quiero agradecer muy especialmente a Alejandro Viscarret, Diego Lützen y Edison Cáceres por el apoyo tan necesario durante las etapas más críticas del trabajo.

A la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) por otorgarme una beca de posgrado y apoyar este trabajo tan importante para mí.

“El aprendizaje es experiencia, todo lo demás es información”
Albert Einstein

Resumen

En el presente trabajo, se llevó adelante la primera experiencia de laboratorio a nivel nacional con el objetivo de estudiar la influencia de una serie de factores no acústicos vinculados a los receptores, sobre la molestia percibida por ruido. El experimento consistió en que un grupo de voluntarios escuchara diez pistas de audio provenientes de diversas fuentes (repetidos en dos tandas) y luego completara un cuestionario de carácter individual, vinculado a los sonidos escuchados más un grupo de preguntas personales.

En el análisis posterior de los datos generados, no se observaron diferencias significativas en la molestia por ruido percibida por hombres y mujeres, mientras que los individuos de entre 40 y 49 años fueron quienes en promedio percibieron mayor grado de molestia. Se observaron diferencias entre las respuestas de las personas de alta y baja sensibilidad al ruido, al comparar el cambio en la molestia por ruido promedio, percibida entre las dos tandas de escucha para los diferentes sonidos.

La connotación de los sonidos estuvo directamente relacionada con la molestia por ruido percibida (connotaciones negativas se correlacionaron con mayor molestia) y las primeras asociaciones mentales preponderantes que surgieron al escuchar los sonidos, resultaron de utilidad para interpretar los resultados de molestia percibida.

Del análisis estadístico multivariado de tipo exploratorio (llevado a cabo en el software RStudio), se hallaron estructuras razonables de agrupamientos (clusters) entre los sonidos, así como ciertos indicios de agrupamientos entre individuos. En los sonidos, la separación estuvo marcada principalmente por el grado de molestia por ruido percibido, mientras que, en el plano individual, los indicios de agrupamientos encontrados respondieron a las siguientes variables: sensibilidad al ruido, alergias, horas de trabajo semanales, edad y molestia por ruido percibida. Asimismo, se encontró que quienes percibieron mayor grado de molestia por ruido, presentaron un alto grado de exposición habitual al ruido.

La base de datos generada servirá como antecedente para futuros trabajos en la materia, y es posible seguir analizando la misma, tanto a través de trabajos interdisciplinarios como mediante herramientas estadísticas computacionales adicionales.

PALABRAS CLAVE: acústica ambiental, molestia por ruido, psicoacústica, factores no acústicos.

Este trabajo contó con el apoyo de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación a través del otorgamiento de una beca de posgrado.

Abstract

In the present work, the first laboratory experience at a national level was carried out with the aim of studying the influence of a series of non-acoustic factors linked to the receptors, on the perceived noise annoyance. The experiment consisted of a group of volunteers listening to ten audio tracks from different sources (repeated in two sets) and then completing an individual questionnaire, linked to the sounds heard plus a group of personal questions.

In the subsequent analysis of the generated data, no significant differences were observed in the noise annoyance perceived by men and women, while individuals between 40 and 49 years old were those who, on average, perceived a greater degree of annoyance. Differences were observed between the responses of people with high and low sensitivity to noise, when comparing the change in the average perceived noise annoyance, between the two listening sessions for the different sounds.

The connotation of the sounds was directly related to perceived noise annoyance (negative connotations were correlated with greater annoyance) and the first predominant mental associations that arose when listening to the sounds were useful for interpreting the results of perceived annoyance.

From the exploratory multivariate statistical analysis (carried out in the RStudio software), reasonable structures of groupings (clusters) among the sounds were found, as well as certain indications of groupings between individuals. In the sounds, the separation was mainly marked by the degree of perceived noise annoyance, while, at the individual level, the signs of groupings found responded to the following variables: sensitivity to noise, allergies, working hours per week, age and perceived noise annoyance. Likewise, it was found that those who perceived greater degree of noise annoyance, had a high degree of usual exposure to noise.

The generated database will serve as background for future work on the subject, and it is possible to continue analyzing it, both through interdisciplinary work and through additional computational statistical tools.

KEY WORDS: environmental acoustics, noise annoyance, psychoacoustics, non-acoustic factors.

Tabla de contenido

Resumen.....	IV
Abstract.....	V
Tabla de contenido.....	VI
Lista de figuras.....	IX
Lista de tablas	XI
Lista de gráficos.....	XIV
Lista de fotografías	XVIII
Lista de abreviaturas, acrónimos y siglas	XIX
1. Introducción	1
1.1. Motivación	2
1.2. Alcance.....	3
1.3. Objetivos	5
1.4. Organización del documento.....	5
2. Conceptos generales sobre molestia por ruido.....	7
2.1. Nociones previas sobre ruido y molestia.....	7
2.2. Cambio de paradigma hacia el paisaje sonoro	16
2.3. Factores que influyen en la molestia por ruido	19
2.3.1. Factores no acústicos relacionados a los receptores	19
2.3.1.1. Sensibilidad al ruido.....	23
2.3.1.2. Contenido semántico y connotación	26
2.3.1.3. Identificación de la fuente	27
2.3.1.4. Grado de exposición habitual al ruido.....	28
2.3.1.5. Edad.....	29
2.3.1.6. Género	29
2.3.1.7. Condición de salud	30
2.3.1.8. Estado de ánimo	30
2.3.1.9. Ocupación.....	31
2.3.1.10. Otros factores no acústicos	32
2.3.2. Factores acústicos	33
3. Métodos de evaluación de molestia por ruido	38
4. El impacto de la molestia por ruido sobre la salud humana	41

5.	Aplicación experimental	46
5.1.	Consideraciones previas a la fase experimental	46
5.2.	Diseño del experimento.....	46
5.2.1.	Sobre los sonidos	47
5.2.2.	Sobre los voluntarios.....	50
5.2.3.	Sobre el entorno	52
5.2.4.	Sobre la metodología	53
5.2.4.1.	Elaboración del cuestionario	56
5.2.4.2.	Secuencia de cada experimento por grupo de voluntarios	60
5.3.	Desarrollo del experimento y primeros comentarios	63
6.	Análisis de resultados	66
6.1.	Primer tratamiento de datos – filtrado de la muestra	67
6.2.	Datos faltantes	69
6.2.1.	Preguntas sobre los audios	69
6.2.2.	Preguntas personales	69
6.3.	Estado de ánimo	70
6.4.	Horas de trabajo semanales	72
6.5.	Condición de salud	72
6.6.	Grado de exposición habitual al ruido.....	73
6.7.	Sensibilidad al ruido.....	75
6.8.	Molestia percibida	82
6.8.1.	Conversión de escalas	82
6.8.2.	Escala numérica de molestia (Pregunta 6)	83
6.8.3.	Escala verbal de molestia (Pregunta 5).....	88
6.8.4.	Comparación escala numérica y escala verbal.....	93
6.8.5.	Porcentaje altamente molestos	94
6.8.6.	Comparación por género.....	95
6.8.7.	Edad	98
6.8.8.	Sensibilidad al ruido	99
6.8.9.	Sonoridad	105
6.8.10.	Connotación	106
6.8.11.	Identificación de la fuente y contenido semántico	107
6.8.12.	Soplante con y sin cubierta.....	112

6.9. Análisis estadístico multivariado	113
6.9.1. Matrices de sonidos.....	114
6.9.1.1. Tanda 1	115
6.9.1.2. Tanda 2.....	124
6.9.2. Matrices de individuos	131
6.9.2.1. Tanda 1	132
6.9.2.2. Tanda 2.....	147
7. Síntesis final.....	159
8. Conclusiones y futuras líneas de trabajo.....	164
Referencias bibliográficas.....	166
Anexos	181
Anexo A – Preguntas personales.....	181
Anexo B – Preguntas sobre los audios	189
Anexo C – Cuestionario utilizado en el experimento	229
Anexo D – Tablas comparativas entre individuos	240
Anexo E – Scripts en R	244
0-Tests-de-hipótesis.R	244
1-Matriz-Sonidos-Tanda 1.R	249
2-Matriz-Sonidos-Tanda 2.R	253
3-PCA-individuos-outliers.R	257
4-FAMD-HCPC-individuos-Tanda 1.R.....	258
5-FAMD-HCPC-individuos-Tanda 2.R.....	260
Anexo F – Información complementaria estadística multivariada.....	262

Lista de figuras

Figura 1-1 - Esquema básico del proceso auditivo.	3
Figura 2-1 - Extracto del Plan de Acción elaborado en el Congreso Mundial del Medio Ambiente, Estocolmo, 1972 (United Nations [UN], 1973).	11
Figura 2-2 - Esquema conceptual del paisaje sonoro (Kogan, 2018).	17
Figura 2-3 - Partitura musical y tabla sonora parcial de la pieza “Morning Chanting” compuesta por Deng 2006; 2011 (Deng et al., 2015).	18
Figura 2-4 - Factores personales que influyen sobre la molestia por ruido (adaptada de Alimohammadi et al., 2010).	20
Figura 2-5 - Preguntas del cuestionario de sensibilidad al ruido de Weinstein en su idioma original (Luz, 2005).	24
Figura 2-6 - Traducción de los 5 enunciados de la versión corta del cuestionario de Weinstein (elaboración propia para aplicación experimental).	25
Figura 2-7 - Triángulo semiótico de Ogden y Richards modificado por Stern y Ullmann (Fuentes 1988, como se citó en Miyara et al., 2014).	27
Figura 2-8 - Límites de exposición recomendados (adaptado de NIOSH, 2024b).	31
Figura 4-1 - Caminos para el desarrollo de efectos adversos sobre la salud producto de la exposición al ruido (Babisch, 2002).	42
Figura 5-1 - Audiogramas promedio para hombres y mujeres de Estados Unidos a diferentes edades (Wang y Puel, 2020).	51
Figura 5-2 - Esquema de equipos y conexiones utilizados durante el experimento.	54
Figura 5-3 - Preguntas de la Etapa 1 del cuestionario, correspondientes al Audio No.1 (análogas al resto de los audios).	57
Figura 5-4 - Preguntas finales del cuestionario.	59
Figura 5-5 - Preguntas para evaluar la sensibilidad al ruido (Weinstein reducido).	64
Figura 5-6 - Preguntas para evaluar el grado habitual de exposición al ruido.	65
Figura 6-1 - Nube de palabras del soplante sin cubierta (Tanda 1 y 2, izquierda y derecha respectivamente).	107
Figura 6-2 - Nube de palabras del soplante con cubierta (Tanda 1 y 2, izquierda y derecha respectivamente).	108
Figura 6-3 - Nube de palabras de la palabra hablada + soplante sin cubierta (Tanda 1 y 2, izquierda y derecha respectivamente).	108
Figura 6-4 - Nube de palabras de la palabra hablada (tanda 1 y 2, izquierda y derecha respectivamente).	109

Figura 6-5 - Nube de palabras de la palabra hablada en reverso (Tanda 1 y 2, izquierda y derecha respectivamente).....	109
Figura 6-6 - Nube de palabras del camión diésel (tanda 1 y 2, izquierda y derecha respectivamente).	110
Figura 6-7 - Nube de palabras del camión diésel + tormenta (tanda 1 y 2, izquierda y derecha respectivamente).	110
Figura 6-8 - Nube de palabras de la tormenta (tanda 1 y 2, izquierda y derecha respectivamente).	110
Figura 6-9 - Nube de palabras del aerogenerador (tanda 1 y 2, izquierda y derecha respectivamente).	111
Figura 6-10 - Nube de palabras de los sonidos indistinguibles (tanda 1 y 2, izquierda y derecha respectivamente).	111
Figura 6-11 - Heatmap Sonidos Tanda 1.	119
Figura 6-12 - Dendrograma Sonidos Tanda 1 (Average linkage).	120
Figura 6-13 - Corte del dendrograma por sonidos Tanda 1 para $k = 3$ (Average linkage)...	121
Figura 6-14 - Heatmap Sonidos Tanda 2.	127
Figura 6-15 - Dendrograma Sonidos Tanda 2 (Average linkage).	128
Figura 6-16 - Corte del dendrograma por sonidos Tanda 2 para $k = 3$ (Average linkage)...	129
Figura 6-17 - Clustering jerárquico individuos - Tanda 1.	144
Figura 6-18 - Clustering jerárquico individuos Tanda 1 en mapa de dimensiones principales.	145
Figura 6-19 - Clustering jerárquico individuos - Tanda 2.	155
Figura 6-20 - Clustering jerárquico individuos Tanda 2 en mapa de dimensiones principales.	156

Lista de tablas

Tabla 1-1 - Factores objetivo seleccionados inicialmente para el presente trabajo.	4
Tabla 2-1 - Fuentes sonoras fácilmente identificadas como ruido (adaptada de Liu et al., 2022).	14
Tabla 5-1 - Características generales de los diez sonidos utilizados durante el experimento.	49
Tabla 5-2 - Características objetivo de la muestra experimental.	51
Tabla 5-3 – Algunas ventajas y desventajas entre altoparlantes y auriculares.	53
Tabla 5-4 - Referencias Figura 5-2.	55
Tabla 5-5 - RMS total y LUFS de los audios utilizados.	56
Tabla 5-6 - Resumen de factores relevantes incluidos en el cuestionario y su forma de evaluación.	59
Tabla 5-7 - Secuencia de reproducción de audios durante el experimento.....	61
Tabla 5-8 - Estimación de la duración total del experimento.	62
Tabla 6-1 - Características generales de la muestra completa.	66
Tabla 6-2 - Criterios de filtrado de la muestra por capacidad auditiva.....	67
Tabla 6-3 - Principales características de la muestra filtrada.....	67
Tabla 6-4 - Cumplimiento de los objetivos planteados respecto a las características de la muestra.	68
Tabla 6-5 - Resumen de respuestas - horas de trabajo semanales.	72
Tabla 6-6 - Puntajes para cuantificación del grado de exposición habitual al ruido.	73
Tabla 6-7 – Parámetros estadísticos de la muestra – grado de exposición habitual al ruido. .	73
Tabla 6-8 – Parámetros estadísticos - Resultados sensibilidad al ruido (Weinstein reducido).	75
Tabla 6-9 - Clasificación según sensibilidad – Park et al. (2018) “modificado”.....	76
Tabla 6-10 - Parámetros estadísticos - sensibilidad al ruido (mujeres-hombres).	76
Tabla 6-11 - Comparación sensibilidad al ruido y grado de exposición habitual al ruido.	81
Tabla 6-12 - Escala numérica de 11 puntos y sus valores numéricos en escala de 0 - 100 (adaptado de Brink et al. 2016).....	82
Tabla 6-13 - Escala verbal de 5 puntos y sus valores numéricos en escala de 0 - 100 (adaptado de Brink et al. 2016).....	82
Tabla 6-14 – Puntajes promedio Pregunta 6 para los 10 audios en escala 0 - 100 y ranking de molestia.	84
Tabla 6-15 - Ranking de sonidos según puntaje promedio de molestia (escala numérica).	85

Tabla 6-16 - Diferencia de molestia promedio entre tandas (según escala numérica).	86
Tabla 6-17 - Correlación entre tandas (molestia promedio de sonidos según escala numérica).	86
Tabla 6-18 - Resumen de respuestas Pregunta 5 (Tanda 1).	88
Tabla 6-19 - Resumen de respuestas Pregunta 5 (Tanda 2).	89
Tabla 6-20 - Puntajes promedio Pregunta 5 para los 10 audios en escala 0 - 100 y ranking de molestia.	90
Tabla 6-21 - Ranking de sonidos según puntaje promedio de molestia (escala verbal).	91
Tabla 6-22 - Diferencia de molestia promedio entre tandas (según escala verbal).	91
Tabla 6-23 - Correlación entre tandas (molestia promedio de sonidos según escala verbal).	92
Tabla 6-24 - Comparación por sonidos (escala numérica y escala verbal).	93
Tabla 6-25 - Resumen % altamente molestos por sonido.	94
Tabla 6-26 - Molestia promedio escalas numérica y verbal (mujeres).	95
Tabla 6-27 - Molestia promedio escalas numérica y verbal (hombres).	96
Tabla 6-28 - p-valor test t-student para comparación de molestia según género.	97
Tabla 6-29 – Molestia promedio - individuos de baja sensibilidad según Park et al. (2018) “modificado”.	99
Tabla 6-30 - Molestia promedio - individuos de alta sensibilidad según Park et al. (2018) “modificado”.	99
Tabla 6-31 - p-valor test t-student para comparación de molestia según sensibilidad al ruido.	101
Tabla 6-32 - Diferencias entre tandas según sensibilidad (escala numérica).	102
Tabla 6-33 - Diferencias entre tandas según sensibilidad (escala verbal).	102
Tabla 6-34 - p-valor test Shapiro-Wilk para comparación de molestia según género.	103
Tabla 6-35 - Frecuencia de selección de connotaciones (pregunta 4).	107
Tabla 6-36 - Puntajes promedio de molestia percibida (según escala numérica).	112
Tabla 6-37 - Matriz de sonidos Tanda 1.	115
Tabla 6-38 - Matriz de sonidos Tanda 2.	115
Tabla 6-39 - Matriz de correlación - Sonidos Tanda 1.	116
Tabla 6-40 - Matriz de rotación – PCA Sonidos Tanda 1.	116
Tabla 6-41 - Coeficientes de correlación según métodos de distancia entre conjuntos.	120
Tabla 6-42 - Interpretación subjetiva del coeficiente de Silhouette (adaptada de Kaufman y Rousseeuw, 1990).	121

Tabla 6-43 - Número óptimo de k según función NbClust variando la distancia.....	122
Tabla 6-44 - Matriz de correlación - Sonidos Tanda 2.	125
Tabla 6-45 - Matriz de rotación – PCA Sonidos Tanda 2.....	125
Tabla 6-46 - Coeficientes de correlación según métodos de distancia entre conjuntos (Tanda 2).	128
Tabla 6-47 - Número óptimo de k según función NbClust variando la distancia (Tanda 2).	130
Tabla 6-48 - Matriz de datos – individuos Tanda 1.	133
Tabla 6-49 - Características de las cinco dimensiones principales - FAMD Tanda 1 Individuos.	135
Tabla 6-50 - Características representativas Clusters individuos - Tanda 1.	146
Tabla 6-51 - Comparación individuos cuadrantes 1 y 3 - Tanda 1.	146
Tabla 6-52 - Características de las cinco dimensiones principales - FAMD Tanda 2 Individuos.	147
Tabla 6-53 - Características representativas Clusters individuos - Tanda 2.	157
Tabla 6-54 - Comparación individuos cuadrantes 1 y 3 - Tanda 2.	158
Tabla A-0-1 - Respuestas a preguntas personales - Parte 1.	181
Tabla A-0-2 - Respuestas a preguntas personales - Parte 2.	182
Tabla A-0-3 - Respuestas a preguntas personales - Parte 3.	183
Tabla A-0-4 - Respuestas a preguntas personales - Parte 4.	184
Tabla A-0-5 - Respuestas a preguntas personales - Parte 5.	186
Tabla A-0-6 - Respuestas a preguntas personales - Parte 6.	187

Lista de gráficos

Gráfico 2-1 - Principal efecto del ruido ambiental, votación realizada por 68 expertos en ruido (adaptada de Guski et al., 1999).....	12
Gráfico 2-2 - Relación entre nivel de presión sonora y la prevalencia de molestia por ruido en cuatro tipos de lugares de trabajo: auditorio (A), oficina (O), unidades de atención médica (H) y salas de control (C) (adaptado de Pedersen et al., 2010).	13
Gráfico 2-3 - Grados de molestia total de acuerdo a diferentes fuentes de ruido (adaptado de Beutel et al., 2016).	15
Gráfico 2-4 - Grupos objetivo vulnerables (adaptada de Liu et al., 2022).	21
Gráfico 2-5 - Comportamientos vulnerables (adaptada de Liu et al., 2022).....	21
Gráfico 2-6 - Estados vulnerables (adaptada de Liu et al., 2022).	22
Gráfico 2-7 - Lugares de alta percepción de ruido (adaptada de Liu et al., 2022).....	22
Gráfico 2-8 - Momentos de alta percepción de ruido (adaptada de Liu et al., 2022).	22
Gráfico 2-9 - Molestia percibida vs. niveles de presión sonora promedio (adaptado de Altinsoy, 2022).	34
Gráfico 2-10 - Molestia percibida vs. máximo nivel de presión sonora (adaptado de Altinsoy, 2022).	35
Gráfico 2-11 - Molestia percibida vs. índice de molestia (adaptado de Altinsoy, 2022).....	35
Gráfico 2-12 - Relación entre sonoridad y molestia percibida (adaptado de Lee et al., 2017).	36
Gráfico 6-1 - Distribución en porcentaje por franjas etarias - muestra completa.	66
Gráfico 6-2 – Distribución estado de ánimo inicial (0).	70
Gráfico 6-3 – Distribución estado de ánimo final (1).	70
Gráfico 6-4 - Porcentajes de selección - Estado de ánimo inicial.....	71
Gráfico 6-5 - Porcentajes de selección - Estado de ánimo final.	71
Gráfico 6-6 - Distribución en porcentaje según autoevaluación de salud.....	72
Gráfico 6-7 - Puntajes del grado de exposición habitual al ruido.	74
Gráfico 6-8 - Cantidad de individuos según puntaje del grado de exposición habitual al ruido.	74
Gráfico 6-9 - Cantidad de individuos según puntaje de la sensibilidad al ruido.	75
Gráfico 6-10 - Boxplots sensibilidad al ruido (Mujeres-Hombres).	77
Gráfico 6-11 - Histogramas de sensibilidad al ruido (Mujeres-Hombres).....	78
Gráfico 6-12 - Comparación sensibilidad al ruido según género (estudio actual con criterio Schütte et al. 2007 vs. González et al. 2015).	79

Gráfico 6-13 - Sensibilidad al ruido por franjas etarias y género (adaptado de González et al 2015).	80
Gráfico 6-14 - Sensibilidad al ruido por género – franja etaria: 35 años o menos (estudio actual).	80
Gráfico 6-15 - Puntaje promedio de molestia para los 10 audios según escala numérica (0-100).	83
Gráfico 6-16 - Correlación Tanda 1 y Tanda 2 para los 10 sonidos según escala numérica.	87
Gráfico 6-17 - Correlación Tanda 1 y Tanda 2 para los 44 individuos según escala numérica.	88
Gráfico 6-18 - Puntaje promedio de molestia para los 10 audios según escala verbal (0-100).	89
Gráfico 6-19 - Correlación Tanda 1 y Tanda 2 para los 10 sonidos según escala verbal.	92
Gráfico 6-20 - Correlación Tanda 1 y Tanda 2 para los 44 individuos según escala verbal.	93
Gráfico 6-21 - Histograma de puntajes promedio de molestia (hombres-Tanda 1-escala verbal).	97
Gráfico 6-22 - Molestia promedio por franjas etarias (escala numérica).	98
Gráfico 6-23 - Molestia promedio por franjas etarias (escala verbal).	98
Gráfico 6-24 - Histograma de puntajes de molestia promedio - individuos alta sensibilidad (escala numérica).	101
Gráfico 6-25 - Histogramas diferencia porcentual (de molestia promedio por sonidos) entre tandas (individuos de baja y alta sensibilidad - escala numérica).	104
Gráfico 6-26 - Histogramas diferencia porcentual (de molestia promedio por sonidos) entre tandas (individuos de baja y alta sensibilidad - escala verbal).	104
Gráfico 6-27 – Sonoridad vs. Molestia percibida (escala numérica).	105
Gráfico 6-28 - Sonoridad vs. Molestia percibida (escala verbal).	106
Gráfico 6-29 - Gráficos de dispersión - matriz de sonidos Tanda 1.	116
Gráfico 6-30 - Biplot PCA - Sonidos Tanda 1.	117
Gráfico 6-31 - Proporción de la varianza explicada PCA - Tanda 1.	118
Gráfico 6-32 - Número óptimo de clusters método Silhouette promedio - Sonidos Tanda 1.	122
Gráfico 6-33 - K-means Sonidos Tanda 1 con k=3.	123
Gráfico 6-34 - Gráficos de dispersión - matriz de sonidos Tanda 2.	124
Gráfico 6-35 - Biplot PCA - Sonidos Tanda 2.	126
Gráfico 6-36 - Proporción de la varianza explicada PCA - Tanda 2.	126

Gráfico 6-37 - Número óptimo de clusters método Silhouette promedio - Sonidos Tanda 2.	130
Gráfico 6-38 - K-means Sonidos Tanda 2 con k=2.	131
Gráfico 6-39 - Biplot PCA individuos Tanda 1.	133
Gráfico 6-40 - Valores propios y varianza explicada por las cinco primeras dimensiones principales (FAMD Tanda 1).	135
Gráfico 6-41 - Contribución de las variables a la dimensión 1 - Tanda 1.	136
Gráfico 6-42 - Contribución de las variables a la dimensión 2 - Tanda 1.	136
Gráfico 6-43 - Contribución de las variables a la dimensión 3 - Tanda 1.	137
Gráfico 6-44 - Correlación entre variables y las dos dimensiones principales - Tanda 1.....	137
Gráfico 6-45 - Gráfico 3D de dimensiones principales para individuos en Tanda 1 (género).	138
Gráfico 6-46 - Gráfico 3D de dimensiones principales para individuos en Tanda 1 (estado de ánimo inicial).	138
Gráfico 6-47 - Rotación de ejes de Gráfico 6-46.	139
Gráfico 6-48 - Gráfico 3D de dimensiones principales para individuos en Tanda 1 (horas de trabajo semanales).	139
Gráfico 6-49 - Posiciones de individuos primeras dos dimensiones principales según horas de trabajo semanales (Tanda 1).	140
Gráfico 6-50 - Gráfico 3D de dimensiones principales para individuos en Tanda 1 (alérgico).	140
Gráfico 6-51 - Posiciones de individuos primeras dos dimensiones principales según alérgico (Tanda 1).	141
Gráfico 6-52 - Círculo de correlaciones entre variables cuantitativas - Tanda 1.	142
Gráfico 6-53 - Calidad de representación - variables cuantitativas - Tanda 1.	142
Gráfico 6-54 - Contribución variables cualitativas - individuos Tanda 1.	143
Gráfico 6-55 - Ploteo HCPC individuos Tanda 1 - k = 3.	145
Gráfico 6-56 - Valores propios y varianza explicada por las cinco primeras dimensiones principales (FAMD Tanda 2).	147
Gráfico 6-57 - Contribución de las variables a la dimensión 1 - Tanda 2.	148
Gráfico 6-58 - Contribución de las variables a la dimensión 2 - Tanda 2.	148
Gráfico 6-59 - Contribución de las variables a la dimensión 3 - Tanda 2.	149
Gráfico 6-60 - Correlación entre variables y las dos dimensiones principales - Tanda 2.....	149
Gráfico 6-61 - Gráfico 3D de dimensiones principales para individuos en Tanda 2 (género).	150

Gráfico 6-62 - Gráfico 3D de dimensiones principales para individuos en Tanda 2 (estado de ánimo final).....	150
Gráfico 6-63 - Rotación de ejes de Gráfico 6-63.	151
Gráfico 6-64 - Gráfico 3D de dimensiones principales para individuos en Tanda 2 (horas de trabajo semanales).....	151
Gráfico 6-65 - Rotación de ejes de Gráfico 6-65.	152
Gráfico 6-66 - Gráfico 3D de dimensiones principales para individuos en Tanda 2 (alérgico).	152
Gráfico 6-67 - Posiciones de individuos primeras dos dimensiones principales según alérgico (Tanda 2).....	153
Gráfico 6-68 - Círculo de correlaciones entre variables cuantitativas - Tanda 2.....	154
Gráfico 6-69 - Calidad de representación - variables cuantitativas - Tanda 2.	154
Gráfico 6-70 - Contribución variables cualitativas - individuos Tanda 2.....	155
Gráfico 6-71 - Ploteo HCPC individuos Tanda 2 - $k = 5$	156

Lista de fotografías

Fotografía 2-1 - Vecinos se manifiestan en contra del ruido generado por una serie de conciertos en Barcelona, España (La Vanguardia, 2023).	9
Fotografía 5-1 - Soplane con y sin cubierta (izquierda y derecha, respectivamente). Fuente: Edison Cáceres (Encargado de Saneamiento Minas, OSE).	48
Fotografía 5-2 - Sala de Actos “Ing. Eladio Dieste” (Gradas y escenario donde se desarrolló la Sesión 1). Fuente: fotos propias.	52
Fotografía 5-3 - Salón de posgrado del IMFIA (Facultad de Ingeniería, Udelar), donde se desarrolló la Sesión 2. Fuente: Dra. Ing. Carolina Ramírez (IMFIA).	53
Fotografía 5-4 - Fotografía tomada durante la sesión experimental desarrollada el día 21/10/2023.	63
Fotografía 5-5 - Fotografía tomada durante la sesión experimental desarrollada el día 31/10/2023.	63

Lista de abreviaturas, acrónimos y siglas

ANII:	Agencia Nacional de Investigación e Innovación
ANSI:	American National Standards Institute
CDC:	Centers for Disease Control and Prevention
DALYs:	Disability Adjusted Life Years
dB:	Decibel
dBFS:	Decibel Full Scale
DIA:	Departamento de Ingeniería Ambiental
FAMD:	Factor Analysis of Mixed Data (referido también por su significado en español: Análisis Factorial de Datos Mixtos)
FICON:	Federal Interagency Committee on Noise
HCPC:	Hierarchical Clustering on Principal Components (referido también por su significado en español: Clustering Jerárquico de Componentes Principales)
ICBEN:	International Commission on Biological Effects of Noise
IMFIA:	Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental
INE:	Instituto Nacional de Estadística
ISO:	Organización Internacional de Normalización
L_{Aeq} :	Nivel sonoro continuo equivalente
L_{dn} :	Nivel equivalente día-noche
L_{90} :	Nivel de permanencia 90 %
L_{max} :	Máximo nivel de presión sonora
LUFS:	Loudness Units Full Scale
MVOTMA:	Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente
MWW:	Mann-Whitney-Wilcoxon
NIH:	National Institutes of Health
NIOSH:	National Institute for Occupational Safety & Health
ONU:	Organización de las Naciones Unidas
OSE:	Obras Sanitarias del Estado
PCA:	Principal Component Analysis (referido también por su significado en español: Análisis de Componentes Principales)
PTAR:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

RAE:	Real Academia Española
REL:	Recommended Exposure Limit
RMS:	Root Mean Squared (valor cuadrático medio)
SC:	Silhouette Coefficient
SSID:	Soundscapes indices
UdelaR:	Universidad de la República
UE:	Unión Europea
UN:	United Nations (referido también por su significado en español: Naciones Unidas)
WHO:	World Health Organization (Organización Mundial de la Salud)
YCEI:	Yale Center for Emotional Intelligence
%HAv:	Porcentaje de la población “altamente molesta” según la escala verbal de la ISO/TS 15666:2021
%HAn:	Porcentaje de la población “altamente molesta” según la escala numérica de la ISO/TS 15666:2021
%HAvw:	Porcentaje de la población “altamente molesta” según la escala verbal ponderada según ISO/TS 15666:2021

1. Introducción

Si a una persona se le pregunta por el significado de la palabra “molestia”, es probable que rápidamente recuerde situaciones en las cuales se sintió molesta, quizás también visualice en su mente objetos que habitualmente asocia con la sensación de molestia, o tal vez simplemente piense en su estado físico y mental cuando se siente molesta. Todos los individuos han experimentado alguna vez esta sensación y por tanto resulta familiar hablar del término “molestia”, a pesar de que sea sumamente difícil de definir en pocas palabras.

Dentro de todas las posibles causas de molestia, la asociada al ruido es quizás una de las más importantes, teniendo en cuenta que los sonidos están presentes en todos los ambientes donde habitualmente las personas desarrollan sus actividades. A este tipo de molestia se la denomina “molestia por ruido” y la Organización Mundial de la Salud (World Health Organization [WHO], 2011) la identificó como el segundo factor más contribuyente a la “carga de enfermedad”¹ producto del ruido ambiente en los países de la Unión Europea (UE). Es decir, la molestia por ruido como problema ambiental individual y social no puede ser dejado de lado o considerarse poco significativo, sino que, por el contrario, el poder evaluar correctamente los diferentes grados de molestia que un sonido produce sobre su entorno (y las consecuencias asociadas) resulta de singular importancia.

En las urbanizaciones, habitualmente se dan situaciones de molestia por ruido, producto de las propias actividades cotidianas que allí se desarrollan. Esto por supuesto abarca diversos ámbitos como lo son el residencial, el ocupacional, el recreativo, entre otros. Sin embargo, a pesar de ser un problema ambiental muy antiguo y conocido, la temática aún se encuentra en pleno desarrollo. Esto último, se debe entre otras cosas a que no es posible valorar o predecir completamente el grado de molestia percibido por una persona (o grupo de personas) utilizando solamente parámetros acústicos (físicos) que caracterizan al sonido (o sonidos). En este sentido, a la hora de evaluar la molestia por ruido, se deben tomar en cuenta no solo variables del propio sonido, sino de las personas, la situación y del entorno en el cual se encuentran (Fenech et al., 2021). Esto hace necesario tener una mirada más holística a la hora de estudiar el tema, poniendo a la percepción humana como el foco principal.

Al profundizar en las variables o factores no acústicos que pueden influir sobre la molestia por ruido, como los factores personales vinculados a los receptores, una de las estrategias más utilizadas a nivel mundial para su estudio, son las encuestas basadas en cuestionarios (ej., Paunovic et al., 2008; Nguyen et al., 2020; Mitchell et al., 2022; Qu et al., 2023). Es así que, mediante las respuestas de las personas y controlando ciertas variables de los sonidos y del entorno, es posible profundizar en este tipo de factores realizando experimentos tanto a nivel de campo como en laboratorio.

¹ Concepto que refiere al impacto de un factor sobre la salud en un área específica, medida por la mortalidad y la morbilidad (WHO).

En el presente trabajo, se llevó adelante una primera experiencia de laboratorio a nivel nacional, con el objetivo principal de poder estudiar la influencia de algunos factores personales sobre la molestia percibida por un grupo de voluntarios, al escuchar diferentes sonidos previamente seleccionados. Se buscó así, poder contribuir no solo en el estudio de la molestia por ruido, sino también en la generación de una metodología para llevar a cabo experimentos sobre molestia por ruido basados en cuestionarios y escuchas.

La información obtenida a partir de la aplicación experimental, podrá ser utilizada como antecedente para continuar desarrollando las líneas de investigación que surjan del presente trabajo. Asimismo, es posible aplicar herramientas estadísticas adicionales a las utilizadas en el presente documento, las cuales podrán seguir aportando a la interpretación de los resultados.

1.1.Motivación

Si bien a nivel mundial el estudio de los factores no acústicos vinculados a los receptores que influyen sobre la molestia percibida comenzó hace ya varias décadas, esta área del conocimiento aún se encuentra en pleno desarrollo y con muchas preguntas por responder. Por tanto, resulta de sumo interés seguir profundizando en la temática, de manera de lograr aportar otro grano de arena a las certezas e incertidumbres que se tienen actualmente.

A nivel nacional, el Departamento de Ingeniería Ambiental (DIA) del Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental (IMFIA) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República (Fing – UdelaR), viene trabajando desde hace más de 20 años en estudios relacionados con la contaminación acústica, habiendo realizado importantes contribuciones en lo relacionado a mapas acústicos urbanos, confort acústico y herramientas de gestión para la reducción de niveles de presión sonora. Sin embargo, en lo que respecta al estudio de la molestia por ruido a través de experimentos de laboratorio de escuchas y cuestionarios, no existen antecedentes en Uruguay al respecto. Por lo tanto, poder realizar una primera experiencia de este tipo, representa una contribución significativa como punto de partida para futuros trabajos en la materia.

Los principales aportes del presente trabajo de tesis a nivel nacional serán, por tanto: generar una experiencia inédita en la temática en el país, obtener información relativa al grado de molestia percibido por un grupo de individuos al ser expuestos a una serie de sonidos con diferentes características y dejar abiertas futuras líneas de investigación para continuar profundizando en estos y otros resultados. En este sentido, se busca que los resultados aporten al entendimiento de la influencia de ciertos factores no acústicos sobre la molestia generada por diferentes sonidos, donde se realizarán comparaciones con resultados obtenidos en la bibliografía de referencia.

Cabe destacar que, estos aportes están alineados con la Meta 1.1.7 "Contaminación sonora" prevista en el Plan Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible (aprobado por el Decreto de Presidencia N°222/019), donde se propone como meta para el año 2030 "Armonizar la gestión de la contaminación acústica en todo el territorio nacional, con un abordaje integral de

la misma, mejorando el marco normativo nacional y departamental" (Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente [MVOTMA], 2019, p.57). La ausencia de reglamentación de la Ley de Contaminación Acústica N°17.852 del año 2004 (y los diversos vacíos que esto genera [Iglesias, 2021]), sumado a la variedad de reglamentaciones departamentales y las dificultades que presenta el proceso de evaluación de los ruidos, hace necesario poner énfasis en el estudio de la temática y las posibilidades de contribuir a una gestión más integral a nivel nacional.

También se espera que los resultados de este trabajo puedan ser utilizados principalmente por la comunidad científica asociada a las investigaciones en el campo de la acústica ambiental, tomadores de decisiones en lo relativo a las reglamentaciones sobre contaminación sonora, y el público en general. El poder conocer la opinión de las personas al estar expuestas a determinados sonidos resulta una herramienta realmente importante para poder gestionar correctamente los espacios dentro de los entornos urbanos, ya que muchas veces las decisiones sobre dónde llevar adelante las actividades se ven condicionadas por el paisaje sonoro (término que será definido en la sección 2.2).

Por último, cabe destacar que parte del enfoque del trabajo está relacionado con una situación concreta de molestia por ruidos a nivel residencial y ocupacional, la cual fue tomada en cuenta a la hora de seleccionar los sonidos del experimento y se describe a continuación. En las inmediaciones de ciertas plantas de tratamiento de aguas residuales (PTARs), operadas por OSE (Obras Sanitarias del Estado) y que se encuentran inmersas en la trama urbana, se han registrado denuncias debido a ruidos molestos producto de la operativa normal de dichas instalaciones. Asimismo, en muchas ocasiones, los propios operarios de las PTARs han alertado sobre las consecuencias en su salud, producto de la exposición diaria a diversas fuentes de ruido. Estas fuentes refieren principalmente a los soplantes (o sopladores) que inyectan aire a los reactores biológicos (concretamente en las plantas de lodos activados en aireación extendida o convencional) y a los camiones barométricos que circulan e ingresan a las PTARs a descargar sus efluentes. Por tanto, como forma de contribuir al entendimiento de este tipo de situaciones de molestia por ruido, en el experimento se utilizaron sonidos provenientes de las mencionadas fuentes.

1.2.Alcance

Si bien como se detallará más adelante, existe una gran variedad de factores que pueden influir sobre el grado de molestia por ruido percibido por una persona, en este trabajo, el principal foco estará puesto en los factores personales asociados a los receptores.

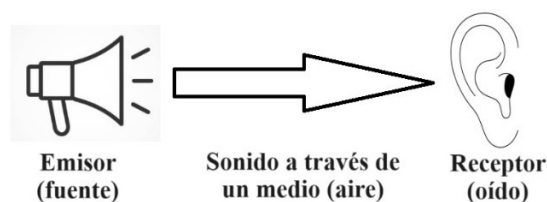


Figura 1-1 - Esquema básico del proceso auditivo.

Dentro de todo el abanico de factores asociados a los receptores, durante la concepción del presente trabajo se seleccionaron cuatro factores principales y cinco factores secundarios a ser estudiados (**Tabla 1-1**). Sin embargo, durante las etapas de diseño del experimento, se decidió incluir además otros factores para su posterior análisis y que serán descritos con más detalle más adelante en el documento (se destacan: sonoridad de los audios y alergias en las personas).

Factores principales	Otros factores
Contenido semántico del sonido	Edad
Identificación de la fuente	Género
Sensibilidad al ruido	Condición de salud (autoevaluada)
Grado de exposición al ruido	Estado de ánimo
	Horas de trabajo semanales

Tabla 1-1 - Factores objetivo seleccionados inicialmente para el presente trabajo.

A lo largo de todo el trabajo, se procurará mantener una mirada crítica sobre el problema en estudio, contemplando también ciertas características físicas de los sonidos y del entorno donde se llevó a cabo la experiencia, para luego poder darle solidez al análisis posterior de los resultados obtenidos. Asimismo, se buscará evitar errores y sesgos observados por expertos en la materia en la realización de experimentos similares en el pasado, tratando de incorporar los aprendizajes de la comunidad internacional en los últimos años.

Para la aplicación experimental, se buscó captar un número elevado de voluntarios y equilibrar tanto como fue posible la muestra en materia de género y franjas etarias. Asimismo, previo al experimento, a los participantes se les dio información básica sobre el objetivo y las características del mismo, de manera de no condicionar sus respuestas. En cuanto a los sonidos que fueron utilizados, se buscó contar con fuentes variadas (antropogénicas mecánicas y no mecánicas, naturales), donde algunas fueran fácilmente identificables y con significados claros, y otras no.

La información generada a partir del experimento, se materializa en las respuestas de cada uno de los voluntarios a una encuesta escrita (tipo cuestionario) desarrollada específicamente para el presente trabajo. El cuestionario se divide esencialmente en las preguntas de índole personal para caracterizar la muestra y las preguntas relacionadas con los audios escuchados. En este sentido, es importante destacar que, en las preguntas relacionadas con la molestia, se apuntó a evaluar la molestia producida por los sonidos concretos que escucharon y no la molestia que han percibido al escuchar estos sonidos anteriormente.

Una vez finalizada la etapa experimental, se realizó el procesamiento de datos de los cuestionarios, donde primero se transcribió la información en papel a formato digital (planilla electrónica) y luego se analizaron los datos utilizando diferentes herramientas estadísticas de tipo descriptivo y exploratorio, incluyendo el análisis multivariado computacional mediante el software RStudio (análisis de componentes principales – PCA y clustering), de forma de aportar mayor profundidad al estudio de los datos obtenidos.

1.3.Objetivos

El objetivo general del trabajo es contribuir al estudio de la influencia de ciertos factores no acústicos relacionados con los receptores sobre el grado de molestia percibido por las personas.

Asimismo, se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Generar un primer antecedente en el país, de un experimento de escuchas a nivel de laboratorio en base a cuestionarios, abriendo posibles líneas de trabajo a futuro.
- Comparar los resultados obtenidos con los resultados expuestos en las referencias bibliográficas tanto nacionales como internacionales.
- Divisar posibles tendencias de agrupamientos en los resultados (haciendo foco en los sonidos por un lado y en los individuos por otro).

1.4.Organización del documento

El documento se compone de ocho capítulos centrales y cuatro anexos, los cuales se describen brevemente a continuación:

- **Capítulo 1**: introducción al documento, concepción del trabajo, su enfoque y los objetivos planteados.
- **Capítulo 2**: presentación de los principales conceptos relacionados con molestia por ruido y los factores influyentes sobre la misma.
- **Capítulo 3**: breve descripción de los métodos más utilizados para la evaluación de la molestia por ruido, con énfasis en las encuestas en base a cuestionarios.
- **Capítulo 4**: descripción de los impactos más significativos de la molestia por ruido sobre la salud humana.
- **Capítulo 5**: detalles del diseño y desarrollo de la aplicación experimental (capítulo central).
- **Capítulo 6**: análisis descriptivo y exploratorio de la información obtenida durante la etapa experimental (capítulo central).
- **Capítulo 7**: síntesis final donde se resumen los resultados más relevantes.
- **Capítulo 8**: conclusiones y líneas de trabajo que se abren a futuro.

- **Anexo A**: incluye la información recabada durante la aplicación experimental, relacionada con las preguntas de índole personal.
- **Anexo B**: incluye la información recabada durante la aplicación experimental, relacionada con las preguntas sobre los audios.
- **Anexo C**: incluye el cuestionario completo utilizado en la aplicación experimental.
- **Anexo D**: incluye tablas donde se comparan ciertas respuestas y resultados individuales obtenidos a partir de los cuestionarios del experimento.
- **Anexo E**: incluye los scripts (secuencia de comandos) programados en lenguaje R, utilizados para el análisis estadístico multivariado.
- **Anexo F**: incluye un breve resumen con definiciones y detalles complementarios de estadística multivariada, utilizado para el análisis de resultados.

Además de los mencionados capítulos, el documento incluye el listado de las referencias bibliográficas utilizadas.

2. Conceptos generales sobre molestia por ruido

En el presente capítulo se abordan los principales conceptos que guardan relación con la molestia por ruido, comenzando por las nociones previas y generales, pasando por una breve descripción sobre el principal cambio de paradigma asociado a los estudios sobre ruido, para finalmente comentar en detalle varios de los factores que tienen influencia sobre la molestia por ruido percibida por las personas.

2.1. Nociones previas sobre ruido y molestia

La etimología de la palabra “molestia”, indica que la misma proviene de la idéntica palabra en latín “molestia”, cuyo prefijo “moles” significa masa, peso o carga. Según la Real Academia Española (RAE, s.f.), “molestia” puede significar: “acción y efecto de molestar o molestar”, “desazón originada de leve daño físico o falta de salud” o “falta de comodidad o impedimento para el libre movimiento del cuerpo, originada por algo que lo oprime o lastima”. Es decir, a partir de esta primera definición, se puede decir que la molestia está asociada a una sensación o estado del ser humano (ambos con connotaciones negativas) como respuesta a cierto estímulo que la genera. Nótese, además, que el propio significado de la palabra (según la RAE) incluye términos como “desazón” y “falta de comodidad”, los cuales son claramente subjetivos. Por tanto, el límite entre “sentirse molesto” y “no sentirse molesto” puede diferir entre una persona y otra. Esta característica, ya plantea una primera dificultad a la hora de evaluar ¿qué es molesto y qué no? y más dificultad aún, si se quiere saber ¿qué tan molesto es algo? Vale decir entonces, que no existe una única respuesta para cada una de estas preguntas, ya que no solo entran en juego variables de la propia fuente potencialmente generadora de la molestia, sino también variables de la persona que percibe el estímulo y, por si fuera poco, del entorno en el cual están inmersos.

La molestia por ruido, como la frase lo dice, es el tipo de molestia que se asocia a un sonido (o sonidos) interpretado como ruido por la persona (o personas) que lo percibe en un determinado entorno y contexto. Por tanto, para comenzar a avanzar en el entendimiento de este tipo de molestia, primero es necesario definir ¿qué es el ruido?, ya que como se verá, se trata de términos muy relacionados entre sí. A continuación, se plantea entonces, una primera serie de definiciones de “ruido”, desde diferentes ópticas.

- En las ciencias ambientales y la ecología (Liu et al., 2022)², el ruido es definido como cualquier fenómeno acústico que causa una sensación desagradable o perturbadora (Can et al., 2020). Aquí se observa una posible relación entre ruido y molestia, ya que

² El trabajo de Liu et al. (2022) será una de las referencias bibliográficas más relevantes para el presente estudio, ya que en el mismo se recaba información muy valiosa respecto a lo que las personas entienden cuando se habla de “ruido” y particularmente sobre los factores que las personas entienden que están relacionados con la percepción del ruido.

los términos “desagradable” y “perturbador” podrían entenderse similares a “desazón” y “falta de comodidad”, vistos en la definición de molestia de la RAE.

- En las neurociencias, las interrupciones aleatorias de las señales, que son referidas como “ruido”, plantean un problema básico en el procesamiento de la información y afectan cada aspecto de las características del sistema nervioso (Faisal et al., 2008). En este caso, el ruido está asociado a la interrupción de una señal, lo cual puede ser extrapolable al ruido ambiente cuando genera la interrupción de cierta actividad que está realizando un individuo, por ejemplo.
- En las ciencias de la computación, el ruido es definido como una perturbación no deseada en una señal eléctrica (Liu et al., 2022). Aquí, además del elemento ya mencionado en el punto anterior asociado con la perturbación de una señal, se agrega el hecho de que la perturbación sea “no deseada”, lo cual incorpora en cierta medida la perspectiva del receptor.
- En lingüística, el ruido se define como sonidos que corrompen el reconocimiento de información espectral en el habla (Chen et al., 2014; Fu et al., 1998). Esta definición resulta muy interesante, ya que pone de manifiesto el posible contenido semántico de los sonidos (el habla en este caso). Por tanto, el hecho de catalogar a un sonido como “ruido” puede resultar del impedimento para lograr algo tan elemental como lo es el entender un mensaje. Este aspecto particular, se profundizará durante la etapa experimental, en particular con dos de los sonidos seleccionados (palabra hablada y palabra hablada en reverso).
- En la normativa uruguaya, aparece una definición de ruido en el Artículo 2º de la Ley N°17.852 (Contaminación Acústica): “Se entiende por ruido todo sonido que, por su intensidad, duración o frecuencia, implique riesgo, molestia, perjuicio o daño para las personas, para otros seres vivos o para el ambiente o los que superen los niveles fijados por las normas”. En esta definición, con alto grado de detalle, se plantea directamente la relación entre ruido y molestia, ya que, si un sonido provoca molestia en una persona, entonces será considerado ruido.

Las definiciones anteriores, aportan información desde diferentes perspectivas para la construcción del concepto de “ruido” y cada una tiene relevancia en sí misma. Quizás la más abarcativa resulte ser la correspondiente al Art.2 de la Ley N°17.852, por el hecho de mencionar variadas consecuencias de la exposición a cierto sonido (como riesgo, molestia, perjuicio o daño) y por no solo considerar a las personas sino también incluir a otros seres vivos y al ambiente en general.

Una visión interesante planteada por Liu et al. (2022), es que la definición de ruido incluye cuatro componentes: el concepto de ruido, el ruido desde la percepción del entorno, el ruido desde la percepción de la objetividad (sonido) y el ruido desde la percepción de la subjetividad

(humana). Quizás esta última componente sea la más rica en contenido y es en ese universo de subjetividad de los receptores donde se enfocará el presente trabajo.

Para cerrar el listado de definiciones destacadas sobre el concepto “ruido”, se presenta la siguiente:

Ruido: “Sonido no deseado o que provoca efectos adversos sobre la salud” (Kogan, 2018).

A partir de esta sencilla, pero completa definición, se puede decir que alcanza con que se dé al menos una de estas dos condiciones (sonido no deseado o que provoque efectos adversos sobre la salud) para que un sonido sea considerado como ruido. Además, aquí nuevamente queda en evidencia la componente subjetiva, ya que un mismo sonido puede ser deseado por una persona y no deseado por otra. Un claro ejemplo de esto se da con la música, donde por un lado se podría tener a las personas que asisten voluntariamente a un concierto de rock y disfrutan de los sonidos provenientes de la banda y al mismo tiempo encontrar a los vecinos que residen en las inmediaciones del concierto, quienes pueden considerar a los mismos sonidos como ruido.



Fotografía 2-1 - Vecinos se manifiestan en contra del ruido generado por una serie de conciertos en Barcelona, España (La Vanguardia, 2023).

Otra observación interesante respecto a la definición de Kogan (2018), es que, en teoría, cualquier sonido podría ser considerado como ruido, ya que, si algún receptor lo considera no deseado, se cumpliría una de las dos condiciones. Asimismo, el término “no deseado” es tan amplio que se vincula con varios de los conceptos mencionados en demás definiciones expuestas anteriormente (“sensación desagradable”, “interrupción de una señal”, “corrompe el reconocimiento de información”). Nótese que el concepto de molestia también entra en juego en la definición de Kogan (2018), ya que un sonido no deseado (ruido), puede provocar molestia en el receptor, la cual (como se verá más adelante) puede ser a la vez precursora de otros efectos adversos sobre la salud.

En el siguiente párrafo, extraído de un trabajo realizado en el año 2014 por diversos investigadores argentinos, entre los cuales se destaca al Ing. Federico Miyara por ser uno de los mayores referentes a nivel regional sobre temas de acústica y psicoacústica, se resume de manera muy clara varias de las ideas expuestas hasta ahora:

El término “ruido” admite dos interpretaciones según se considere el punto de vista físico-objetivo o perceptivo-subjetivo. La primera se refiere al hecho de poseer un espectro frecuencial continuo, es decir que contiene todas las frecuencias audibles, en contraposición con los sonidos tonales o pseudotonaes que poseen sólo un conjunto discreto de frecuencias constitutivas. La segunda expresa simplemente que es “sonido no deseado”. No necesariamente el hecho de ser “no deseado” implica que se lo rechace o que automáticamente produzca efectos negativos. “No deseado” sólo implica que no se lo busca especialmente, que no hay intención de escucharlo por sí mismo. En otras palabras, puede ser no deseado y al mismo tiempo aceptárselo si se presenta espontáneamente. Pero, desde luego, la definición incluye también aquellos sonidos que por sus características (nivel, intermitencia, contenido semántico, etc.) provocan rechazo o causan efectos adversos. (Miyara et al., 2014, p.3-4).

En definitiva, el percibir un sonido como un ruido es el resultado de un proceso complejo y dinámico que incluye al sonido (duración del sonido, contenido del mensaje, etc.), al ambiente (tiempo, espacio y contexto) y a la persona (edad, ocupación, tolerancia, los 5 sentidos, etc.) (Liu et al., 2022). Si bien el contenido del mensaje puede considerarse como un aspecto del sonido, es el receptor quien termina interpretando dicho mensaje. Por tanto, una parte importante del cuestionario desarrollado para la aplicación experimental que se describirá más adelante, apunta a relacionar el contenido semántico de los sonidos con la posible sensación de molestia percibida al escucharlos.

Haciendo un poco de historia, en el Congreso Mundial del Medio Ambiente realizado en Estocolmo en el año 1972, sucedió un hito relevante respecto al significado de “ruido”. Allí, el ruido fue declarado como contaminante (González, 2012), lo cual implica darle una gran relevancia a los efectos que pueda tener sobre la salud y/o el ambiente. En este sentido, al considerar el ruido como un contaminante, resulta lógico apuntar a la cuantificación y reducción de las emisiones sonoras, lo cual fuera propuesto en una de las recomendaciones elaboradas en el mencionado Congreso (**Figura 2-1**).

Recomendación 14

Se recomienda que el órgano intergubernamental competente en las cuestiones ambientales que se establezca dentro del sistema de las Naciones Unidas tome las medidas pertinentes para la realización de los estudios precisos sobre la necesidad y las posibilidades técnicas de elaborar normas internacionalmente aceptadas para medir y limitar las emisiones de ruido, y que, si se estima pertinente, se apliquen esas normas a la fabricación de medios de transporte y de ciertos tipos de material de trabajo, sin un fuerte aumento de los precios o una reducción de la ayuda prestada a los países en desarrollo.

Figura 2-1 - Extracto del Plan de Acción elaborado en el Congreso Mundial del Medio Ambiente, Estocolmo, 1972 (United Nations [UN], 1973).

Esta visión o “paradigma” de entender al ruido como contaminante y apuntar a la reducción de las emisiones sonoras, es la que ha preponderado a lo largo de las últimas décadas, pero como se comentará más adelante, poco a poco se ha ido cambiando hacia una visión más holística como lo es la del paisaje sonoro.

Una característica que diferencia al ruido de otros contaminantes físicos, es que el ruido no deja residuos líquidos, sólidos o gaseosos, lo cual genera un desafío al momento de cuantificar sus efectos. Asimismo, el ruido es un contaminante que no se acumula en el espacio o el tiempo, pero sus efectos sí son acumulativos en las personas, en forma de afecciones físicas y psíquicas (Noriega, 2017). En las últimas décadas, se ha puesto especial atención a las consecuencias de la exposición al ruido sobre la salud humana, lo cual ha llevado no solamente a la elaboración de normativas y recomendaciones sobre los niveles sonoros admisibles, sino también a modificar el diseño y las tecnologías asociadas a nuevos dispositivos e infraestructuras y que el público en general sea más consciente de estas consecuencias.

Otra de las características asociadas a la exposición al ruido, es que en muchos sitios (particularmente en las grandes ciudades) puede darse que, durante un porcentaje muy alto de las horas del día, las personas estén expuestas a ruidos, siendo muy difícil “aislarse” para evitar esta exposición. Las propias conductas del ser humano y los avances tecnológicos a lo largo de la historia han ido repercutiendo sobre el ruido ambiente y la molestia percibida en los hogares, el trabajo, los lugares de recreación, etc. Inventos como el motor a vapor a finales del siglo XVIII o el triodo³ en 1906 (Goldsmith, s.f.), cambiaron radicalmente el curso de la historia sonora del planeta Tierra.

Ahora bien, en relación a los efectos que genera la exposición al ruido sobre las personas, se tiene la siguiente división presentada en el trabajo “Control de Ruido” de Miyara (1999):

- Efectos auditivos: presbiacusia, socioacusia, desplazamiento temporal del umbral, etc.

³ Primer dispositivo electrónico de amplificación, desarrollado por el inventor estadounidense Lee De Forest.

- Efectos no auditivos: efectos sobre la voz, hipertensión, estrés, depresión, ansiedad, pérdida de concentración, **molestia**, etc.

Aquí se puede ver la variedad y cantidad de efectos que puede generar la exposición al ruido, con lo cual se puede tener una primera idea de la real dimensión de la temática. Dentro de todo este universo de efectos, la molestia es solamente uno de ellos. A esto debe sumarse la componente temporal, es decir, algunos de estos efectos pueden darse inmediatamente, otros en el corto plazo y otros quizás luego de varios años de exposición.

Un detalle importante respecto de los efectos no auditivos del ruido, es que estos pueden ocurrir también a niveles de presión sonora sustancialmente menores a los requeridos para dañar los órganos auditivos (Beutel et al., 2016). En este sentido, si los niveles de presión sonora no superan ciertos umbrales, pero sí se presentan de manera constante ante las personas en su lugar de trabajo, lugares de ocio y de residencia, durante todo el día, la sensación de molestia que estas personas perciben sí es notable (Noriega, 2017). Esta característica será relevante a la hora del diseño de la aplicación experimental, donde se buscó trabajar con niveles sonoros moderados, evitando así que la molestia surja debido a un alto nivel de presión sonora y para evitar, además, generar un perjuicio en la salud de los voluntarios.

Profundizando ahora sí en el concepto de molestia por ruido, tal como se expresa en uno de los trabajos más reconocidos sobre dicha temática, la molestia por ruido es comúnmente considerada como el **principal efecto del ruido ambiental sobre las personas y entendida como un concepto psicológico multifacético, el cual incluye aspectos de comportamiento y evaluativos** (Guski et al., 1999). En el **Gráfico 2-1**, adaptado de dicho trabajo, se muestra el resumen de las respuestas que dieron 68 expertos en ruido, cuando se les preguntó por el efecto “más esencial” del ruido ambiental. Aquí es importante notar que “esencial” puede tener varias interpretaciones, ya que podría considerarse esencial para determinado grupo de personas, para una sociedad en su conjunto, etc.

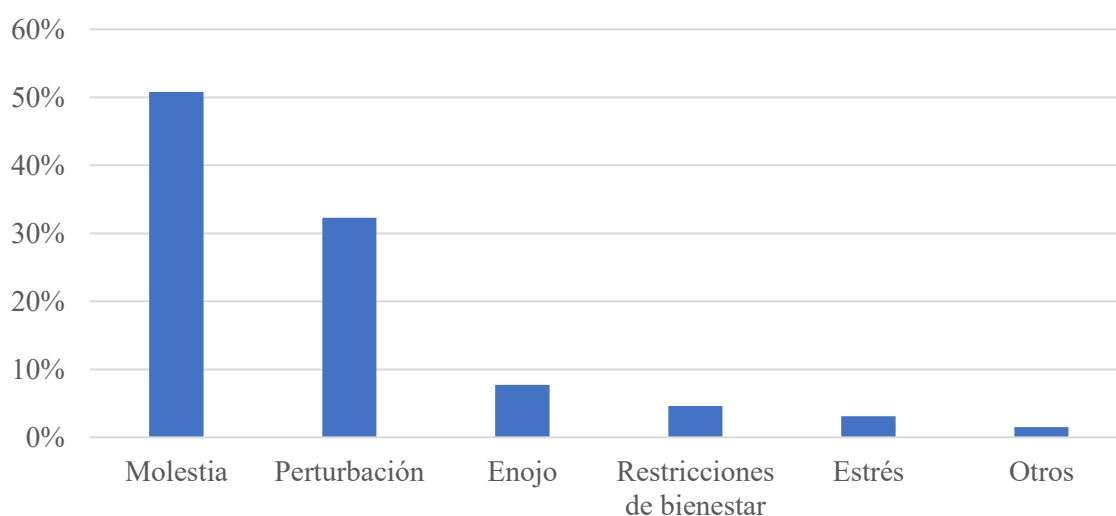


Gráfico 2-1 - Principal efecto del ruido ambiental, votación realizada por 68 expertos en ruido (adaptada de Guski et al., 1999).

En el **Gráfico 2-1**, se puede ver que más de un 50 % de los expertos consideró a la molestia como el efecto “más esencial” del ruido ambiental, con lo cual, tiene sentido considerar a la molestia como un indicador (de sensibilidad) de los efectos adversos del ruido (Paunovic et al., 2008). Esto genera que el poder predecir el grado de molestia por ruido cobre una gran relevancia. Sin embargo, como se verá, esta es una tarea sumamente compleja y multicausal.

En el **Gráfico 2-2**, se puede ver el resultado de un estudio donde se buscó relacionar los niveles de exposición sonora en diferentes lugares de trabajo, con la prevalencia de molestia por ruido en los trabajadores. Si bien se observan diferencias según el tipo de lugar de trabajo, es posible divisar una cierta relación entre el nivel de presión sonora en dB con ponderación A y el porcentaje de personas molestas. Esto está alineado con lo expuesto por Beutel et al. (2016), donde se menciona que la relación entre las mediciones objetivas del ruido y la molestia es clara.

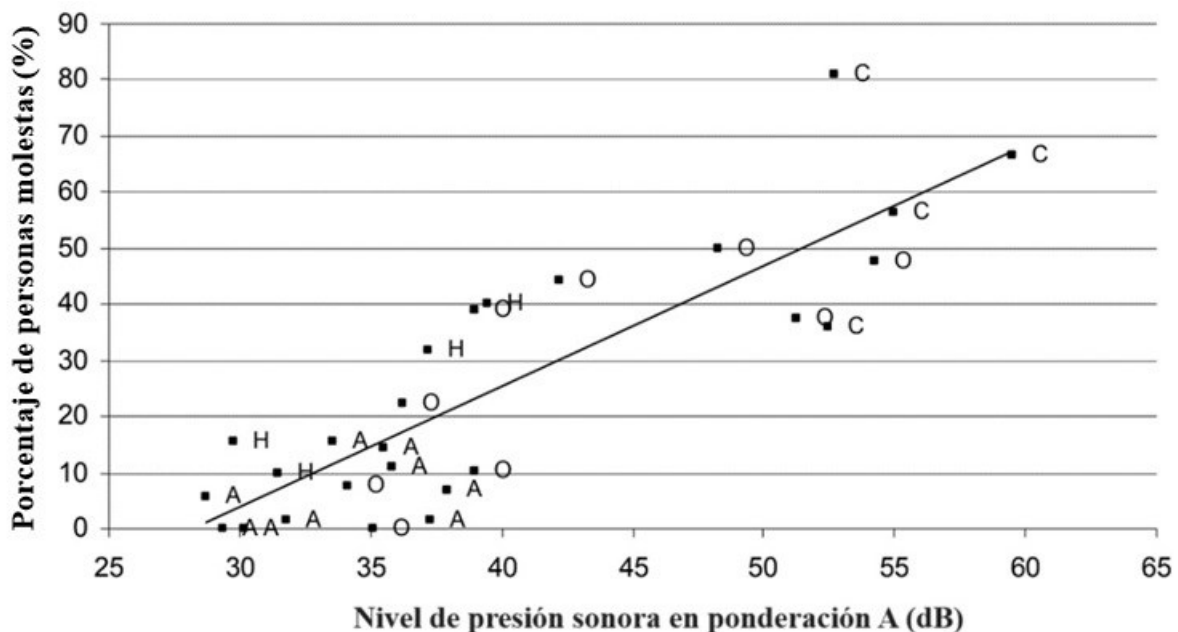


Gráfico 2-2 - Relación entre nivel de presión sonora y la prevalencia de molestia por ruido en cuatro tipos de lugares de trabajo: auditorio (A), oficina (O), unidades de atención médica (H) y salas de control (C) (adaptado de Pedersen et al., 2010).

Al observar el **Gráfico 2-2**, también se puede deducir que necesariamente deben entrar en juego otras variables para terminar de explicar la varianza observada en el nivel de molestia. En este sentido, se pueden dar algunos ejemplos en los cuales la intensidad del sonido no juega un papel preponderante en la predicción del grado de molestia percibido:

- Una gota de agua que cae del grifo de la cocina no tiene una gran intensidad sonora; sin embargo, puede ser capaz de molestar a muchas personas en la búsqueda de conciliar el sueño o concentrarse en alguna actividad intelectual (Miyara, 1999). Por el contrario, el mismo autor realiza una contraposición frente a una lluvia que incluye millones de gotas de agua, y por ende un sonido mucho más intenso, pero que no produce el mismo grado de molestia. Aquí se esboza otra característica acústica de los sonidos que puede

tener influencia en la molestia y es su regularidad o sus fluctuaciones, lo cual es mencionado por Fastl (2004).

- Los sonidos con contenido semántico (por ejemplo, la música o la palabra), son capaces de provocar mayor molestia en una persona que otros sonidos con espectros y niveles de presión similares (Miyara, 1999). Basta pensar en que, si por ejemplo una persona está estudiando o trabajando, y cerca de ella se está dando una conversación entre otras dos personas, quizás sea suficiente para impedir que el receptor (involuntario) logre su objetivo (estudio/trabajo).

Estos ejemplos son un punto de partida para entender parte de la idea motivacional que hay detrás de la aplicación experimental que será presentada más adelante, ya que muchas veces el foco está puesto en controlar los niveles sonoros, pero quizás con esto se pierda de vista “gran parte de la película” al no considerar otros factores relevantes como la fuente sonora o el contexto.

En la **Tabla 2-1**, adaptada del trabajo de Liu et al. (2022), se puede observar cuáles son las principales fuentes sonoras que las personas asocian con el ruido, así como los detalles asociados al entorno y la persona cuando estos sonidos son percibidos como ruidos. Esta información se obtuvo a partir de entrevistas personales realizadas a 78 participantes en el mencionado trabajo.

Fuente sonora	Cantidad de menciones	Comportamiento y estado	Lugar	Detalles
Ruido de tránsito	41	Al estudiar (7)	En la calle (6)	Sirenas de vehículos (16)
				Sonido de vehículo en movimiento (8)
Sonidos de la construcción	36	Al estar en casa (9)	Lugar de construcción (17)	
			En casa (12)	
Maquinaria	21	Al estar en casa (11)	En casa (11)	
Conversación	20	Al dormir (8)		Hablar en voz baja (5)
Música	16			
Transmisiones de películas y TV	9			Sonido de TV (5)
Sonidos de animales	9			Ladridos de perro (7)
Gritos	8			
Uñas arañando el pizarrón	5	Durante una clase (5)	En salón de clase (5)	
Sonidos al jugar juegos de PC	5			
Sonidos de niños jugando	5		En casa (5)	

Tabla 2-1 - Fuentes sonoras fácilmente identificadas como ruido (adaptada de Liu et al., 2022).

Aquí queda en evidencia que la percepción del ruido, está relacionada (entre otras cosas) con el entorno en el cual se produce, la actividad que está desarrollando el receptor, el contenido de información del sonido y las características acústicas del sonido. Como se expresa en el

trabajo de Maggiolo (2001, p.3), “la información sonora depende tanto de la naturaleza misma del sonido como del contexto en el que se ubica”. Un claro ejemplo de esto a partir de la **Tabla 2-1**, podría ser la señal de aviso cuando una máquina transita en reversa dentro de una obra, la cual para el personal obrero constituye una alerta para evitar un accidente, sin embargo, para el vecino que busca leer un libro, resulta claramente en un ruido molesto.

De manera similar a la **Tabla 2-1**, pero profundizando en el grado de molestia percibido para diferentes fuentes sonoras, se presenta el **Gráfico 2-3**, donde se puede ver esta relación para ciertos grupos de fuentes habitualmente asociadas con ruido (Beutel et al., 2016).

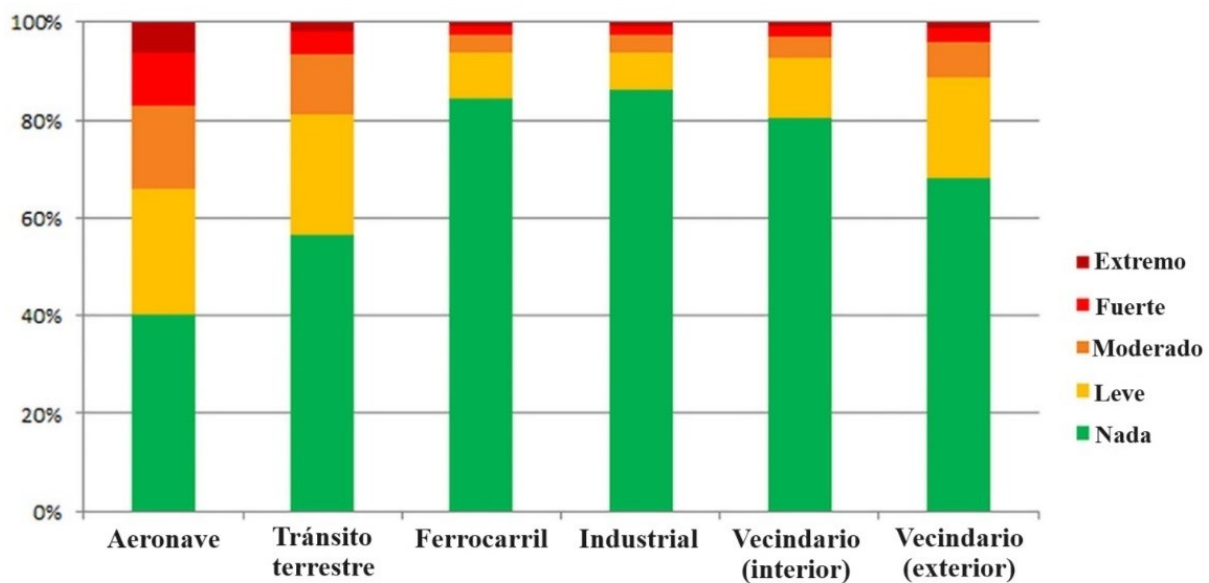


Gráfico 2-3 - Grados de molestia total de acuerdo a diferentes fuentes de ruido (adaptado de Beutel et al., 2016).

Como se verá más adelante en el Capítulo 5 (dedicado a la aplicación experimental), varios de los sonidos seleccionados para el experimento, forman parte de algunas de las fuentes sonoras que aparecen en el **Gráfico 2-3** (a saber: tránsito terrestre, industrial, vecindario exterior). En dicho gráfico, es importante visualizar el impacto que tienen los medios de transporte en la molestia por ruido, lo cual puede también verse en la cantidad de artículos y publicaciones científicas dedicadas al ruido asociado al transporte y la molestia. Tiene sentido entonces, apuntar a reducir las emisiones sonoras de estas fuentes más molestas, como ya se planteaba en el mencionado Congreso Mundial del Medio Ambiente del año 1972. Ahora bien, reducir los niveles sonoros, no necesariamente implicaría un ambiente acústico de mayor calidad, ya que hay sonidos que tienen un impacto o significado positivo/negativo, independientemente de su nivel sonoro (Aletta et al., 2016).

Tal como se expresa de forma muy clara en Miedema (2007), el ruido molesta porque: enmascara otros sonidos, dificulta actividades intelectuales, perturba la concentración y la atención, conlleva a cierta excitación física, y “gatilla” reacciones afectivas/emocionales de carácter negativo o angustiante. Por tanto, para lograr dar respuestas más completas a las preguntas relacionadas con la molestia por ruido, necesariamente se deben entrelazar

disciplinas como la psicología, la medicina, la física y la ingeniería, entre muchas otras. En este sentido, el estándar técnico ISO/TS 15666:2021 (el cual será descrito en el Capítulo 3), define a la **molestia por ruido** como “**la reacción individual de una persona hacia el ruido**” y esto es analizado a través de encuestas socio-acústicas basadas en preguntas con escalas de clasificación verbales y numéricas (Mitchell et al., 2022). Se continua entonces avanzando hacia la búsqueda del entendimiento de los factores que construyen la sensación de molestia en las personas.

2.2.Cambio de paradigma hacia el paisaje sonoro

Como se mencionó de forma sucinta anteriormente, desde los inicios de la búsqueda sistemática de soluciones frente a los problemas de ruido en las urbanizaciones, el enfoque ha estado centrado fundamentalmente en el control de los niveles de presión sonora de las fuentes emisoras, o en la mitigación del ruido percibido por el receptor mediante pantallas o barreras. Esto quiere decir, que se apunta a que la persona perciba menos ruido, pero siempre con el foco puesto en el sonido (ruido) y sus características. Este enfoque “convencional” de reducción del nivel sonoro, no siempre logra las mejoras requeridas en la calidad de vida (Kang, 2017).

Con el paso del tiempo, durante las décadas de 1960 y 1970 se produce un cambio en este paradigma “convencional”, con la llegada del concepto “paisaje sonoro” (*soundscape* en inglés). Este concepto fue introducido originalmente por Southworth (1967), quien lo definió como “la calidad y tipos de sonidos y su arreglo en espacio y tiempo”. Más tarde, Murray Schafer, un compositor, músico, escritor y profesor canadiense continuaría desarrollando y popularizando mundialmente este concepto durante más de cinco décadas, exponiendo, la creciente aparición de la contaminación acústica como una amenaza potencial para la salud y la cultura humana (Grinfeder et al., 2022). Schafer y sus colegas definieron al paisaje sonoro como “un ambiente de sonido (o ambiente sonoro) con énfasis en la manera en que es percibido y entendido por el individuo, o la sociedad” (Truax, 1999). En este nuevo “paradigma del paisaje sonoro”, se “concibe al sonido ambiental como un recurso, cuya gestión puede generar beneficios en salud pública, ambientales, urbanísticos, culturales y sociales” (Kogan, 2018, p.13). Asimismo, el estudio del paisaje sonoro combina enfoques físicos, sociales y psicológicos y considera a los sonidos ambientales como recursos en lugar de residuos (Kang, 2017).

En la estrategia del paisaje sonoro, se considera al ambiente sonoro percibido por las personas, en un contexto y con un enfoque multidisciplinario. Esto implica un gran cambio en cuanto al foco de atención principal que se mencionó anteriormente, ya que ahora es la percepción humana la clave para el estudio de la contaminación sonora. Sin un estudio integral, sería imposible lograr un entendimiento de todos los procesos, asociaciones, juicios y valoraciones que una persona hace al escuchar diferentes sonidos. Como se comenta en el trabajo de Kang (2017), la creación del paisaje sonoro, a diferencia de la ingeniería de control de ruidos, se trata de las relaciones entre el oído, las personas, los ambientes sonoros y la sociedad. Por tanto, la investigación en el paisaje sonoro es un cambio fundamental en el campo de la evaluación acústica ambiental (Brooks et al., 2014).



Figura 2-2 - Esquema conceptual del paisaje sonoro (Kogan, 2018).

En relación a la **Figura 2-2**, la Organización Internacional de Normalización (ISO, 2014), define al **paisaje sonoro** como “**el ambiente acústico tal como es percibido, experimentado y/o entendido por las personas en contexto**”. En esta definición se puede ver el enfoque hacia la percepción humana. Tal como se explica en Lengronne (2021), “no se trata de oponer la realidad acústica y la percepción humana, sino de orientar el estudio de la realidad sonora ambiental a través de la percepción humana” (p.5). Sin embargo, sí vale la pena diferenciar entre “paisaje sonoro” y “ambiente acústico”, donde el primero se refiere a la construcción perceptual y el segundo se refiere al fenómeno físico (Aletta et al., 2016).

En palabras bien simples, se podría decir que “el paisaje sonoro es al oído lo que el paisaje es a la vista” (Lengronne, 2021, p.5). Así como una persona aprecia un paisaje a través de la vista y lo contempla tratando de guardar en su memoria esa imagen, con el paisaje sonoro podría pasar algo similar.

La predominancia de lo visual en nuestra cultura es tal que cada vez retraemos más nuestro intercambio con el mundo exterior a través del sistema auditivo. Esto se traduce en un deterioro general de la capacidad de audición del individuo. Un mayor aprovechamiento de la información sonora presente en la realidad podría resultar en una mejora de la calidad de vida para los seres humanos. (Maggiolo, 2001, p.1)

Esta “predominancia de lo visual”, es un aspecto a tener en cuenta a la hora de diseñar experimentos relacionados con ruido, ya que se ha encontrado que la llamada “aptitud audiovisual” puede tener influencia sobre la molestia por ruido percibida (Sun et al., 2018).

El musicólogo argentino Ramón Pelinski plantea la siguiente frase con una mirada muy interesante: “La vida cotidiana tiene una banda sonora. Si no la escuchamos, es porque ya estamos acostumbrados a oírla” (Pelinski, s.f.). En este mismo sentido, otros autores creen que el paisaje sonoro refleja ciertos rasgos de la sociedad en la cual se produce, por ejemplo, un paisaje sonoro ordenado y armonioso refleja una sociedad en armonía, mientras que un paisaje

sonoro desordenado y disonante reflejan estas mismas características de la sociedad (Thompson, 2014).



Figura 2-3 - Partitura musical y tabla sonora parcial de la pieza “Morning Chanting” compuesta por Deng 2006; 2011 (Deng et al., 2015).

La evaluación del paisaje sonoro se realiza principalmente mediante cuatro métodos diferentes: experiencias in situ, experimentos de laboratorio, entrevistas narrativas, u observaciones de comportamiento (Aletta et al., 2016). En ese mismo trabajo, se explica que la molestia por ruido es uno de los ocho potenciales descriptores del paisaje sonoro, junto con el agrado (“pleasantness”), la tranquilidad (“tranquillity”), la musicalidad (“music-likeness”), la calidad afectiva percibida (“perceived affective quality”), la capacidad de restauración (“restorativeness”), la calidad del paisaje sonoro (“soundscape quality”), y lo adecuado (“appropriateness”). Si bien en el experimento del presente trabajo no se busca caracterizar el paisaje sonoro, sí se pretende tener un mejor entendimiento de la molestia por ruido, con lo cual indirectamente podría contribuir a los futuros trabajos relacionados con el paisaje sonoro.

Quizás uno de los últimos grandes avances en materia de paisaje sonoro se dio con el trabajo de Kang et al. (2019), donde se proponen los índices de paisaje sonoro como forma de valorar la calidad del paisaje sonoro. Estos índices (SSID por sus siglas en inglés) pueden describir con precisión los niveles de comodidad en las personas, al considerar factores psicológicos, psicoacústicos, neurales y fisiológicos, y contextuales (Liu et al., 2022). Como resultado, los SSID se integran junto con (y eventualmente reemplazan) las medidas de niveles sonoros en normativas (internacionales) existentes, cambiando el enfoque del aislamiento acústico hacia una visión más integral (Kang et al., 2019).

Si bien como se describirá en los capítulos posteriores, las grabaciones utilizadas en el experimento de escuchas no pretenden representar paisajes sonoros, el poder entender al ruido en términos de la percepción humana y utilizar el enfoque del paisaje sonoro, puede ayudar a continuar avanzando hacia los diseños de ambientes sonoros que mejoren la calidad ambiental (Liu et al., 2022).

2.3. Factores que influyen en la molestia por ruido

Habiendo hecho un pequeño repaso de los conceptos más relevantes en relación a la molestia por ruido y una breve reseña vinculada a los cambios hacia el paradigma del paisaje sonoro, en el presente apartado se describen los factores que mediante diferentes mecanismos influyen en la molestia por ruido percibida por las personas. Se pondrá especial énfasis en los factores no acústicos relacionados con los receptores, ya que serán el foco de atención del experimento.

Así como el ruido ambiente (y la molestia asociada) ha ido variando con el correr de los años, también se ha ido ampliando el conocimiento que se tiene sobre ellos. En este sentido, existe una gran cantidad de factores con influencias probadas sobre la molestia por ruido y otros que se continúan estudiando, pues las evidencias aún no son concluyentes.

Como se mencionó anteriormente, el efecto de molestia que un ruido puede generar sobre una persona, no solo está relacionado con variables físicas (acústicas) del sonido, sino que entran en juego factores de la propia persona y del entorno. Inclusive, en algunos casos, las variables acústicas del ruido no necesariamente juegan un rol significativo en la formación de esta construcción perceptiva (Mitchell et al., 2022). Factores tales como la sensibilidad al ruido, la genética, la fisiología, la psicología, el estilo de vida, que pueden aumentar la reacción de una persona frente al ruido (van Kamp y Davies, 2013), pueden jugar un rol importante (Persson Waye et al., 2002).

Si se quisiera predecir de la mejor forma posible el grado de molestia percibido por una determinada persona, sería necesario (entre otras cosas) tener buena información de todos los factores que puedan estar influyendo, o al menos de los que tengan mayor impacto. De forma extremadamente teórica, si se conocieran las ecuaciones que gobiernan el grado de molestia que percibe una persona frente a un determinado sonido en un determinado entorno (asumiendo que estas existen como tales), se podría entonces ingresar los datos de entrada de cada una de las variables influyentes y obtener así un resultado (eventualmente numérico). Sin embargo, el hecho de que haya tantas variables en juego y muchas sean extremadamente complejas (y hasta quizás imposible) de medir de forma certera, hace que la construcción de ese modelo teórico sea un trabajo utópico por ahora. Por tanto, volviendo un paso atrás, se debe continuar profundizando en los factores (variables) que influyen en la construcción de la percepción de molestia en las personas, para continuar armando el rompecabezas.

2.3.1. Factores no acústicos relacionados a los receptores

Dentro de los factores no acústicos que están relacionados con la molestia por ruido, Ouis (2001) destaca la edad, el género, la sensibilidad al ruido, el lugar de residencia, el trabajo, entre otros. Algunos de estos factores fueron incluidos para su estudio durante la etapa experimental, donde se buscará encontrar posibles tendencias y correlaciones con la molestia percibida.

Si se quisiera cuantificar la importancia que los factores no acústicos tienen sobre el grado de molestia percibido, en general, la literatura muestra que solo entre el 10 % y el 15 % de la variabilidad en puntajes de molestia puede ser explicada por los niveles sonoros (Shepherd et al., 2010). En otro de los trabajos ya citados, se menciona que los factores acústicos podrían explicar hasta un 33 % de la varianza en estudios sobre molestia por ruido (Guski, 1999). En este último artículo, también se menciona que otro tercio de la varianza podría ser explicado por variables personales y sociales. Según Job (1988), solo un pequeño porcentaje (típicamente menos del 20 %) de la variabilidad de la molestia acústica individual es explicada por el ruido medible. En cualquier caso, está claro que los factores no acústicos resultan muy relevantes a la hora de evaluar molestia por ruido, y lograr un porcentaje alto de la explicación de la varianza y, sin embargo, en muchos experimentos sobre molestia por ruido, los factores no acústicos no son considerados, ya que el enfoque está puesto en los resultados promedio de grandes poblaciones (Paunovic et al., 2008).

En el esquema mostrado en la **Figura 2-4**, adaptado de Alimohammadi et al. (2010), se puede ver un resumen donde se muestran los factores relacionados con las características personales del receptor, que tienen influencia efectiva sobre la molestia por ruido percibida. Es interesante observar cómo se dividen estos factores (factores personales, factores actitudinales, trazas psicológicas y condición auditiva), para poder contemplarlos correctamente en cualquier tipo de evaluación que se busque realizar.

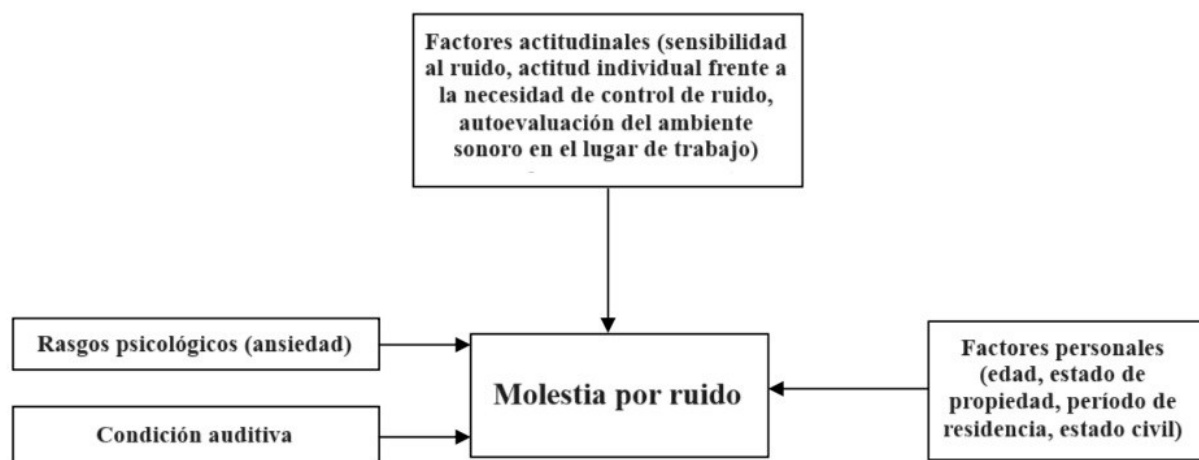


Figura 2-4 - Factores personales que influyen sobre la molestia por ruido (adaptada de Alimohammadi et al., 2010).

Más adelante, cuando se describa el diseño del experimento, se podrá ver que muchos de estos factores fueron tenidos en cuenta en el armado del cuestionario, para poder incluirlos luego en el análisis de resultados. En este sentido, se buscó utilizar métodos certeros y acordes al estudio para la evaluación de dichos factores.

Algunos autores efectúan una pequeña sub clasificación dentro de los factores no acústicos, diferenciando entre factores personales (edad, género, educación, sensibilidad al ruido, entre otros) y factores sociales (evaluación general de la fuente, historia de exposición al ruido, expectativas relacionadas con la fuente, entre otros). El primer grupo, se refiere a factores que

resultan del desarrollo individual de una persona, mientras que el segundo grupo se asocia al resultado de desarrollos sociales, compartidos por grupos más grandes dentro de una sociedad (Guski, 1999). En dicho documento, se menciona que no existe una clara distinción entre estos dos grupos de factores, ya que existe una dependencia entre ellos y hay variaciones personales dentro de los factores sociales.

En los gráficos 2-4 a 2-8, adaptados del ya citado trabajo de Liu et al. (2022), se puede observar de manera indirecta ciertos factores influyentes sobre la percepción frente al ruido, y por tanto, frente a la molestia por ruido.



Gráfico 2-4 - Grupos objetivo vulnerables (adaptada de Liu et al., 2022).

En el **Gráfico 2-4**, se muestran los grupos de personas que se entienden como más vulnerables frente al ruido, entre los cuales se destaca a la “gente mayor” (sin especificar a partir de qué edad se considera “mayor”), a los estudiantes, a los pacientes (de centros de salud), a las personas que se concentran en el estudio o el trabajo (lo cual se relaciona con el **Gráfico 2-5**), a las personas altamente sensibles y a las personas con problemas psicológicos/psiquiátricos. Parte de estos grupos vulnerables podrán ser identificados en la aplicación experimental para su estudio.

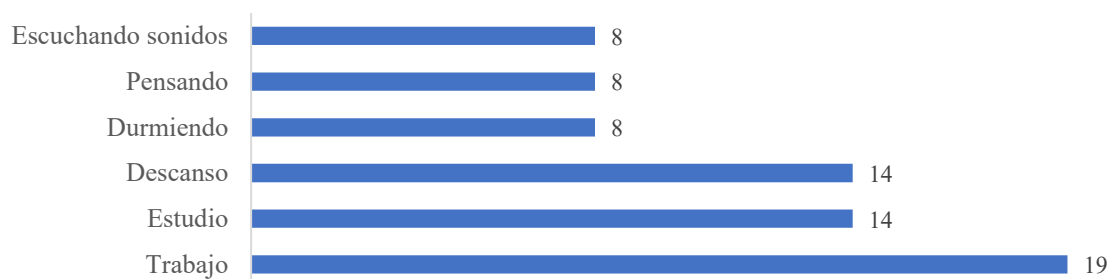


Gráfico 2-5 - Comportamientos vulnerables (adaptada de Liu et al., 2022).

En el **Gráfico 2-5**, se presentan los comportamientos que se entienden como más vulnerables frente al ruido, destacándose el estar trabajando, estudiando o descansando. En este caso, la aplicación experimental no permitirá abarcar este aspecto, por el simple hecho de que se trata de un experimento de laboratorio.



Gráfico 2-6 - Estados vulnerables (adaptada de Liu et al., 2022).

El **Gráfico 2-6**, muestra los 2 estados que se entienden como más vulnerables frente al ruido: de mal humor y al estar concentrado. El estado de ánimo será un factor a estudiar durante la aplicación experimental, ya que como se verá en la sección **2.3.1.8**, podría resultar influyente sobre la molestia percibida.

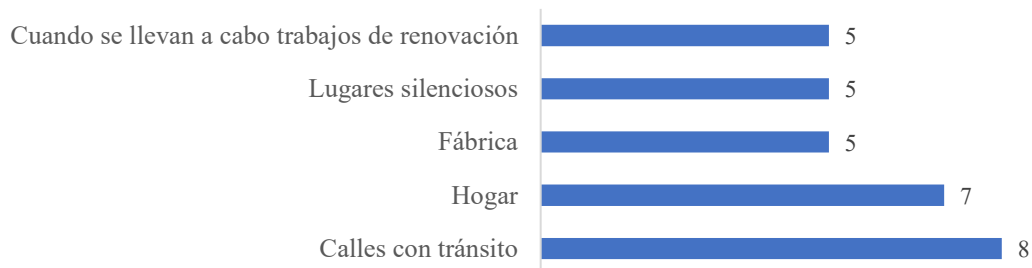


Gráfico 2-7 - Lugares de alta percepción de ruido (adaptada de Liu et al., 2022).

En el **Gráfico 2-7**, se muestran los lugares con mayor frecuencia de percepción al ruido, siendo las calles con tránsito y en el hogar los más mencionados. Aquí nuevamente aparecen los medios de transporte como influyentes sobre la percepción de ruido.



Gráfico 2-8 - Momentos de alta percepción de ruido (adaptada de Liu et al., 2022).

Por último, en el **Gráfico 2-8**, se puede observar que la noche representa un momento de gran frecuencia de percepción de ruido, respecto al día, lo cual probablemente responda entre otras cosas, al tipo de actividades que la gran mayoría de las personas realiza en la noche y en el día.

Es importante resaltar que toda la información mostrada en los gráficos 2-4 a 2-8, fue obtenida a partir de 78 entrevistas al público en general en China. Por lo cual, representan una guía en base a opiniones personales, lo cual en muchos casos coincide con resultados ya probados.

Otros factores no acústicos personales influyentes sobre la molestia por ruido son:

- El neuroticismo⁴ (Ohrström et al. 1988).
- La introversión (Belojevic et al. 2001).
- Interacciones con olores (Berkers et al., 2021).

⁴ También llamada “inestabilidad emocional”.

- Bienestar psicológico (Erfanian et al., 2021). Cabe mencionar que, en dicho estudio, se obtuvieron asociaciones entre el bienestar psicológico y ciertas características perceptivas del paisaje sonoro, no directamente con la molestia percibida.

También vale la pena destacar que existen estudios recientes que han demostrado el impacto del significado semántico de las fuentes sonoras sobre la percepción afectiva del paisaje sonoro (Kachlicka, 2021; Tan et al., 2022). Este será uno de los factores que se buscará estudiar durante el experimento, fundamentalmente debido a la riqueza que presenta esta área de la temática y el largo camino que queda por recorrer.

A continuación, se describirán con mayor detalle algunos de los factores mencionados en los párrafos anteriores y que serán relevantes para la aplicación experimental.

2.3.1.1. Sensibilidad al ruido

La sensibilidad al ruido refiere a los estados internos (fisiológicos, psicológicos incluyendo actitudinales, entre otros) de un individuo, los cuales aumentan el grado de reactividad frente al ruido en general (Job, 1999); en este sentido, las personas sensibles al ruido son más susceptibles a la molestia inducida por ruido (Miedema y Vos, 1999). Diferentes investigaciones sobre la sensibilidad individual al ruido, han demostrado que está incorrelacionada con la exposición al ruido (Ellermeier et al., 2001; Miedema y Vos, 2003) y no está asociada con el umbral de audición de las personas (Stansfeld et al., 1985a). Es importante destacar esto último, ya que muchas veces se mal interpreta el ser sensible al ruido con tener una mayor capacidad auditiva. Según Ellermeier et al. (2001), la sensibilidad al ruido refleja una predisposición crítica y evaluativa hacia la percepción de los sonidos.

Respecto al ruido de tráfico aéreo, por ejemplo, algunos estudios han encontrado que la sensibilidad al ruido (entre otros factores como el miedo a volar) incrementa notoriamente el nivel de molestia percibido (Qu et al., 2023). En dicho trabajo, el foco estuvo puesto en los residentes de zonas ubicadas bajo rutas aéreas, a los cuales se les entregó un cuestionario para que completaran en base a su experiencia.

Uno de los artículos más importantes en lo que refiere a la sensibilidad al ruido, es el de Weinstein (1978), ya que marcó un punto de inflexión en cuanto a la evaluación de la sensibilidad al ruido de las personas. Weinstein, propuso evaluar este factor en estudiantes universitarios previo a su ingreso (por primera vez) al campus de la universidad y luego comparar las reacciones iniciales al ruido dentro del dormitorio con las finales al término del año. En dicho trabajo, Weinstein desarrolló una encuesta con 21 preguntas, utilizando una escala de tipo Likert⁵ como escala de valoración del gradiente de las respuestas, mediante la cual evaluó la sensibilidad al ruido (ver **Figura 2-5**). Dicha encuesta es al día de hoy la escala

⁵ Es un tipo de escala de valoración del grado de “acuerdo” o “desacuerdo” que se tiene frente a una determinada afirmación y recibe su nombre en honor al psicólogo estadounidense Rensis Likert.

más utilizada para la evaluación de la sensibilidad al ruido de las personas (Benfield et al., 2014).

Table 2. Weinstein Noise Sensitivity Scale.

Instructions – Circle the number corresponding to how well you agree or disagree. Don't be disturbed by the reversals of order from one line to another. At the end, add up the numbers for your score.

1. I wouldn't mind living on a noisy street if the apartment I had was nice.	AGREE	1	2	3	4	5	6	DISAGREE
2. I am more aware of noise than I used to be.	AGREE	6	5	4	3	2	1	DISAGREE
3. No one should mind much if someone turns up his stereo full blast once in a while.	AGREE	1	2	3	4	5	6	DISAGREE.
4. At movies, whispering and crinkling candy wrappers disturb me.	AGREE	6	5	4	3	2	1	DISAGREE
5. I am easily awakened by noise.	AGREE	6	5	4	3	2	1	DISAGREE
6. If it's noisy where I'm studying, I try to close the door or window or move someplace else.	AGREE	6	5	4	3	2	1	DISAGREE
7. I get annoyed when my neighbors are noisy.	AGREE	6	5	4	3	2	1	DISAGREE
8. I get used to most noises without much difficulty.	AGREE	1	2	3	4	5	6	DISAGREE
9. How much would it matter to you if an apartment you were interested in renting was located across from a fire station.	A LOT	6	5	4	3	2	1	NOT MUCH
10. Sometimes noises get on my nerves and get me irritated.	AGREE	6	5	4	3	2	1	DISAGREE
11. Even music I normally like will bother me if I'm trying to concentrate.	AGREE	6	5	4	3	2	1	DISAGREE
12. It wouldn't bother me to hear the sounds of everyday living from my neighbors (footsteps, running water, etc).	AGREE	1	2	3	4	5	6	DISAGREE
13. When I want to be alone, it disturbs me to hear outside noises.	AGREE	6	5	4	3	2	1	DISAGREE
14. I'm good at concentrating no matter what is going on around me.	AGREE	1	2	3	4	5	6	DISAGREE
15. In a library, I don't mind if people carry on a conversation if they do it quietly.	AGREE	1	2	3	4	5	6	DISAGREE
16. There are often times when I want complete silence.	AGREE	6	5	4	3	2	1	DISAGREE
17. Motorcycles ought to be required to have bigger mufflers.	AGREE	6	5	4	3	2	1	DISAGREE
18. I find it hard to relax in a place that's noisy.	AGREE	6	5	4	3	2	1	DISAGREE
19. I get mad at people who make noise that keeps me from falling asleep or getting work done.	AGREE	6	5	4	3	2	1	DISAGREE
20. I wouldn't mind living in an apartment with thin walls.	AGREE	1	2	3	4	5	6	DISAGREE
21. I am sensitive to noise.	AGREE	6	5	4	3	2	1	DISAGREE
TOTAL SCORE _____								

Figura 2-5 - Preguntas del cuestionario de sensibilidad al ruido de Weinstein en su idioma original (Luz, 2005).

Se ha probado que esta escala es psicométricamente válida, así como estable temporalmente (Zimmer y Ellermeier, 1999). A su vez, se demostró que tiene una validez predictiva en investigaciones de campo (Weinstein, 1978) y en condiciones de laboratorio (Dornic et al., 1989, como se citó en Ekehammar y Dornic, 1990).

Los 21 enunciados de la escala de Weinstein, se enfocan en reacciones afectivas y se evitan consultas sobre el ruido como un problema ambiental (Weinstein, 1978). El puntaje máximo en la escala de Weinstein es 126 y corresponde a un individuo con el mayor grado de sensibilidad posible. Además, Weinstein (1978) considera como individuos sensibles a quienes obtuvieron el 30 % más alto de los puntajes en el test de sensibilidad (dentro del grupo de individuos estudiado) y obtuvo que **los individuos sensibles al ruido tienen mayor probabilidad de expresar molestia por situaciones generalmente reconocidas como irritantes.**

Según Benfield et al. (2014), una alta sensibilidad al ruido está relacionada con:

- Mayores respuestas conductivas en la piel en presencia de ruido (Stansfeld & Shine, 1993).
- Mayor molestia reportada (Belojevic & Jakovljevic, 2001).
- Mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares (Manohare et al., 2022), relacionado a la variabilidad del ritmo cardíaco.

- Pérdida de sueño (Jakovljevic et al., 2006).
- Alteraciones psiquiátricas (Stansfeld et al., 1985b).
- Habituciones más lentas en presencia de ruido (Stansfeld & Shine, 1993).

En vistas de todo esto, está claro que, si se pretende llevar a cabo un estudio relacionado con ruido y molestia, resulta de suma importancia poder incorporar algún tipo de evaluación de la sensibilidad al ruido. En este sentido, una desventaja de la escala de Weinstein, es que normalmente resulta demasiado larga para implementarla en estudios de campo (Benfield et al., 2014), lo cual repercute en la viabilidad y practicidad de las aplicaciones experimentales que buscan incorporar este factor al análisis. Por tanto, de manera de crear y validar una versión más corta que la original, Benfield et al. (2014) llevó a cabo un estudio con dicho objetivo. En el mismo, se logró generar una versión reducida de la escala de Weinstein, la cual consta de solamente 5 de las 21 preguntas originales, sin perder confiabilidad en los resultados, siendo estructuralmente idénticas y altamente correlacionadas. Como se verá más adelante en el capítulo centrado en la aplicación experimental, esta versión corta de la escala de Weinstein será utilizada para la evaluación de la sensibilidad al ruido de los voluntarios participantes.

En la **Figura 2-6**, se muestran los 5 enunciados de la escala reducida de Weinstein, traducida al español y ajustada especialmente para su implementación en la aplicación experimental del presente trabajo.

Soy sensible al ruido							
Totalmente de acuerdo	6	5	4	3	2	1	Totalmente en desacuerdo

Me resulta difícil relajarme en un lugar ruidoso							
Totalmente de acuerdo	6	5	4	3	2	1	Totalmente en desacuerdo

Me enoja con la gente que hace ruidos que me impiden dormir o realizar un trabajo							
Totalmente de acuerdo	6	5	4	3	2	1	Totalmente en desacuerdo

Me molesto cuando mis vecinos son ruidosos							
Totalmente de acuerdo	6	5	4	3	2	1	Totalmente en desacuerdo

Me acostumbro a la mayoría de los ruidos sin mayor dificultad							
Totalmente de acuerdo	1	2	3	4	5	6	Totalmente en desacuerdo

Figura 2-6 - Traducción de los 5 enunciados de la versión corta del cuestionario de Weinstein (elaboración propia para aplicación experimental).

En resumen, la sensibilidad al ruido está compuesta por dos elementos: las personas sensibles al ruido, tienden a encontrar más amenazas y menos control en los ruidos que las personas

menos sensibles; las personas sensibles al ruido, reaccionan más frente a los ruidos y se adaptan a ellos más lentamente (Stansfeld, 1992).

2.3.1.2. Contenido semántico y connotación

El contenido semántico de un sonido (o ruido) se refiere al hecho de poseer cierto contenido significativo (Miyara et al., 2014). Por supuesto que no todo sonido tendrá un significado y en caso de tenerlo, tampoco tendrá el mismo significado para todas las personas. De hecho, el significado para una misma persona puede ir variando a lo largo de su vida y con el contexto en el cual es percibido el sonido. Los efectos de contar con contenido semántico, no se restringen a los que se derivan de mecanismos físicos o biológicos (enmascaramiento o secreción de hormonas), sino que desencadenan procesos cognitivos que interfieren o compiten con otros procesos en simultáneo (Miyara et al., 2014). Es precisamente este segundo efecto, el que quizás pueda generar el mayor impacto, por el hecho de interferir o interrumpir un proceso mental que se venía desarrollando hasta el momento de percibir al sonido.

Tal como se expresa en el mencionado trabajo de Miyara et al. (2014), un camino que se ha utilizado para estudiar el contenido semántico de un sonido o ruido, es examinar los efectos que provoca ese sonido en comparación con los que provocan otras señales que poseen contenido semántico. La palabra hablada, por ejemplo, es un caso de este tipo, en donde se estila trabajar con la denominada “habla irrelevante”, que son señales que compiten con otra actividad mental. En uno de los primeros experimentos de este tipo, realizado por Colle y Welsh (1976), se evaluó el efecto de un estímulo auditivo (habla irrelevante en la forma de una grabación con habla en un idioma extranjero) sobre la memoria a corto plazo. Se pudo ver una reducción del rendimiento en las personas que escucharon el habla irrelevante mientras realizaban tareas de memoria, frente a las personas que realizaron las mismas tareas, pero en silencio.

En el experimento desarrollado para el presente trabajo, se dará especial importancia al contenido semántico de los sonidos y concretamente al de la palabra, cuando se seleccionen dos audios con idénticas características acústicas, pero con mensajes completamente diferentes (mensaje radial y el mismo mensaje radial, pero al reverso). Aun cuando el audio en reverso no contenga significado, el tener ciertos rasgos comparables a los de sonidos con contenido semántico, podría activar mecanismos cognitivos o intelectuales tendientes a intentar decodificar o interpretar esos sonidos (en busca de un presunto mensaje o significado) (Miyara et al., 2014). En este último trabajo citado, se profundiza aún más en un modelo que relaciona envolventes espectrales y energéticas similares, para explicar la distracción que se genera al escuchar sonidos con características parecidas.

Se ha visto también en experimentos relacionados con el contenido semántico de la palabra hablada, que las personas que comprenden el idioma, basan sus criterios de molestia en el contenido de información del sonido, mientras que los que no comprenden el idioma, se basan en las características perceptivas (particularmente la sonoridad) del sonido sin sentido (Berglund et al., 1994).

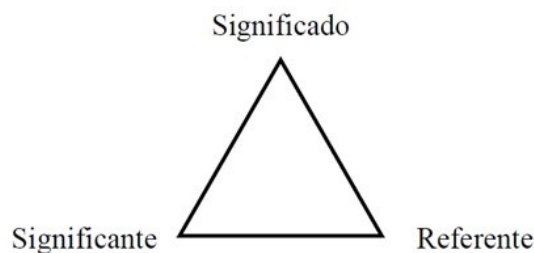


Figura 2-7 - Triángulo semiótico de Ogden y Richards modificado por Stern y Ullmann (Fuentes 1988, como se citó en Miyara et al., 2014).

En la **Figura 2-7**, se puede observar el triángulo semiótico, en donde el “referente” es el objeto real, el “significado” es su idea mental y el “significante” es la imagen externa empleada para representarlo. Por tanto, el contenido semántico es la existencia de información inteligible para el receptor, capaz de evocar la representación (como imagen mental de cualquier tipo) de un referente (Miyara et al., 2014).

Además del significado del sonido, el mismo puede conllevar una connotación determinada, es decir, un sentido adicional o significado secundario en determinado contexto. En el campo de la lingüística, se ha probado que características fonéticas como las consonantes y vocales, están asociadas con la connotación (Park et al., 2021). Si se toma en cuenta el sonido en general, esta connotación puede estar relacionada no solo con la propia persona, sino con elementos culturales y sociales. Este aspecto de los sonidos será estudiado durante la aplicación experimental, ya que independientemente del origen de la connotación que una persona pueda atribuirle a un sonido, su evaluación puede ser incorporada fácilmente al cuestionario, y quizás contribuir al entendimiento de la molestia percibida.

2.3.1.3. Identificación de la fuente

De forma natural, cuando una persona escucha un sonido, trata de identificar la fuente del mismo, relacionándolo con otros sonidos similares que recuerda y de cierta forma, darle sentido al sonido (Guski, 1997). Desde los orígenes de la humanidad, la identificación de los sonidos representó una primera forma de defensa frente a posibles peligros, ya que el poder asociar a determinado sonido con una fuente conocida (y sin la necesidad de visualizarla), implica una gran ventaja ante un riesgo. Un claro ejemplo de esto podría ser el sonido de la bocina de un tren, la cual alerta a las personas sobre el inminente paso del vehículo por las vías.

Varios autores han señalado que el miedo hacia la fuente de ruido tiene un impacto significativo sobre la molestia percibida (Fields, 1993; Miedema y Vos, 1999; Abbaszadeh et al., 2023). En este mismo sentido, García Sanz y Garrido (2003) plantea que la posibilidad de identificar el origen específico del ruido y estimar que puede ser controlado por normas o alguna autoridad pública, favorece la percepción de molestia y el reclamo para subsanarla.

La evaluación (no acústica) de la fuente de ruido que realiza el receptor, ha sido propuesto como uno predictor muy relevante de la molestia por ruido (Finke et al., 1980, como se citó en

Guski, 1999). En dicho estudio, se halló, por ejemplo, que, si una fuente era evaluada como insalubre, la predicción de la molestia era realmente alta, en comparación con otras variables relacionadas con la energía de la exposición.

A igualdad de niveles sonoros, en general el malestar es mayor hacia los ruidos generados por fuentes que el receptor considera innecesarias o evitables (González, 2017). Esto va en la línea de lo expuesto por Preis et al. (2008), en cuanto a que, para el caso de la palabra hablada, la evaluación de la molestia frente a estímulos acústicos idénticos, depende de la habilidad del receptor para extraer información lingüística de la señal.

2.3.1.4. Grado de exposición habitual al ruido

La manera en la cual cada individuo experimenta la molestia, su sensibilidad, y el grado de tolerancia al ruido, son factores intrínsecos de la propia persona, los cuales además están influidos por la personalidad y la historia del individuo, y el entorno en el cual se encuentra (González, 2017). Es decir, el grado de exposición habitual que una persona tenga frente a diferentes ruidos, podría explicar en parte cierta tolerancia que esa persona haya podido desarrollar ante ruidos similares. Dado que la personalidad también tiene su influencia en este aspecto, la variable “grado de exposición al ruido” sola, difícilmente pueda resultar en un predictor robusto del grado de molestia percibido frente al ruido.

La ocupación de la persona es parte de esa “historia” de exposición habitual al ruido. Por ejemplo, se ha encontrado que la exposición al ruido ocupacional (como puede ser en la industria de la construcción), debilita la sensibilidad al ruido y la percepción de los efectos del ruido (Chong et al., 2022). Una de las primeras asociaciones del ruido como un problema ocupacional, se dio en el siglo XVIII, cuando Bernardino Ramazzini (médico italiano) relacionó la sordera de varios trabajadores del cobre con sus oficios (Goldsmith, s.f.).

La percepción del ruido está relacionada con los hábitos de cada persona (Liu et al., 2022). Esto está de alguna forma relacionado a características culturales y educativas de cada persona, por ejemplo, una persona en Uruguay puede estar acostumbrada a determinados sonidos asociados con la preparación y el proceso de tomar mate, mientras que estos mismos sonidos podrían resultar molestos para una persona de otro país, con otros hábitos incorporados.

Es importante diferenciar entre la exposición al ruido concreto que se desea evaluar, y la historia de exposición al ruido que tiene la persona. En el primer caso, se ha encontrado que la molestia muestra una correlación positiva con ciertos índices de exposición al ruido (Ellermeier et al., 2001). Durante la etapa experimental, en el cuestionario que cada voluntario respondió, se incluyeron preguntas relacionadas con la “historia” de exposición habitual al ruido de la persona, de forma de poder tener en cuenta esta variable para el análisis.

2.3.1.5. Edad

A mayor edad menor tolerancia al ruido, lo cual a su vez está relacionado con que el envejecimiento está asociado a mayor sensibilidad de las respuestas cerebrales frente a los sonidos (Herrmann et al., 2018).

La edad es una variable que puede afectar la molestia inducida por ruido, debido a las variaciones en las respuestas auditivas, diferencias en las sensibilidades auditivas, experiencias o actitudes (Ni y Huang, 2022). En dicho artículo, se menciona que la variación de la molestia por ruido en función de la edad, tiene una curva del tipo “descendente-ascendente-descendente-estable” en el proceso “niño-adolescente-joven-mediana edad”.

A iguales niveles de exposición sonora, personas de las franjas etarias más bajas y más altas, resultan menos molestas que las franjas intermedias (Miedema y Vos, 1999). Esto coincide con los hallazgos de Van Gerven et al. (2009), donde se explica que la curva de molestia por ruido en función de la edad sigue un patrón de tipo “U invertida”, siendo las personas a mediados de los 40 años quienes reportaron los mayores niveles de molestia. En el citado trabajo de Alimohammadi et al. (2010), en relación a la molestia por ruido de tránsito percibida por “empleados de cuello blanco” en la ciudad de Teheran (Irán), se concluye que la franja etaria entre 30 y 49 años, es la que resulta más molesta, en comparación con los menores de 30 años, y los mayores de 49 años. Estos últimos resultados, coinciden con los obtenidos en Montevideo durante 2014-2015 (González, 2017) y, por tanto, en el presente trabajo se buscó obtener resultados al respecto a partir de la aplicación experimental.

Cabe mencionar que el patrón de “U invertida” mencionado en el párrafo anterior, puede tener variaciones dependiendo de las características del ruido. Por ejemplo, en el trabajo de Qu et al. (2023), se vio que la edad influye en el nivel de molestia percibido respecto al ruido de tráfico aéreo, y las personas de mayor edad fueron las que percibieron mayor molestia.

La pérdida auditiva relacionada con la edad es conocida como presbiacusia, y le ocurre a la gran mayoría de las personas al envejecer. Factores como la exposición a largo plazo al ruido, condiciones médicas (alta presión arterial, diabetes, etc.) y genéticas, juegan un rol importante en la pérdida auditiva (Institutos Nacionales de Salud [NIH], 2023). En nuestro país, según datos del censo del año 2011 efectuado por el Instituto Nacional de Estadística (INE), aproximadamente 114.000 personas de 15 años o más, presentan alguna dificultad auditiva, lo cual representa casi un 5 % de dicha población (INE, 2011). Asimismo, en Estados Unidos, aproximadamente el 15 % de los adultos mayores a 18 años, han manifestado algún problema auditivo (NIH, 2023). En el cuestionario elaborado para el presente trabajo, se incluyeron preguntas que puedan dar un indicio de si la persona presenta algún problema auditivo, ya que en estos casos las respuestas sobre el grado de molestia estarán condicionadas.

2.3.1.6. Género

Siguiendo con otra de las variables demográficas, a diferencia de la edad, existen algunas referencias respecto a que la molestia por ruido no está relacionada con el género (Miedema y

Vos, 1999; Van Gerven et al., 2009), mientras que otros autores han encontrado ciertas tendencias en situaciones concretas o frente a determinado tipo de ruidos. Por ejemplo, en un estudio realizado por Luckas y Doobs (1972), se encontró por un lado que, en promedio, las mujeres tienden a despertarse más frecuentemente frente a ruidos de tráfico aéreo durante el sueño. Lo cual está alineado con los resultados de Qu et al. (2023), en cuanto a que las mujeres perciben mayor molestia respecto al ruido de tráfico aéreo. Sin embargo, el estudio de Luckas y Doobs (1972), también encontró que, para el caso de las explosiones sónicas, es ligeramente más probable que los hombres tiendan a despertarse. Vale la pena destacar, que en dicho trabajo se presentan estas conclusiones como “tentativas”, ya que la muestra utilizada fue muy pequeña.

Teniendo en cuenta que se trata de una variable demográfica de fácil obtención y en vistas de los comentarios del párrafo anterior, se incluyó esta variable como parte del análisis.

2.3.1.7. Condición de salud

Si bien no existen muchos estudios donde se relacione la condición de salud propiamente de las personas con la molestia percibida frente a determinados ruidos, en el ya citado trabajo de Liu et al. (2022), se menciona (a raíz de la serie de entrevistas realizadas), que la percepción del ruido está relacionada con la condición física de cada persona. Si bien la condición de salud y la condición física no son lo mismo, se buscó tener al menos un indicio respecto a este factor mediante la incorporación de una pregunta de autoevaluación de la condición de salud. Existen estudios en los cuales se ha probado la relación entre la molestia por ruido y los niveles de secreción de cortisol (principal hormona responsable del estrés en las personas) luego de una cierta exposición al ruido (Yaghoubi et al., 2020). Si bien en dicho estudio, no se evaluó la condición de salud de las personas, un posible razonamiento podría ser que, si la persona cuenta con un mejor estado de salud, podría tener menores factores de estrés y, por ende, responder con menor molestia frente a una exposición al ruido.

2.3.1.8. Estado de ánimo

El estado de ánimo de cada persona puede tener diversas influencias sobre la percepción del ruido y la molestia asociada, por ejemplo, Västfjäll (2002) menciona que tanto la sensibilidad al ruido como los estados de ánimo son importantes para la percepción auditiva y la evaluación del ruido, donde el estado de ánimo interactúa con la sensibilidad al ruido.

El estado de ánimo de una persona no es fijo, sino que el mismo varía con el tiempo. En este sentido, se ha encontrado que el estado de ánimo luego de exposiciones (de 2 horas de duración) a ruido de tránsito, puede presentar un descenso significativo en las dimensiones “agrado”, “activación” y “orientación social”⁶, si se compara el estado de ánimo inicial (Peterson y Aniansson, 1988). Como acotación, vale mencionar que, en dicho trabajo, la muestra de

⁶ El estado de ánimo fue evaluado mediante un cuestionario sobre seis dimensiones (Svensson, 1978, como se citó en Peterson y Aniansson, 1988).

voluntarios estaba compuesta solamente por hombres (con problemas de audición y con capacidad auditiva normal).

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente en relación al estado de ánimo, se incluyeron dos preguntas al respecto en el cuestionario, para poder evaluar este factor al inicio y al final del experimento.

2.3.1.9. Ocupación

Se sabe que la exposición excesiva al ruido en ciertos lugares de trabajo, puede ocasionar efectos sobre la salud de los trabajadores, tales como la pérdida auditiva inducida por ruido ocupacional (Abidin et al., 2018). En este sentido, el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH, 2024a) estima que cada año, unos 22 millones de trabajadores están expuestos a ruidos potencialmente dañinos. Dicho Instituto, establece un límite de exposición recomendado (REL por sus siglas en inglés) de 85 dB con ponderación A, promediados en una jornada de 8 horas de trabajo y, por tanto, quienes estén expuestos a niveles mayores al REL, están en riesgo de desarrollar una pérdida auditiva significativa durante su vida laboral (NIOSH, 2024b). En la **Figura 2-8**, se puede observar la relación entre el nivel de exposición y la duración de la exposición por debajo del REL recomendado por la NIOSH.

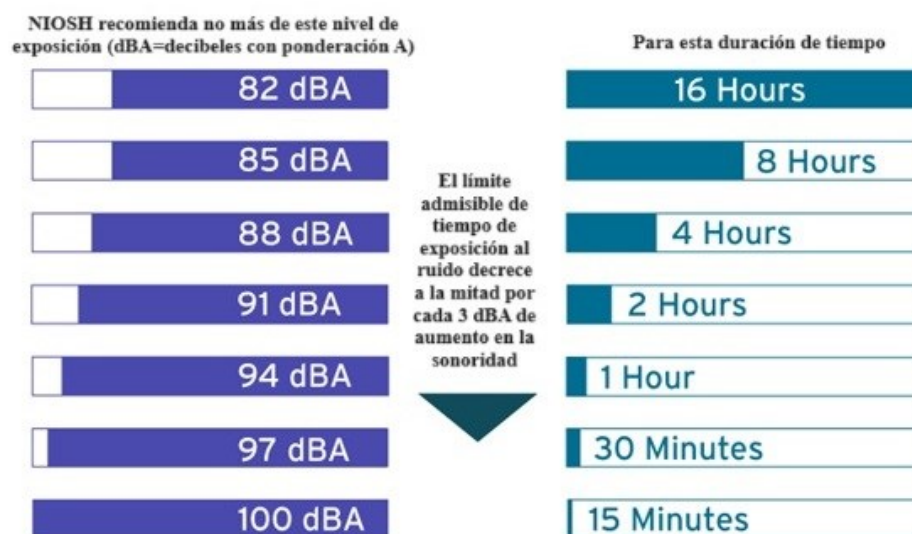


Figura 2-8 - Límites de exposición recomendados (adaptado de NIOSH, 2024b).

Además de tener el potencial de generar pérdida auditiva, la ocupación de las personas también puede generar molestia sobre los trabajadores, producto de la exposición habitual a ciertos ruidos. En esta línea, ciertos estudios han encontrado indicios de que la llamada “molestia por ruido ocupacional”, está relacionada con la salud mental, incluyendo síntomas de depresión (Yoon et al., 2014).

En otro estudio, se encontró que, para el caso de los trabajadores expuestos al ruido de los aerogeneradores, esta exposición está relacionada significativamente con la molestia (Monazzam et al., 2019). En dicho estudio, también se encontraron correlaciones entre otros

factores como la sensibilidad al ruido, la visibilidad, la edad y la experiencia de los trabajadores y la molestia por ruido percibida.

En base a todo lo anterior, si bien la ocupación de una persona puede verse como un factor que forma parte del grado de exposición habitual al ruido (ver punto 2.3.1.4), dado que se trata de un factor con relevancia propia, muy estudiado, y fácilmente evaluable, se decidió tratarlo aparte en el cuestionario.

2.3.1.10. Otros factores no acústicos

Existen por supuesto, otros factores no acústicos que podrían influir sobre la molestia por ruido, que serán mencionados brevemente a continuación, pero que no serán incluidos en el análisis profundo de la aplicación experimental.

Como ya se mencionó, un grupo importante de factores influyentes, según la clasificación de Alimohammadi et al., 2010, son los factores actitudinales. Por ejemplo, en un estudio efectuado hace más de 30 años, se observó para el caso de ruido de aeronaves, que existía un menor aumento del grado de molestia en función del nivel de sonido para quienes tenían una orientación resolutive hacia la problemática (Passchier-Vermeer, 1993, como se citó en Stallen, 1999). En un trabajo realizado por Fields (1993), enfocado en estudiar los resultados estadísticos (mediante encuestas) de los estudios realizados hasta esa fecha que relacionaran variables personales y situacionales con la molestia por ruido en áreas residenciales, se encontró que existe evidencia de la relación entre seis variables personales y situacionales frente a la molestia por ruido. Cinco de ellas son actitudinales: miedo frente al peligro de la fuente de ruido, creencias de prevención del ruido, creencias sobre la importancia de la fuente de ruido, la molestia con impactos no sonoros de la fuente de ruido, y la sensibilidad al ruido en general; y una última variable relacionada con la ingeniería acústica: aislamiento de los sonidos en el hogar. En este mismo estudio, también se concluye que existe molestia aún a niveles promedio menores a 55 dB y que esta está relacionada con el nivel de exposición al ruido.

También en el ámbito residencial, se ha probado que uno de los predictores más fuertes de niveles altos de molestia por ruido es la orientación de las ventanas del dormitorio respecto a la calle (Paunovic et al., 2008). Vale la pena mencionar que en dicho estudio no se evaluó la capacidad auditiva de los participantes, ni el nivel de estrés general, ni la sensibilidad al ruido.

La presencia de espacios verdes puede moderar la molestia por ruido en zonas con altos niveles sonoros (Aletta et al., 2018). Este mismo estudio, mostró que las personas altamente sensibles al ruido y más escépticas hacia el potencial de los espacios verdes como moderadores ambientales, reportan peores calidades de paisaje sonoro, mientras que las personas atentas a lo visual reportan mejor calidad. Dicho estudio se realizó mediante encuestas en sitio específico (senda ciclista rodeada de vegetación y altamente expuesta al ruido de tránsito) para evaluar la influencia de algunos factores personales (sensibilidad al ruido, atención visual, actitud hacia los espacios verdes) sobre la percepción del sonido, y una de las conclusiones relevantes es que

no solamente alcanza con generar zonas verdes en las ciudades, sino que también deberían estar acompañadas por paisajes sonoros tranquilos para ser realmente apreciadas.

Como se puede observar, en varios de estos estudios mencionados en los párrafos anteriores, se encontró también una relación entre la sensibilidad al ruido y la molestia percibida, lo cual no hace más que reafirmar la importancia de dicho factor. Tal como se menciona en el trabajo de Park et al. (2017), cuando se trata de la respuesta comunitaria hacia el ruido ambiental, la sensibilidad al ruido puede ser un mejor predictor que los niveles sonoros.

Otros estudios realizados han mostrado que, en ambientes complejos, la percepción del ruido depende de un número de factores no acústicos individuales, tales como las creencias personales y preconcepciones, o elementos relacionados con lo visual (Van Renterghem y Botteldooren, 2016; Bangjun et al., 2003; Sun et al., 2018). Concretamente, en el trabajo de Sun et al. (2018), se encontró que el efecto de ser un oyente con dominancia por lo visual, es casi tan significativo como el efecto de la sensibilidad al ruido, pero lo que es más importante, es que este último factor interactúa con factores visuales. Tanto el visualizar o no la fuente sonora, y hasta el color de dicha fuente pueden llegar a tener influencia en la sonoridad percibida, tal como se manifiesta en el trabajo de Fastl (2004).

Finalmente, no se puede dejar de mencionar a la psicología como una de las disciplinas más presentes en los estudios que buscan profundizar en los factores personales que influyen sobre la molestia por ruido. En este sentido, se procurará incluirla (sin pretender ser un estudio en esta materia) en la experiencia de laboratorio, concretamente en alguna de las preguntas que deberán contestar los voluntarios. Cada una de las cinco dimensiones de la personalidad (neuroticismo, extroversión, apertura, amabilidad, y escrupulosidad) tienen su efecto sobre la sensibilidad al ruido (Shepherd et al., 2015)⁷, y a su vez, de estas cinco dimensiones, la extroversión y el neuroticismo son las más influyentes sobre la sensibilidad y molestia por ruido (Moghadam et al., 2021).

2.3.2. Factores acústicos

En relación al nivel de presión sonora (expresado como dB con ponderación A, por ejemplo), existe un consenso en general, que este parámetro por sí solo y como indicador en situaciones genéricas, no alcanza para describir y predecir correctamente los niveles de molestia percibidos. De todas formas, si se analizan situaciones y contextos particulares, sí es posible encontrar buenas predicciones. Por ejemplo, existen estudios enfocados en ambientes laborales, que han encontrado buenas correlaciones entre los niveles de presión sonora y el porcentaje de personas molestas (Pedersen et al., 2010). Este mismo estudio también encontró que variables individuales como la sensibilidad al ruido, contribuyen a explicar la varianza de la molestia percibida.

⁷ En este estudio también se sugiere considerar la influencia de la edad y el género al examinar la relación entre la personalidad y la sensibilidad al ruido.

En un estudio realizado recientemente por Altinsoy (2022), enfocado en ruido de tránsito, se menciona que si las propiedades de un sonido permanecen incambiadas (excepto por su nivel de presión sonora), un incremento en el nivel de presión sonora es directamente proporcional al porcentaje de la población que resulta “altamente molesta” por dicho sonido. Sin embargo, también se menciona que no alcanza con el nivel de presión sonora en dB con ponderación A para caracterizar correctamente la molestia percibida a raíz del ruido de los autos. En dicho trabajo se concluye que las propiedades psicoacústicas del sonido (como la sonoridad, la tonalidad, la aspereza, la fuerza fluctuante) son muy útiles para caracterizar la molestia percibida, y en este sentido, se han desarrollado índices que conjugan estos parámetros psicoacústicos, para tener una mejor predicción de la molestia. En los **Gráfico 2-9**, **Gráfico 2-10** y **Gráfico 2-11**, se muestra parte del análisis del mencionado trabajo de Altinsoy (2022).

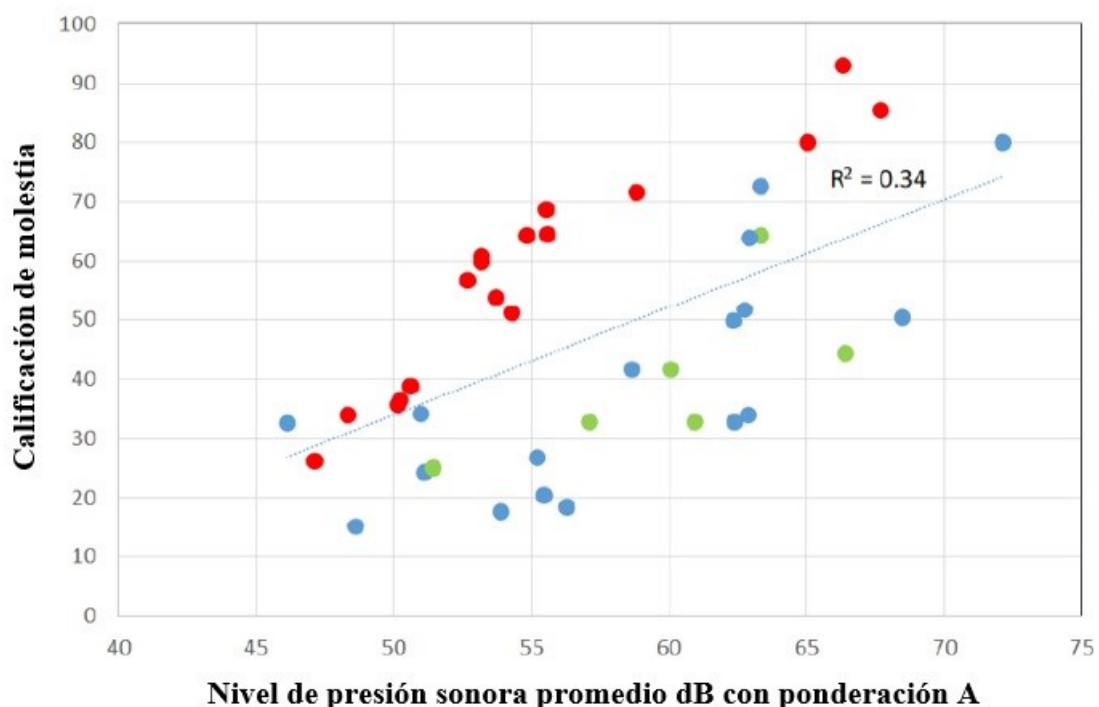
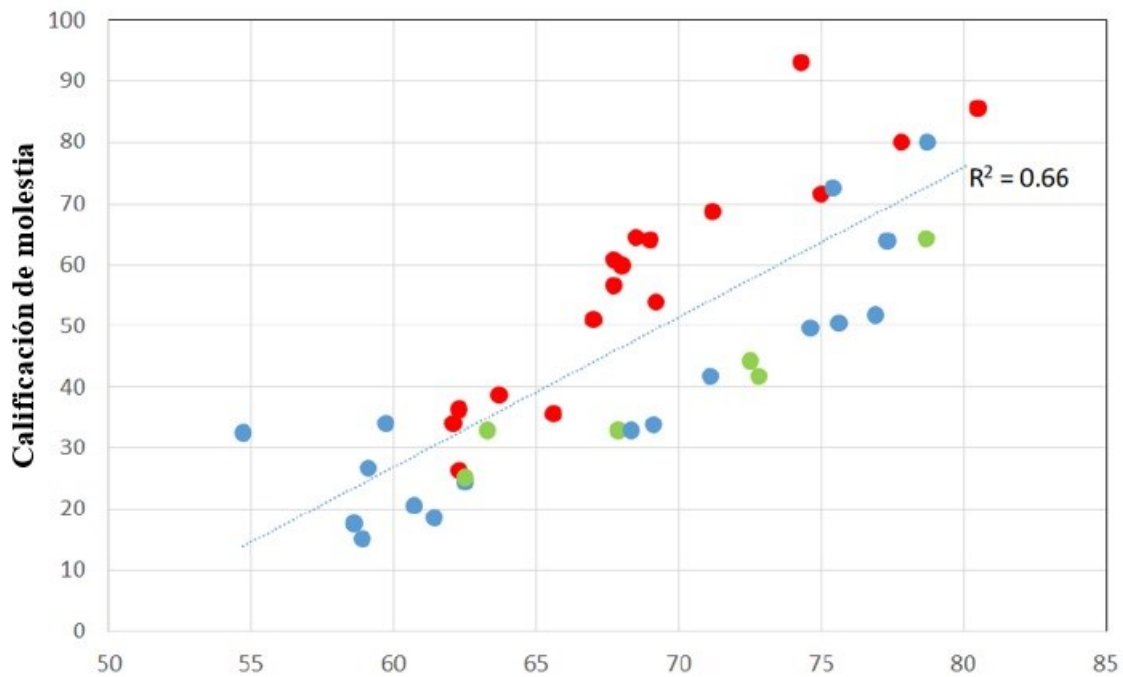


Gráfico 2-9 - Molestia percibida vs. niveles de presión sonora promedio (adaptado de Altinsoy, 2022).

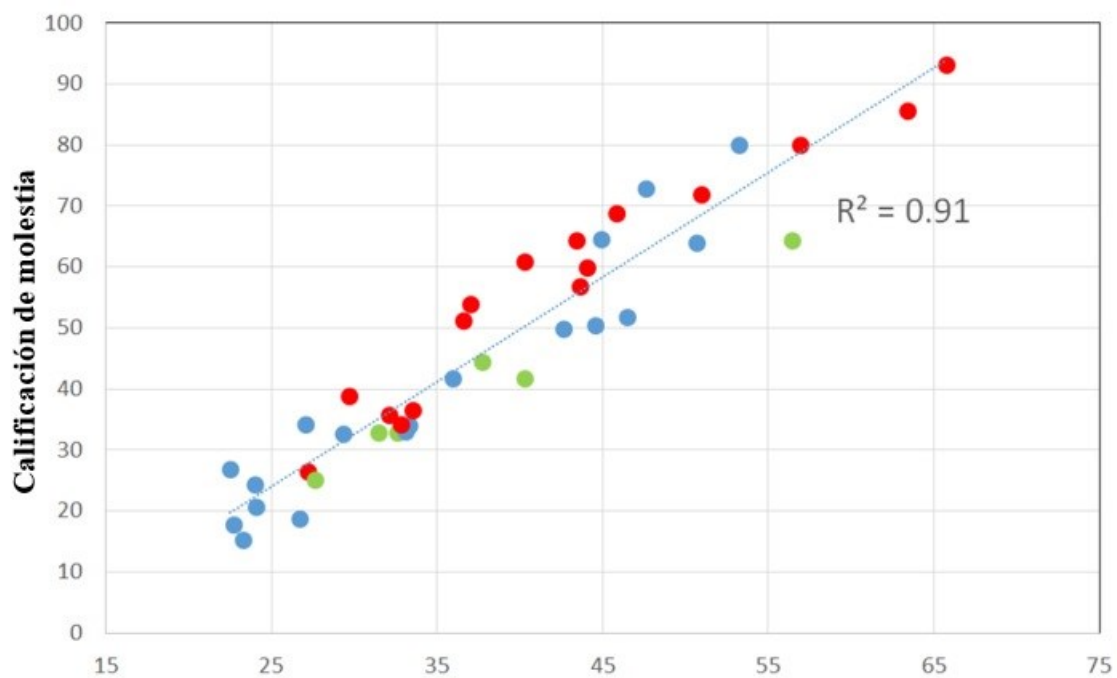
En el **Gráfico 2-9**, se puede ver la relación entre la molestia percibida y los niveles de presión sonora promedio (dB con ponderación A) para diferentes tipos de autos de pasajeros (autos con motor de combustión interna, autos híbridos, y autos eléctricos). En este caso, el coeficiente de determinación R^2 indica un nivel de correlación entre medio y alto ($R = 0,58$), y que solo un 34 % de la variabilidad de la molestia puede ser explicada por el nivel de presión sonora promedio.



Máximo nivel de presión sonora L_{max} dB con ponderación A

Gráfico 2-10 - Molestia percibida vs. máximo nivel de presión sonora (adaptado de Altinsoy, 2022).

Al cambiar el predictor, en el **Gráfico 2-10** se muestra la relación entre la molestia percibida y los máximos niveles de presión sonora (dB con ponderación A) para los mencionados tipos de auto. Para este caso, la regresión muestra un alto grado de correlación ($R = 0,81$) y un mayor porcentaje de variabilidad explicada que para los niveles promedio. Sin embargo, en ambos casos (niveles promedios y máximos), la descripción de la molestia no es completa.



Índice de molestia basado en propiedades psicoacústicas

Gráfico 2-11 - Molestia percibida vs. índice de molestia (adaptado de Altinsoy, 2022).

Por último, en el **Gráfico 2-11** se muestra la relación entre los puntajes de molestia percibida y el índice de molestia basado en parámetros psicoacústicos, desarrollado en el trabajo de Altinsoy (2022), el cual no será profundizado en el presente documento. Se puede ver cómo la correlación aumenta considerablemente para este caso ($R = 0,95$), en el cual se incorporaron propiedades psicoacústicas de los sonidos. Esto va en la misma línea que lo planteado por Urquiza (2016), en un trabajo de laboratorio donde se estudiaron las relaciones entre atributos objetivos y subjetivos de diferentes sonidos. Allí se obtuvo una buena correlación entre la molestia percibida y la sonoridad (contemplada en el índice de Altinsoy).

En el **Gráfico 2-12**, se puede ver el alto grado de correlación existente entre el nivel de sonoridad (medido según el procedimiento de la ANSI) y la molestia percibida, a partir de resultados obtenidos en un experimento a nivel de laboratorio donde se utilizaron sonidos con diferentes componentes tonales, característicos de equipos mecánicos presentes en edificios (Lee et al., 2017).

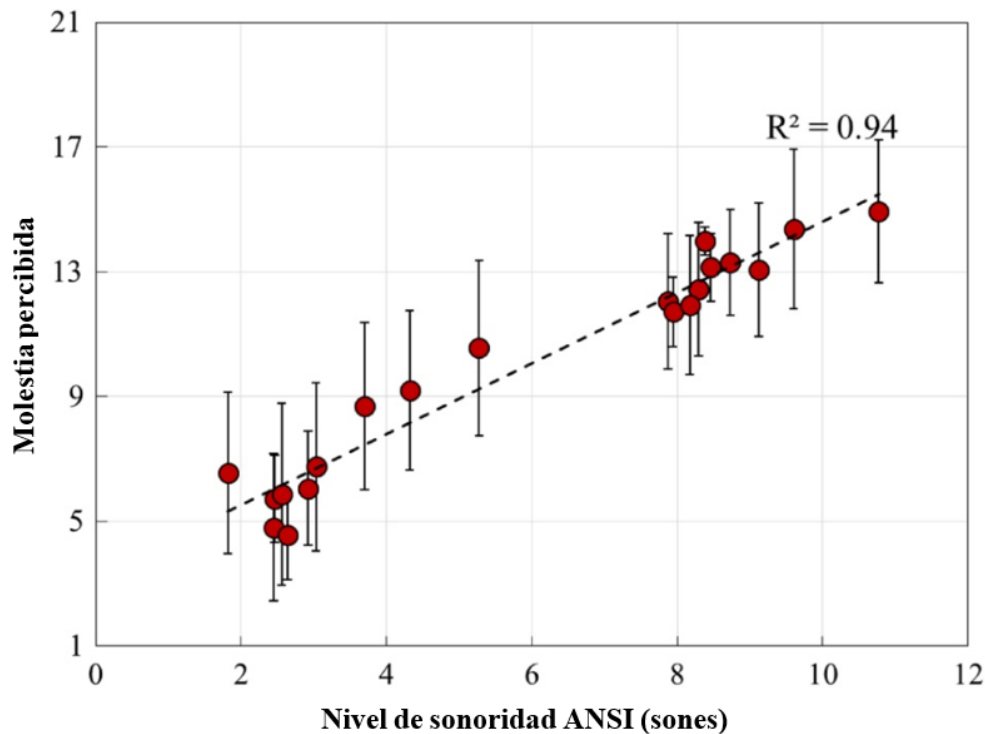


Gráfico 2-12 - Relación entre sonoridad y molestia percibida (adaptado de Lee et al., 2017).

Si bien en el estudio anteriormente mencionado también se evaluó la sensibilidad al ruido de los participantes, no se encontró una relación entre dicho parámetro y la molestia percibida, lo cual pudo deberse a la limitada cantidad de voluntarios (10 personas).

En otro estudio enfocado en relacionar sonoridad percibida con molestia percibida (Berglund et al., 1990), se encontró que para sonidos físicamente fuertes (en el orden de entre 14.5 y 15.5 Sones), la sonoridad percibida de sonidos complejos determina de manera dominante la molestia percibida, mientras que para sonidos “suaves” (en el orden de entre 3.7 y 4.3 Sones), otros factores entran en juego (agudeza, por ejemplo). Esto se encuentra alineado con estudios posteriores, en los cuales se muestra que, para espacios urbanos abiertos, cuando el nivel sonoro está por debajo de cierto valor (que puede llegar a 65-70 dB con ponderación A), la evaluación

del confort acústico de las personas no está relacionada con el nivel sonoro, mientras que el tipo de sonido y las características de la persona juegan un rol muy importante (Kang, 2007, como se citó en Kang, 2017). En este “universo” de contextos es que se centrará la fase experimental del presente trabajo, cuyo foco como ya se ha mencionado, no estará en el nivel de presión sonora, sino en el tipo de sonido y factores personales de los receptores. Sin embargo, teniendo en cuenta las relaciones entre sonoridad y molestia descritas anteriormente, también se analizará dicho vínculo en el análisis.

También se han realizado estudios de laboratorio en donde se han probado indicios de que la molestia acústica aumenta con el contenido de bajas frecuencias y cuando las modulaciones en amplitud son aleatorias (Schäffer et al., 2018). Si bien cualquier sonido no deseado es potencialmente molesto, en muchos casos, ruidos con bajas frecuencias pueden exacerbar la reacción de molestia en comparación con otros ruidos, y más aún, cuando el ruido se percibe como fluctuante o modulado en frecuencia (González, 2017).

En Weinstein (1980), se comenta que si se considera la población “altamente molesta” (highly annoyed), existe una alta correlación entre esta variable dependiente (subjettiva) y los niveles de presión sonora, pero que estos altos grados de correlación son simplemente una ilusión de que se está entendiendo cómo los individuos reaccionan ante el ruido. Esto se debe a que, si bien podríamos predecir el porcentaje de personas “altamente molestas”, no podemos predecir qué individuos estarán en dicho grupo.

No se debe olvidar que las medidas sonoras objetivas (como el L_{eq} , L_{90} , L_{d-n} , etc.) son muchas veces las herramientas más sencillas y rápidas que se tienen para poder dar una idea de la afectación por ruido, y por tanto, seguirán formando parte de las estrategias de evaluación frente a las denuncias por ruidos molestos (al menos por un buen tiempo más). La clave está en poder tener estudios que relacionen “lo objetivo con lo subjettivo” y lo acústico con lo no acústico.

3. Métodos de evaluación de molestia por ruido

Como ya se expuso anteriormente, en general, hay consenso en que no es suficiente con analizar la molestia por ruido como un problema unidimensional en el campo urbano (como, por ejemplo, monitorear solamente los niveles de exposición en términos de niveles de presión sonora), y existe la necesidad de mirar a la percepción de los sonidos ambientales desde diferentes enfoques (Mitchell et al., 2022; Steele et al., 2023, Bild et al., 2016).

Dando un paso más y siguiendo con parte de los resultados expuestos en las diferentes referencias bibliográficas del capítulo anterior, se puede observar que los parámetros psicoacústicos han sido utilizados por más de 30 años como alternativa y complemento para valorar la percepción de las personas frente a determinados sonidos. En este sentido, vale la pena recordar que el campo científico de la psicoacústica explica de forma cuantitativa las relaciones entre estímulos sonoros bien definidos en sus parámetros físicos y las sensaciones auditivas provocadas por dichos estímulos (Fastl, 2004).

La utilidad de cada uno de los parámetros psicoacústicos suele ser dependiente de la naturaleza del sonido que esté siendo analizado, y en general se usan en la industria de la fabricación de nuevos productos para su diseño acústico o en la industria automovilística (Noriega, 2017). Uno de los principales investigadores en el campo de la psicoacústica destaca que la “receta” para una mezcla apropiada de magnitudes psicoacústicas básicas puede variar para diferentes familias de sonidos (Fastl, 2004), lo cual de alguna forma habla de las limitaciones de los modelos basados solamente en parámetros psicoacústicos.

Desde los enfoques más simplistas con el nivel de presión sonora, pasando por los intermedios que consideran los parámetros psicoacústicos y llegando a los más holísticos y complejos, las encuestas sociales son por excelencia la herramienta que más se ha utilizado para evaluar el grado de molestia percibido por las personas.

Uno de los primeros antecedentes del uso de esta herramienta data del año 1929, cuando la “Comisión de Abatimiento del Ruido” lleva adelante en la ciudad de Nueva York uno de los primeros estudios sobre molestia acústica, publicando un cuestionario en los periódicos donde se le preguntaba a los ciudadanos “¿qué los mantiene despiertos por la noche?” (Rueb, 2016). Si bien desde ese entonces se ha ido mejorando sustancialmente la forma en la cual se realiza este tipo de estudios, casi un siglo atrás, los expertos acústicos de la época ya adoptaban este tipo de metodología para obtener información sobre molestia.

Si bien existen limitaciones con las encuestas sociales y sus resultados, han tenido una gran contribución al entendimiento de la importancia de los factores no acústicos sobre el grado de molestia percibido por las personas (Schultz, 1978). Asimismo, presentan la ventaja de plasmar la percepción de las personas afectadas por el ruido de una determinada fuente, o en un determinado sitio específico. Se podría decir que, las encuestas relacionadas con molestia por ruido, están asociadas a algún sonido (o sonidos) al cual la persona que completa/contesta la encuesta estuvo expuesta en algún momento. Es decir, los encuestados contestan en base a lo

que percibieron durante determinada experiencia y esta experiencia podrá ser reciente o lejana (en el tiempo), en campo o en laboratorio, y los sonidos podrán ser reales o simulados. Por definición, el ambiente experimentado in situ proporciona la representación más real del mundo exterior; sin embargo, los estudios desarrollados in situ padecen de un control experimental bajo y, por tanto, los resultados de dichos estudios típicamente solo representan ese caso en cuestión y no contribuyen al conocimiento general o al desarrollo teórico directamente (Aletta et al., 2016).

Los experimentos de laboratorio para evaluar molestia acústica, representan un cambio en el entorno en el cual la persona habitualmente percibe los sonidos que debe evaluar y esto no puede ser ignorado, sino por el contrario, deberá ser tenido en cuenta a la hora de interpretar los resultados. Por otro lado, las experiencias de laboratorio presentan la gran ventaja de poder controlar ciertas variables relacionadas con los sonidos y el contexto, lo cual puede ser muy útil para interpretar los resultados, que luego deben ser validados in situ (Aletta et al., 2016).

Es importante diferenciar entre una encuesta que se contesta inmediatamente después de haber escuchado determinado sonido (ya sea en sitio específico o en laboratorio) y una encuesta que se contesta en base a los recuerdos (más alejados en el tiempo) que se tiene sobre la experiencia acústica en determinado sitio. Tener esto claro permite acotar en cierta forma variables que pueden ser muy difíciles de valorar, como lo son todos los factores que entran en juego cuando una persona tiene que hacer el ejercicio de recordar y promediar algo que pasó durante varios meses o años.

Otra dificultad que plantean las encuestas, es que muchas veces resulta difícil (tanto en tiempo como en costo) poder lograr una muestra suficientemente grande como para que las conclusiones sean representativas. Esto será uno de los desafíos a la hora de diseñar el experimento.

También resulta relevante resaltar la importancia que juegan las barreras idiomáticas a la hora de evaluar, comparar y relacionar estudios sobre molestia acústica mediante encuestas, principalmente por el hecho de que se deben formular preguntas en la lengua materna de los encuestados, las cuales quizás fueron traducidas desde otro idioma. Las palabras “molestia”, “perturbación”, “alteración”, “disturbio”, “desagrado”, entre otras, pueden ser difíciles de distinguir y más aún explicar las diferencias, más allá de que las haya. Sin embargo, no se podría decir que la consecuencia de una exposición a cierto ruido es la misma en dos personas cualesquiera si una dice sentirse “molesta” y otra “alterada”.

Más allá de que las encuestas para evaluar no solo molestia sino otras consecuencias de la exposición al ruido fueron utilizadas durante muchos años, la falta de estandarización en los métodos y las preguntas resulta muchas veces un obstáculo para la comparación entre diferentes estudios. Esto fue observado en primera instancia por Theodore J. Schultz en uno de los primeros trabajos que buscaban encontrar relaciones entre los impactos negativos y la exposición al ruido asociado a los medios de transporte (Schultz, 1978). Además, el Comité Federal Interagencia sobre Ruido de los Estados Unidos (FICON por sus siglas en inglés),

declaró que la molestia era su medida resumen de preferencia de la reacción adversa general de las personas frente al ruido y que el porcentaje de la población en determinada área, caracterizada como “altamente molesta” (“highly annoyed”) por la exposición a largo plazo al ruido, era su medida de molestia de preferencia (Gjestland, 2023). Fue entonces que, a raíz de la falta de estandarización de las encuestas y que la molestia pasó a ser formalmente un indicador muy relevante sobre los efectos del ruido, en 1993 la Comisión Internacional sobre los Efectos Biológicos del Ruido (ICBEN por sus siglas en inglés) comenzó a trabajar en el desarrollo de una metodología estandarizada para evaluar molestia por ruido, lo cual a la larga culminó con la publicación del estándar técnico ISO/TS 15666:2003 (Clark et al., 2021). Dicho estándar publicado por la ISO, se titula “Acoustics - Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys” y cuenta con una segunda versión actualizada y muy reciente del año 2021, la cual será tomada de base para el armado de parte del cuestionario del experimento y para el reporte e interpretación de resultados.

Respecto a la ISO/TS 15666:2021, es importante destacar el trabajo de traducción y traducción inversa realizado para poder construir el listado de preguntas en 17 idiomas. Esto representa una gran ayuda para los investigadores que utilicen dicho estándar y posibilita una comparación de resultados que atraviesa la barrera idiomática. Un punto importante, es que la metodología propuesta por la ISO/TS 15666, ha sido aplicada tanto en experimentos de campo como de laboratorio, y si bien la recomendación expresa típicamente un período de referencia de entre 6 meses y 1 año para las respuestas, en la literatura existen ejemplos de períodos de tiempo para la evaluación de la molestia de unos pocos segundos (Gjestland, 2023).

4. El impacto de la molestia por ruido sobre la salud humana

En la “Epopeya de Atrahasis” (poema de la antigua Mesopotamia que data del segundo milenio A.C.) ya se hacía mención a la perturbación por ruido que impedía que las personas conciliaran el sueño (Liu et al., 2022), lo cual hoy en día se sabe que puede tener consecuencias muy negativas sobre la salud en general de las personas. Más de 3.000 años después, se siguen sucediendo este y otros impactos sobre los seres humanos de manera cotidiana, particularmente en los centros poblados, donde quizás aún no se le da la relevancia necesaria a la problemática.

La Organización Mundial de la Salud (WHO por sus siglas en inglés), indica que el ruido ambiental es un asunto importante de salud pública, que continúa creciendo (WHO, 2018), ubicándolo ya hace más de una década atrás como la segunda causa más importante de problemas de salud, solamente detrás de la contaminación atmosférica (WHO, 2011). En dicho contexto, la molestia por ruido es la respuesta comunitaria más prevalente en una población expuesta al ruido ambiental (Beutel et al., 2016) y debe ser considerada como un efecto adverso sobre la salud (Niemann y Maschke, 2004). Al reconocer los posibles daños que el ruido puede generar sobre la salud humana, se está aceptando la posibilidad de medir al ruido no solo como molestia subjetiva, sino como un daño objetivo cuantificable por sus consecuencias sobre la salud de la población (Benfield et al., 2014).

Es importante realizar la distinción entre los impactos y consecuencias del ruido ambiental sobre la salud humana (dentro de los cuales se encuentra la molestia por ruido) y los impactos de la molestia por ruido sobre la salud humana. Si bien en varias oportunidades se hará referencia al primer grupo por ser mucho más abarcativo, el foco principal estará puesto en el segundo grupo (afectaciones de la molestia por ruido sobre la salud humana).

Algunos efectos potenciales del ruido sobre la salud humana son las discapacidades auditivas, reacciones de defensa y sobresalto, efectos cardiovasculares, reducción de rendimiento, y la molestia (Kang, 2017). En dicho documento, se menciona que estos efectos pueden conducir a su vez a discapacidades sociales, problemas de aprendizaje, ausentismo laboral y escolar, aumento en el uso de drogas y aumento en los accidentes. Como se puede apreciar, el ruido es capaz de desencadenar una catarata de efectos que muchas veces se superponen, se entrelazan y se potencian.

Existen dos caminos o vías relevantes para el desarrollo de efectos adversos sobre la salud provocados por el ruido (Babisch, 2002); estos son:

- Un camino “directo”, el cual está determinado por la interacción instantánea del nervio acústico con diferentes estructuras del sistema nervioso central.
- Un camino “indirecto”, el cual se refiere a la percepción cognitiva del sonido, la activación cortical y las respuestas emocionales relacionadas como la molestia.

Estos caminos surgen como consecuencia de la exposición a cierto ruido y están relacionados con el nivel sonoro, ya que como se mencionó anteriormente, los efectos no auditivos del ruido

sobre la salud humana pueden ocurrir a niveles sonoros bastante menores que los requeridos para dañar los órganos auditivos (Beutel et al., 2016). En la **Figura 4-1**, se puede observar un esquema simplificado de los mencionados caminos para el desarrollo de efectos adversos sobre la salud, extraído del citado trabajo de Babisch (2002).

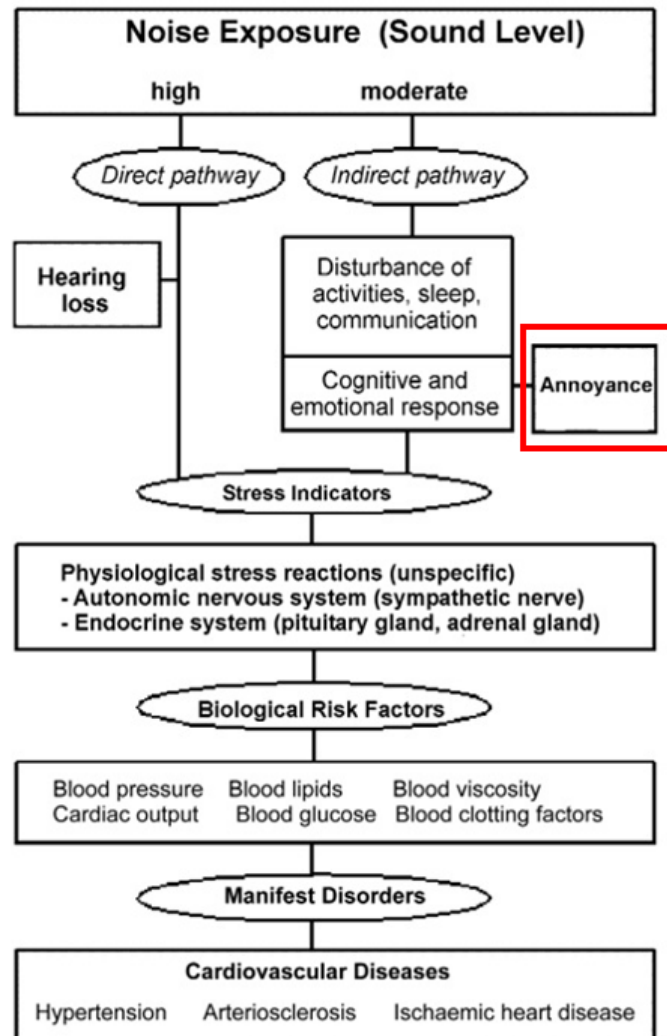


Figura 4-1 - Caminos para el desarrollo de efectos adversos sobre la salud producto de la exposición al ruido (Babisch, 2002).

Diversos estudios han mostrado que el ruido contribuye con varios de los efectos incluidos en la **Figura 4-1**, como la alteración del sueño (Beutel et al., 2020), el desarrollo de hipertensión arterial, aumento del ritmo cardíaco y mayor riesgo de infarto (Münzel et al., 2014; WHO, 1999; Faiyetole y Sivowaku, 2021). En este sentido, la molestia por ruido también puede estar en la vía causal de las enfermedades cardiovasculares (WHO, 2018; Beutel et al., 2016) y si se experimenta de forma crónica, el estrés causado por la molestia puede iniciar el desarrollo de enfermedades cardiovasculares (Münzel et al., 2014). Quizás una de las observaciones más relevantes al respecto, es que la exposición prolongada a ruidos con niveles sonoros moderados pero que generen molestia, puede ser la causa de enfermedades graves, que muchas veces se las asocia solamente a otro tipo de acciones desencadenantes (ej.: hábitos alimenticios poco saludables, tabaco, sedentarismo, etc.).

En 1886, un cirujano escocés llamado Thomas Barr llevó adelante lo que se cree fue el primer estudio científico sobre ruido y salud, en el cual evaluó la audición de 100 caldereros, probando que la exposición a largo plazo al sonido del martillo sobre el metal puede causar daños severos en la audición (Goldsmith s.f.).

Haciendo foco en la molestia por ruido como resultado de la interferencia de cierto sonido (o sonidos) con las actividades diarias, sentimientos, el sueño, entre otros, la misma puede estar acompañada por respuestas emocionales negativas como la irritabilidad, la angustia, cansancio, y el deseo de escaparle al ruido (Babisch et al., 2009; Tarnopolsky et al., 1980). Debido a la gran cantidad de personas afectadas por la molestia por ruido, esta contribuye sustancialmente a la carga de enfermedad por ruido ambiental (Beutel et al., 2016). En este sentido, la WHO (2011) estimó para los países de Europa Occidental las siguientes cargas de enfermedad por ruido ambiental:

- 61.000 DALYs⁸ para enfermedades isquémicas del corazón.
- 45.000 DALYs para deterioro cognitivo en niños.
- 903.000 DALYs para alteraciones en el sueño.
- 22.000 DALYs para tinnitus⁹.
- **587.000 DALYs para molestia.**

Esto quiere decir que, en solamente para esta zona de Europa, cada año se pierden más de 1.6 millones de años de vida debido a enfermedades, discapacidades o muertes prematuras, de los cuales un 36 % son debido a la molestia por ruido percibida.

Es importante no perder de vista, que existen grupos de riesgo en los que aumenta la probabilidad de que se den efectos adversos sobre su salud. Un ejemplo de esto son los individuos con desórdenes mentales, los cuales presentan mayor sensibilidad al ruido y por tanto constituyen un grupo de riesgo (van Kamp y Davies, 2013). A su vez, en base a una encuesta nacional de salud realizada a 19.294 adultos en el año 2012 en Alemania, se encontró que los hombres y mujeres que reportaron una alta molestia general por ruido, tenían más del doble de probabilidades de tener problemas de salud mental, con respecto a aquellos que no estaban molestos (Hammersen et al., 2016). Es decir, el ser más propenso a sufrir molestia por ruido, termina siendo un factor de riesgo frente a la posibilidad de desarrollar algún problema de salud mental.

Volviendo a los impactos del ruido sobre la salud y poniendo foco específicamente en el ruido de tráfico aéreo, se encontró que la exposición a largo plazo a este tipo de ruido puede influir en la salud psicosocial en forma de hipertensión, depresión y estrés (Faiyetole y Sivowaku, 2021; Kim et al., 2023). Asimismo, en base a encuestas transversales en áreas residenciales con exposición a ruido de tráfico aéreo, se obtuvo que este tipo de exposición puede afectar la salud física y mental de las personas, generando un aumento en el uso de medicamentos como

⁸ Disability Adjusted Life Years (años de vida ajustados por discapacidad). Se trata de los años perdidos producto de una enfermedad, una discapacidad o la muerte prematura.

⁹ Hipócrates en el siglo V A.C. fue el primero en identificar lo que hoy conocemos como tinnitus (escuchar ruidos en los oídos cuando no hay fuentes sonoras externas) (Goldsmith, s.f.).

ansiolíticos y antihipertensivos (Floud et al., 2011). Todo esto vuelve a demostrar lo ya mencionado en capítulos anteriores, respecto a que la contaminación acústica no se acumula en el espacio y el tiempo, pero sus efectos sí son acumulativos en forma de afecciones psicológicas en las personas (Noriega, 2017). Entre estos efectos psicológicos, vale la pena destacar algunos como la ansiedad (Sullivan, 1969), la susceptibilidad a la depresión y el suicidio (Hahad et al., 2024), así como problemas en el desarrollo cognitivo o de aprendizaje en niños (Cohen et al., 1980).

En relación a las posibles consecuencias de la molestia a largo plazo, en un estudio suizo realizado en el año 2016, se pudo asociar la molestia a largo plazo producto del ruido de transporte (aeronaves, terrestre, ferrocarril) con un descenso en la actividad física (Foraster et al., 2016).

A continuación, se dan 3 ejemplos de estudios de la última década, en los cuales se obtuvieron resultados que vinculan la molestia por ruido con los impactos sobre la salud humana:

- En base a una gran muestra de individuos de una región de Alemania, se encontró que las tasas de depresión y ansiedad eran cerca de dos veces más altas en los participantes con extrema molestia por ruido en comparación con los participantes sin molestia por ruido, debido a diversas fuentes de ruido (Beutel et al., 2016).
- En las “Encuestas Danesas de Salud y Morbilidad”, los participantes que estaban muy molestos por los ruidos de los vecinos, reportaron un estado de salud considerablemente más pobre y mayor estrés que el resto de los participantes (Jensen et al., 2018).
- En un estudio longitudinal de una muestra representativa de una determinada población en Alemania, la molestia por ruido durante el día y la noche, logró predecir síntomas de depresión, ansiedad, y desórdenes en el sueño, que se produjeron 5 años más tarde (Beutel et al., 2020). En este sentido, las mujeres, los individuos más jóvenes, y aquellos con un bajo nivel socioeconómico, representaron grupos de riesgo. Cabe destacar que en el estudio de Beutel et al. (2020), tanto la molestia como las variables de salud mental fueron auto evaluadas.

En un extenso trabajo realizado por Colby et al. (2009), un panel de expertos describe los efectos sobre la salud producidos por el ruido de los aerogeneradores. Entre los factores que destacan ser comentados por ser posibles precursores de la molestia por ruido, se mencionan:

- El “efecto nocebo”, el cual se trata de un empeoramiento de la salud mental o física, basado en el miedo o la creencia en efectos adversos. Es el efecto opuesto al efecto placebo.
- La disfunción de integración sensorial, que se refiere a una sensibilidad anormal exacerbada a uno o varios estímulos sensoriales (por ejemplo, el sonido).

- Los desórdenes somatomorfos, que refieren a la presencia de síntomas físicos que reflejan estados psicológicos en lugar de ser producto de causas físicas. Son una forma grave de somatización, donde los síntomas físicos (dolor de cabeza, fatiga, dolores en las articulaciones, nerviosismo, problemas de sueño, entre otros) pueden causar una gran angustia, a menudo a largo plazo (González, 2017).

Si bien el presente trabajo no tiene como foco principal el estudiar los efectos de la molestia sobre la salud humana, es necesario efectuar este pequeño resumen, de manera de reafirmar la relevancia que esta problemática merece a nivel social. En Montevideo, la Defensoría del Vecino, ha detectado año tras año que la gran mayoría de las denuncias recibidas son por temas de convivencia, dentro de las cuales, las denuncias por ruidos molestos representan un porcentaje sumamente alto (El Observador, 2024). Estos problemas de convivencia asociados a los ruidos y la molestia que estos ocasionan, pueden desembocar en violencia. Existen estudios recientes que han encontrado una relación entre el aumento de los niveles sonoros en zonas cercanas a los aeropuertos, con un aumento en la tasa de crímenes violentos (Hener, 2022), con todas las consecuencias socioeconómicas que esto genera. Inclusive, existen situaciones particulares en las cuales la molestia por ruido ocasionada por una determinada actividad, ha llegado hasta el punto en que la persona afectada cometa un homicidio (Bracknell News, 2022).

5. Aplicación experimental

En los Capítulos 2, 3 y 4, se realizó una resumida base teórica relativa al ruido y la molestia por ruido, se describieron ciertos factores de interés y su influencia sobre la molestia por ruido, y se comentaron brevemente algunos de los impactos que esta puede tener sobre la salud humana. Por tanto, se presentan en el presente apartado, los detalles relativos al diseño y desarrollo de la aplicación experimental, como punto central del trabajo de tesis. En este sentido, se abordarán las decisiones vinculadas al diseño del experimento y a la metodología llevada a cabo, para luego en el Capítulo 6 comentar los resultados obtenidos e implementar un análisis con herramientas estadísticas.

5.1.Consideraciones previas a la fase experimental

A modo de recapitulación, la aplicación experimental a nivel de laboratorio consistió en captar a un grupo de voluntarios para que escuchen una serie de audios previamente seleccionados y luego contesten un cuestionario (anónimo), mediante el cual se recabó la información personal de cada participante y las respuestas perceptivas relacionadas con cada uno de los audios escuchados.

Dicho esto, es importante recalcar que, durante el transcurso de los primeros meses del presente trabajo, enfocados principalmente en la concepción del experimento, se evaluaron constantemente las alternativas y opciones que hicieran viable la experiencia, poniendo siempre como prioridad la búsqueda de la mejor calidad de datos posible. En este sentido, y según se detallará más adelante, se adoptaron decisiones de compromiso entre la metodología y recomendaciones encontradas en la bibliografía de referencia, definiendo criterios particulares para las características de esta primera experiencia en el país.

Es importante recalcar también, que no se pretende sacar conclusiones generales acerca de la influencia de los factores personales sobre la molestia por ruido, sino por el contrario, se buscó encontrar similitudes o diferencias entre las correlaciones ya conocidas (y comentadas en el Capítulo 2) y las obtenidas para este experimento en particular, lo cual podría eventualmente conducir a futuros estudios para confirmar algún resultado.

5.2.Diseño del experimento

Como primera gran decisión, se definió que el experimento fuera realizado en condiciones de laboratorio y no en sitio específico. Esto es producto de que se busca poder evaluar diversas fuentes sonoras presentes en los entornos residenciales (teniendo control sobre los sonidos) y, además, poder contar con la mayor cantidad de participantes en un período razonable de tiempo.

Es importante recordar que evaluar molestia por ruido en un entorno experimental resulta difícil, por el hecho de que la atención no voluntaria (principal factor oculto que se investiga) se reemplaza por la atención enfocada en un experimento de escuchas (Sun et al., 2018). Esta es una de las razones por las cuales muchas veces se les pide a los participantes que realicen

una determinada tarea sencilla, de forma que su concentración no esté en los sonidos. Sin embargo, en el presente trabajo se optó por no incluir esta consideración en el experimento, dado que se pretendió obtener otro tipo de información respecto a los participantes y los sonidos, la cual difícilmente pueda inferirse a partir de los resultados vinculados con la realización de una determinada tarea.

5.2.1. Sobre los sonidos

En segundo lugar, se seleccionaron los sonidos que los participantes deberán escuchar y evaluar. Esta elección, en este tipo de experimentos, es quizás una de las etapas críticas del proceso, por la influencia que podría tener sobre los resultados. Asimismo, para lograr llevar adelante la experiencia en un tiempo razonable, no es posible incluir un número demasiado grande de audios a ser reproducidos. Por tanto, se priorizó contar con un espectro amplio de fuentes sonoras con contenidos semánticos variados, que habitualmente puedan ser escuchadas en un entorno urbano, en un ámbito doméstico y/o ocupacional.

Resulta de particular interés del autor, incluir entre los sonidos, algunos provenientes del entorno de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTARs), ya que existen antecedentes recientes en donde han sido motivo de denuncias por ruidos molestos (L. Pan, comunicación personal, 2023). Esto último está principalmente asociado a casos en donde por diversos motivos existen viviendas localizadas en el entorno cercano a las PTARs. Las propias actividades que se llevan a cabo en este tipo de instalaciones, así como los equipos electromecánicos allí presentes, hacen que, durante una buena parte del día, el paisaje sonoro del lugar presente características que pueden resultar molestas. Por tanto, estas circunstancias generan por un lado exposición al ruido a nivel ocupacional para los operarios y a nivel residencial para los vecinos. En el presente trabajo se pondrá el foco en el segundo caso (residencial).

Entrando en el detalle de los ruidos más relevantes dentro de las PTARs, se destacan dos que serán incluidos como parte de los audios a utilizar en el experimento: los soplantes o sopladores y la circulación de camiones (particularmente de barométricas).

En relación a los soplantes, en las plantas de tratamiento con procesos aerobios, se utilizan diferentes tipos de dispositivos para incorporar aire al agua residual y cubrir las necesidades de oxígeno de las bacterias actuantes. Un dispositivo ampliamente utilizado en las plantas de tipo lodos activados con aireación extendida o convencional, son los soplantes con difusores de burbuja fina. En estos casos, para efectuar la inyección de aire, se utiliza un compresor de aire, el cual puede generar altos niveles de ruido si no se contempla un diseño adecuado de su instalación. Producto de que el requerimiento de oxígeno varía dentro de los reactores, la frecuencia operativa de los soplantes debe ser ajustada en consonancia. Esto implica que se debe tener correctamente diseñado el sistema de ventilación de estos equipos, para evitar un recalentamiento de los motores. Sin embargo, una mala práctica en ocasiones observada con la intención de mantener una buena ventilación y evitar el sobrecalentamiento, es quitar parte de la cubierta metálica que protege al soplante (ver **Fotografía 5-1**). Cabe mencionar que la

cubierta del soplante en dicha fotografía, fue removida intencionalmente solo por motivos ilustrativos para el presente trabajo.



Fotografía 5-1 - Soplante con y sin cubierta (izquierda y derecha, respectivamente). Fuente: Edison Cáceres (Encargado de Saneamiento Minas, OSE).

En vistas de lo mencionado anteriormente, se buscó profundizar en la existencia (o no) de diferencias en la molestia percibida, entre la situación con la cubierta puesta y sin la cubierta. Para esto, se realizaron grabaciones en la PTAR de OSE de la ciudad de Minas, en diferentes puntos dentro y fuera de la sala de soplantes y tableros¹⁰. Estas grabaciones se efectuaron con un teléfono celular iPhone SE (2ª generación) y fueron luego exportadas hacia el software Adobe Audition. Entre todas las grabaciones, se seleccionó como representativa la realizada a una distancia de 6 metros del soplante, en un punto ubicado fuera de la sala, estando la puerta de la sala de soplantes abierta. La selección de este punto responde a que se buscó una distancia asemejable a la que eventualmente podría existir con una vivienda y además que la fuente principal en la grabación fuera el soplante.

Como segunda fuente sonora provocadora de molestia, se seleccionó a los camiones que habitualmente circulan en el entorno de las PTARs. En la gran mayoría de las PTARs de OSE, se reciben (por bombeo o gravedad) por un lado un gran porcentaje de las aguas residuales de la ciudad a la que brindan tratamiento y, por otro lado, camiones barométricos con líquidos residuales de diversas procedencias (domésticos, comerciales e industriales). Esto último

¹⁰ Además de las propias grabaciones, también se realizaron mediciones de los niveles de presión sonora. Esta información será proporcionada a OSE como datos de referencia para estudiar la exposición de tipo ocupacional en este tipo de instalaciones.

genera ruidos producto de la circulación de camiones y maniobras de descarga de los líquidos residuales. Para este caso, se seleccionó una grabación de la base de datos BBC Sound Effects (British Broadcasting Corporation [BBC], s.f.), en la cual se escucha un camión en marcha que luego estaciona y detiene su motor (muy similar al sonido de un camión barométrico previo a la descarga de efluentes).

Si bien históricamente, las investigaciones se han centrado en un set limitado de fuentes sonoras (generadoras de molestia) como el ruido asociado a los medios de transporte y el ruido industrial, en los años recientes se les ha dado más importancia a aspectos más holísticos de los ambientes acústicos urbanos y el rol que juegan en la construcción perceptiva de la molestia por ruido (Mitchell et al., 2022). En este sentido, se buscó incorporar también fuentes por fuera del universo del transporte y las industrias.

Como se puede observar en la **Tabla 5-1**, se incluyeron fuentes sonoras de origen natural y antropogénico (mecánicas y no mecánicas). Además, se decidió utilizar combinaciones de fuentes, para ver qué resultados se obtiene en relación a las fuentes por separado (ver Sonidos 9 y 10). Vale destacar que se decidió incorporar dos grabaciones de la palabra hablada (siendo la segunda el reverso de la primera), de forma de ver qué influencia tiene esta diferencia, y a su vez contar con una buena variedad de contenidos semánticos y fuentes diversas para evaluar.

En base a experimentos similares vistos en la bibliografía de referencia (Schäffer et al., 2023; Mitchell et al., 2022), se definió que la duración promedio de los audios se encuentre entre 15 y 30 segundos. Esto responde a su vez a limitar la duración total del experimento y evitar generar una fatiga e impaciencia innecesaria en los participantes (Schäffer et al., 2016). En este sentido, la única modificación que se efectuó a algunas de las grabaciones seleccionadas, fue recortar el archivo de audio para que la duración total se ajuste al rango anteriormente mencionado. En relación al resto de las características sonoras de los audios, las mismas se mantuvieron fieles a las originales sin ninguna modificación o emparejamiento de ningún tipo, ya sea de las grabaciones propias efectuadas como de las obtenidas desde repositorios web. Además, se previó un tiempo de aproximadamente 2 minutos luego de reproducir cada audio para que los voluntarios contesten las preguntas asociadas a dicho audio.

	Descripción	Fuente de la grabación	Duración (s)
Sonido 1	Soplante a 50 Hz, sin la cubierta, grabado a 6 m de distancia	Grabación propia en PTAR de OSE	15
Sonido 2	Soplante a 50 Hz, con la cubierta, grabado a 6 m de distancia	Grabación propia en PTAR de OSE	15
Sonido 3	Camión diésel de 2 toneladas	BBC (s.f.)	21
Sonido 4	Palabra hablada en español	Soundcloud (2023)	26
Sonido 5	Palabra hablada en español en reverso	Se utilizó el software Adobe Audition 23.6.0.61 para la edición del Sonido 4 (Soundcloud, 2023)	26

Tabla 5-1 - Características generales de los diez sonidos utilizados durante el experimento.

	Descripción	Fuente de la grabación	Duración (s)
Sonido 6	Aerogenerador grabado a 20 m de distancia	Sardin (s.f.)	21
Sonido 7	Tormenta (lluvia y truenos)	test_sound (2019)	19
Sonido 8	Sonidos indistinguibles (fiesta/conversación/música)	Soundhunterjulie (2017)	15
Sonido 9	Palabra hablada con soplande fondo (sonido 4 + sonido 1)	Se utilizó el software Adobe Audition 23.6.0.61 para la superposición de los sonidos 1 y 4	26
Sonido 10	Camión con tormenta de fondo (sonido 3 + sonido 7)	Se utilizó el software Adobe Audition 23.6.0.61 para la superposición de los sonidos 3 y 7	19

Tabla 5-1 - Características generales de los diez sonidos utilizados durante el experimento (continuación).

Una decisión importante que se tomó en lo que respecta a los sonidos, es la de reproducir dos veces cada audio, sin hacerlo de manera consecutiva, ni en el mismo orden. Esto busca garantizar resultados individuales válidos (Atamer y Altinsoy, 2021) y divisar posibles cambios globales producto de una segunda escucha. Se definió entonces realizar dos tandas de escuchas, cada una de las cuales contendrá el mismo set de audios, pero el orden de reproducción será diferente. Además, para evitar condicionar las respuestas, no se les comunicó a los voluntarios de que los sonidos serían repetidos.

5.2.2. Sobre los voluntarios

La primera pregunta que surge naturalmente respecto al grupo de voluntarios es ¿qué cantidad de personas será necesaria para lograr resultados representativos? En este sentido, en el trabajo de Zhang et al. (2023), se concluye que, para experimentos de escuchas en laboratorio enfocados en evaluar molestia acústica, sería suficiente con una muestra de al menos 30 individuos para lograr un alto grado de correlación entre los resultados promedio para dicha muestra y los de una muestra bastante mayor (de más de 100 individuos). Por lo tanto, se apuntó como primer objetivo, a superar los 30 participantes.

Respecto a la distribución en géneros, se buscó lograr una relación balanceada para evitar posibles sesgos en esta variable y así poder tener muestras parciales (hombres y mujeres) lo suficientemente grandes como para comparar los resultados en busca de similitudes y diferencias.

En cuanto al rango etario, se definió que los voluntarios fueran mayores de edad (> 18 años) y se buscó minimizar la participación de personas mayores a 60 años, para reducir la posibilidad de captar personas con menor capacidad auditiva debido al envejecimiento natural, y así lograr que la muestra tenga capacidades auditivas lo más homogéneas posibles (Mitchell et al., 2022). A partir de audiogramas promedio realizados a hombres y mujeres, se ha visto que, para frecuencias superiores a los 2.000 Hz, existen pérdidas auditivas significativas (**Figura 5-1**).

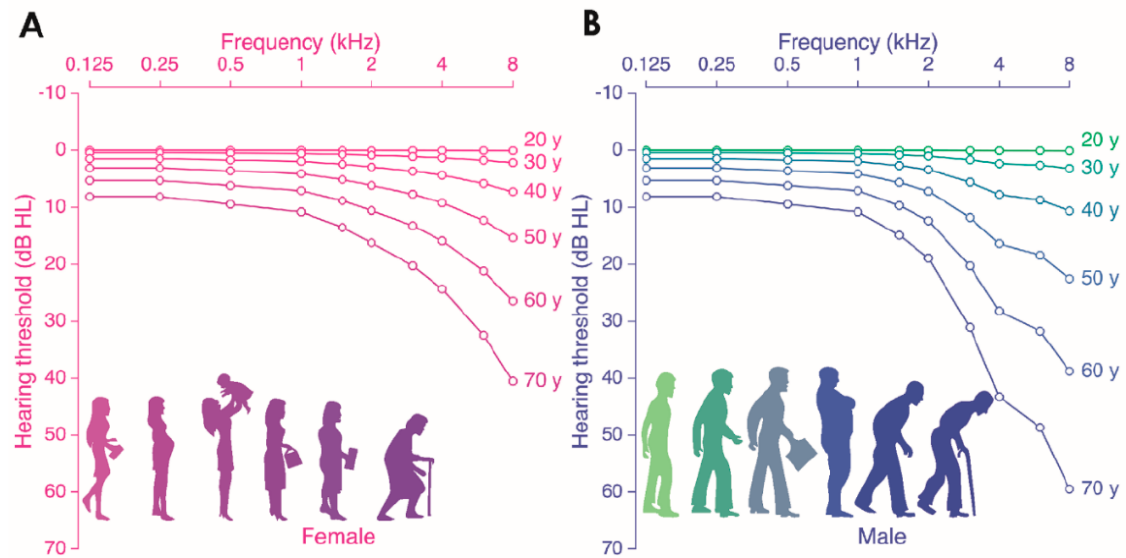


Figura 5-1 - Audiogramas promedio para hombres y mujeres de Estados Unidos a diferentes edades (Wang y Puel, 2020).

Independientemente de la decisión anterior respecto al rango etario, se decidió incluir en el cuestionario una serie de preguntas para detectar posibles dificultades auditivas en los voluntarios, ya que esto podría condicionar sus respuestas y, por tanto, incorporar ciertos sesgos a los resultados. En la sección **6.1** se describirán estas preguntas.

Si bien a priori cualquier persona mayor de edad podría participar del experimento, las propias características del experimento (locación y la duración), así como el número objetivo de voluntarios y el tiempo disponible para llevar a cabo el estudio, hicieron necesario optar por construir una muestra por conveniencia. De esta forma, se podrá lograr más fácilmente llegar al número objetivo de voluntarios y completar el experimento en el menor tiempo posible.

Por último, cabe destacar que, en el armado de la muestra, se buscó convocar a participantes que tuvieran la menor cantidad de información respecto a los detalles del experimento, para evitar condicionar sus respuestas. En la **Tabla 5-2** se resumen algunos datos relativos a la muestra objetivo:

Característica	Objetivo
Número total de voluntarios	> 30
Distribución por género	Cercano a 50 % H y 50 % M
Espectro etario	Entre 18 y 60 años
Conocimiento previo de los participantes	El menor conocimiento posible de las características del experimento

Tabla 5-2 - Características objetivo de la muestra experimental.

5.2.3. Sobre el entorno

En vistas de que se pretende evaluar la molestia percibida al escuchar sonidos que podrían ser asociados a un entorno residencial, se buscó llevar a cabo el experimento en un lugar lo más confortable posible para los voluntarios y que a su vez permita realizar la experiencia con varias personas en simultáneo. Esto último permite por un lado reducir la duración total del experimento, y hasta cierto punto evitar que los participantes sientan un grado de estrés o nerviosismo extra, como podría ser el caso si la experiencia fuera desarrollada de forma individual.

Se optó por seleccionar un salón dentro de las instalaciones de la Facultad de Ingeniería (UdelaR), por practicidad a la hora de la reserva del lugar, variedad de prestaciones disponibles, y ubicación céntrica dentro de Montevideo. Es así que, se eligió la sala de actos “Ing. Eladio Dieste” del Edificio Polifuncional “José Luis Massera” para llevar a cabo el experimento el día 21/10/2023. En la **Fotografía 5-2**, se puede ver parte de la mencionada sala de actos donde se desarrolló este experimento.



Fotografía 5-2 - Sala de Actos “Ing. Eladio Dieste” (Gradas y escenario donde se desarrolló la Sesión 1). Fuente: fotos propias.

Por motivos que serán expuestos más adelante, se decidió llevar adelante una segunda sesión experimental (además de la mencionada del día 21/10/2023). En este sentido, teniendo en cuenta que no fue posible conseguir la sala de actos nuevamente, se eligió el salón de posgrado del IMFIA (**Fotografía 5-3**), para dicha segunda sesión, la cual tuvo lugar el día 31/10/2023.



Fotografía 5-3 - Salón de posgrado del IMFIA (Facultad de Ingeniería, UdelaR), donde se desarrolló la Sesión 2. Fuente: Dra. Ing. Carolina Ramírez (IMFIA).

En ambas sesiones se realizaron mediciones con sonómetro para conocer de forma aproximada el nivel de “ruido de fondo” en los salones durante los experimentos. En la Sesión 1 del 21/10/2023 en la sala de actos, el nivel de presión sonora dentro del recinto durante el desarrollo del experimento varió entre 35 y 45 dB con ponderación A, mientras que para la Sesión 2 del 31/10/2023 en el salón de posgrado varió entre 40 y 50 dB con ponderación A.

5.2.4. Sobre la metodología

En la bibliografía consultada, existen ejemplos de experimentos de laboratorio de similares características al del presente estudio, donde los audios son reproducidos por altoparlantes (Phan et al., 2008; LeGriffon et al., 2023; Schäffer et al., 2023), así como también otros donde los sonidos son reproducidos mediante auriculares (Atamer y Altinsoy, 2021; Zhang et al., 2023). Ambas estrategias tienen sus ventajas y desventajas, algunas de las cuales son mencionadas en la **Tabla 5-3**.

	Altosparlantes	Auriculares
Ventaja	Habitualmente la exposición a las diferentes fuentes de sonido/ruido es sin auriculares, por lo cual, los altosparlantes resultan menos influyentes sobre la forma en la que los sonidos son percibidos en la realidad.	Si se apunta a realizar el experimento con más de una persona en simultáneo, los auriculares simplifican el procedimiento, ya que no será necesario tomar en cuenta la posición de la persona ni las características de la sala para controlar la señal que recibe el receptor.
Desventaja	Para conocer efectivamente qué señal percibe el receptor, necesariamente se debe considerar la posición relativa de cada persona dentro del recinto, y las características acústicas de dicha sala.	Los auriculares alteran la señal que termina siendo percibida por la persona, debido fundamentalmente al propio acoplamiento entre el auricular y el oído. Por lo tanto, se genera una diferencia respecto a si el sonido fuera percibido sin auriculares. ¹¹

Tabla 5-3 – Algunas ventajas y desventajas entre altosparlantes y auriculares.

¹¹ Información proporcionada por el Ing. Federico Miyara en intercambio vía correo electrónico (2023).

En base a lo anterior, dado que se priorizó poder llevar a cabo el experimento con un buen número de voluntarios en simultáneo y no tener que incorporar el estudio de la acústica de los recintos, se optó por la alternativa de los auriculares. Aquí el factor limitante fue contar con disponibilidad suficiente de auriculares con idénticas características, y buenas prestaciones. En dicho sentido, fue posible conseguir un total de 10 auriculares marca Behringer modelo BH470¹², 4 nuevos y 6 con muy poco uso. Por lo cual se dividió la muestra en grupos de hasta 10 participantes.

Por otra parte, para poder lograr que los audios puedan ser reproducidos simultáneamente a través de los 10 auriculares, fue necesario utilizar un sistema de amplificación con diversas salidas para auriculares y que tuviera la posibilidad de regular cada uno de los volúmenes de forma independiente (calibración inicial). Para esto se usó una combinación de la potencia Behringer HA8000, con otra potencia Behringer HA400 en serie. La señal de ingreso a estos equipos provino de una consola (mixer) Behringer MX400, cuyas entradas fueron la señal origen desde la laptop con los sonidos seleccionados y la señal de un micrófono, utilizado para poder guiar fácilmente a los participantes durante el experimento, sin la necesidad de que se quiten los auriculares. En la **Figura 5-2**, se muestra un esquema del sistema de equipos implementado, donde las referencias se detallan en la **Tabla 5-4**.

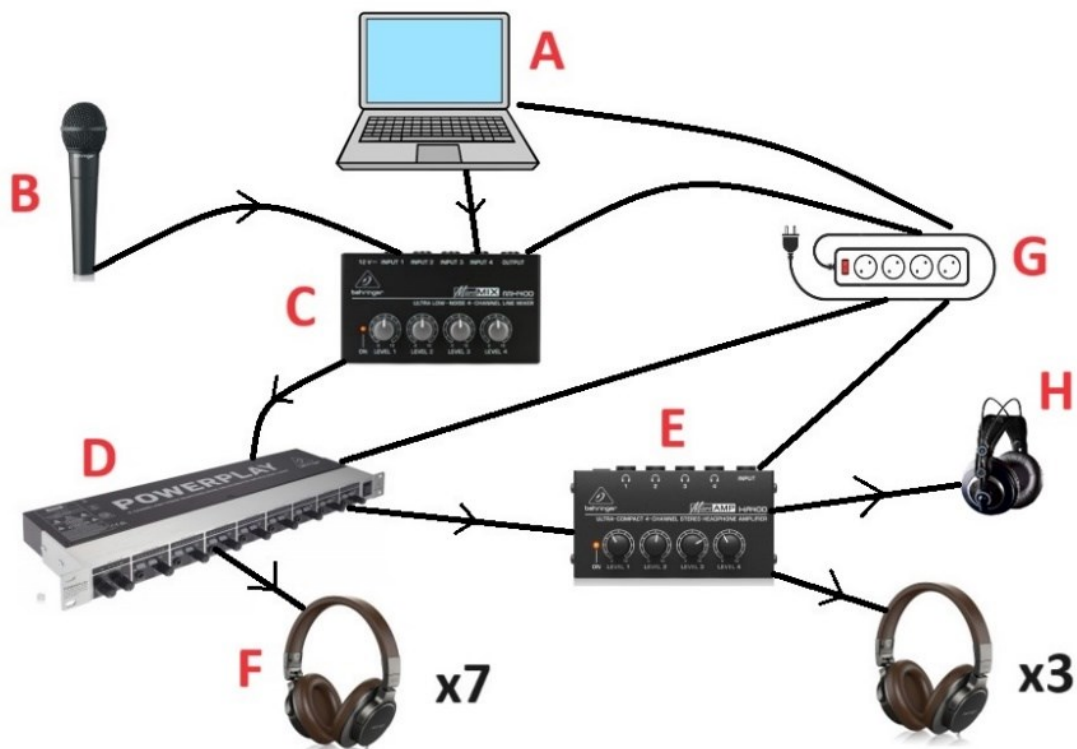


Figura 5-2 - Esquema de equipos y conexiones utilizados durante el experimento.

¹² Especificaciones técnicas: <https://www.behringer.com/product.html?modelCode=P0E3Q>.

Referencia	Características
A	Laptop Dell Inspiron 3501 (Intel Core i5-1035G1)
B	Micrófono
C	Mixer Behringer MX400
D	Potencia Behringer HA8000
E	Potencia Behringer HA400
F	Auriculares Behringer BH470
G	Alargue
H	Auriculares para monitoreo del experimento

Tabla 5-4 - Referencias Figura 5-2.

Teniendo en cuenta que el foco principal del experimento son los factores personales no acústicos y su influencia sobre la molestia por ruido, se decidió realizar una calibración previa del volumen individual para cada participante, de manera de asegurar que los niveles sonoros en cada par de auriculares no lleguen a umbrales nocivos y poder además trabajar con un rango confortable para los voluntarios. Para dicha calibración, se siguió parte del método implementado en el ya mencionado trabajo de Mitchell et al. (2022), donde investigadores con amplia experiencia en la materia, llevaron a cabo un experimento con objetivos similares al del presente estudio. Por tanto, la calibración previa consistió en:

- Solicitar a cada participante por separado que se coloque los auriculares, por los cuales se estaba reproduciendo una grabación con ruido blanco a volumen nulo (previamente emparejada a un nivel de amplitud de -11.91 dBFS¹³, correspondiente al audio de mayor amplitud que sería utilizado).
- Comenzar a incrementar el volumen de la grabación lentamente (mediante el potenciómetro individual de la potencia Behringer, asociado al auricular en proceso de calibración), y solicitar al participante que diera una señal de “alto” cuando se llegara a su máximo nivel de sonoridad confortable. Es decir, sin llegar a un nivel que les resulte incómodo y/o molesto como para continuar escuchando la grabación. Este nivel en el potenciómetro fue definido individualmente para cada participante y no fue modificado a lo largo de todo el experimento.

De esta forma, si bien no se conoce exactamente el nivel de presión sonora absoluto que percibe cada participante, sí se logra que la sonoridad relativa entre los audios sea fiel a la real, dado que se tomó como referencia el mayor nivel de amplitud a ser utilizado en el set de audios. Como se mencionó en la sección 2.3.2, se buscará evaluar la relación que resulte entre los niveles de sonoridad (RMS total y LUFS) y el grado de molestia percibido por los participantes. Un mayor detalle de lo que representan estas medidas de sonoridad se expone en la sección 6.8.9. Para cada uno de los audios utilizados, se obtuvieron los valores de RMS total y LUFS mediante el software Adobe Audition 23.6.0.61, los cuales se exponen en la **Tabla 5-5**.

¹³ Decibeles a escala completa (“decibels full scale”), utilizados para definir niveles de amplitud en sistemas digitales de audio.

	Descripción	RMS Total (dBFS)	Volumen ITU-R BS.1770-3 ¹⁴ (LUFS)
Sonido 1	Soplante a 50 Hz, sin la cubierta, grabado a 6 m de distancia	-12,48	-13,38
Sonido 2	Soplante a 50 Hz, con la cubierta, grabado a 6 m de distancia	-14,94	-15,94
Sonido 3	Camión diésel de 2 toneladas	-16,06	-16,5
Sonido 4	Palabra hablada en español	-20,49	-19,97
Sonido 5	Palabra hablada en español en reverso	-20,49	-19,95
Sonido 6	Aerogenerador grabado a 20 m de distancia	-11,91	-12,75
Sonido 7	Tormenta (lluvia y truenos)	-20,04	-22,52
Sonido 8	Sonidos indistinguibles (fiesta/conversación/música)	-13,69	-15,56
Sonido 9	Palabra hablada con soplante de fondo (audio 4 + audio 1)	-12,11	-12,94
Sonido 10	Camión con tormenta de fondo (audio 3 + audio 7)	-14,55	-15,74

Tabla 5-5 - RMS total y LUFS de los audios utilizados.

Habiendo definido el entorno, los participantes y los sonidos, se seleccionó la herramienta para recabar la información que proporcionarían los voluntarios: encuesta escrita de tipo cuestionario. Esta alternativa, parece razonable si se tiene en cuenta que los factores que se pretende estudiar y evaluar, son todos personales vinculados a los receptores: contenido semántico del sonido, identificación de la fuente, sensibilidad al ruido, grado de exposición al ruido, edad, género, condición de salud, estado de ánimo y horas de trabajo semanales. Por tanto, resulta clave el poder conocer de primera mano esta información, de una manera eficiente y poco invasiva. Otra opción podría haber sido a través de entrevistas personales individuales, donde la información obtenida tendría otra riqueza. Pero en dicho caso, la duración total del experimento hubiese resultado demasiado extensa, tornándose inviable.

Lo primero que se les aclaró a todos los voluntarios durante la charla previa a comenzar con el experimento, fue que el cuestionario sería completamente anónimo, de forma de proteger sus datos y promover que la información proporcionada fuera lo más sincera posible.

5.2.4.1. Elaboración del cuestionario

Como se mencionó anteriormente, el cuestionario fue elaborado con el objetivo de recabar la información necesaria para poder efectuar el análisis posterior con enfoque en los factores

¹⁴ Se refiere a la recomendación elaborada por la Unión Internacional de Telecomunicaciones, titulada “Algoritmos para medir la sonoridad de los programas radiofónicos y el nivel de cresta de audio real” (ITU, 2013).

objetivo. Por lo tanto, se decidió dividir el cuestionario en tres partes (o etapas) para simplificar el procesamiento de datos.

La denominada “Primera Etapa”, estuvo asociada a las preguntas sobre los audios de la primera tanda de reproducción, más una pregunta inicial sobre el estado de ánimo (ver **Figura 5-3**).

<u>PRIMERA ETAPA</u>										
0 - Tómese un momento para identificar y seleccionar en la siguiente tabla el estado de ánimo que mejor la/o representa en este momento:										
Ansioso	Estresado	Tenso	Molesto							
Sorprendido	Animado	Alegre	Motivado							
Malhumorado	Exhausto	Decaido	Cansado							
Calmado	Relajado	Distendido	Tranquilo							
Colóquese los auriculares, y ajústelos de manera que los sienta cómodos. Note que el auricular marcado con la <u>cinta blanca</u> es el correspondiente al <u>oído derecho</u>.										
<u>AUDIO N° 1</u>										
1- Escriba la primera palabra que le viene a la mente luego de escuchar el audio: _____										
2- ¿Con qué cree identificar o relacionar el audio?: _____										
3- Escriba tres (3) palabras con las que podría asociar el audio: _____ _____ _____										
4- ¿Qué connotación tiene el audio para usted? Positiva Neutra Negativa										
5- Indique usted en qué cuantía le molesta o perturba el audio: Absolutamente nada Ligeramente Medianamente Mucho Extremadamente.										
6- A continuación, se da una escala de opinión de cero a diez para que usted pueda expresar en qué cuantía le molesta o perturba el audio que acaba de escuchar. Por ejemplo, si usted está nada molesto por el audio debería escoger el cero (0), y si usted está extremadamente molesto debería escoger el diez (10). Indique qué número, del cero al diez, expresa mejor la cuantía en que usted está molesto o perturbado por el audio:										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Figura 5-3 - Preguntas de la Etapa 1 del cuestionario, correspondientes al Audio No.1 (análogas al resto de los audios).

Los 16 estados de ánimos incluidos en el enunciado 0 de la Primera Etapa (**Figura 5-3**), fueron seleccionados como representativos de un total de 100 que se incluyen en una tabla de emociones (llamada animómetro o medidor emocional), la cual forma parte del programa RULER, desarrollado por el Yale Center for Emotional Intelligence (YCEI, s.f.).

Por otra parte, las preguntas que se incluyeron para ser contestadas luego de los audios, están relacionadas con el contenido semántico del audio, la identificación de la fuente, la connotación y el grado de molestia que le produjo a la persona. En particular, las últimas dos preguntas (5 y 6), son versiones casi textuales de las preguntas que se proponen en la mencionada especificación técnica ISO/TS 15666:2021 para la conducción de encuestas donde se busque evaluar la molestia por ruido. Solamente se realizó un pequeño (y necesario) cambio en la redacción, de manera de no condicionar las respuestas. En las preguntas originales de la ISO/TS

15666:2021, siempre se menciona la palabra “ruido” previo a nombrar la fuente de sonido, sin embargo, para el presente estudio se optó por sustituir la palabra “ruido” por “audio”, ya que como se vio, la palabra “ruido” está naturalmente asociada a una idea negativa del sonido. Se entiende que de esta manera se evita generar una tendencia hacia valores de molestia mayores, por considerar de antemano que se trata de un ruido.

Cabe mencionar que la ICBEN definió “altamente molesto” como una respuesta que comprende tanto una de las dos categorías superiores de la escala verbal (pregunta 5 de la **Figura 5-3**), o una de las tres respuestas superiores de la escala numérica (pregunta 6 de la **Figura 5-3**), lo cual fue tenido en cuenta en la última versión de la ISO/TS 15666:2021 (Gjestland, 2023). Es decir:

- Se considera “Altamente molesto” si seleccionó:
 - “Mucho” o “Extremadamente” en la escala verbal de molestia.
 - “8”, “9” o “10” en la escala numérica de molestia.

Además, en esta última versión de la ISO/TS 15666, se detalla que los resultados de la encuesta deben ser presentados con un subíndice indicador de si el porcentaje de “altamente molestos” refiere a la escala verbal o la numérica (% HAv o % HAn, respectivamente, cuyas siglas refieren a las palabras “altamente molesto” en inglés: “highly annoyed”).

Tanto el documento de ICBEN como la especificación técnica ISO recomiendan el uso de dos preguntas estandarizadas, de manera que la molestia sea evaluada usando tanto la escala verbal como la numérica (Gjestland, 2023).

En la segunda etapa del cuestionario, se encuentran las preguntas de carácter personal, y se dividió también en tres bloques (descritos a continuación).

Segunda Etapa: preguntas personales

- Bloque N°1: datos personales generales (innominados)

Recaba datos generales (género, edad, ocupación principal, lugar de residencia) y otros relacionados con el grado habitual de exposición al ruido.

- Bloque N°2: condición auditiva

Consta de preguntas de rutina para descartar o detectar posibles patologías auditivas que puedan influir en la capacidad de audición de cada persona, y por tanto condicionar las respuestas relacionadas con la molestia.

- Bloque N°3: sensibilidad al ruido

Se trata de las 5 preguntas mostradas en la **Figura 2-6** que apuntan a evaluar el grado de sensibilidad al ruido de la persona. Estas preguntas provienen del cuestionario reducido de evaluación de la sensibilidad al ruido propuesto por Benfield et al. (2014), quienes probaron que estas 5 preguntas son consistentes frente al cuestionario original (de 21 preguntas en total) para la evaluación de la sensibilidad al ruido, desarrollado por Weinstein (1978).

Por último, se incluyeron tres consignas finales, con el objetivo de recabar información de posibles influencias del entorno sobre las respuestas, conocer el estado de ánimo de los participantes al finalizar el experimento, y un espacio libre para comentarios (**Figura 5-4**).

PREGUNTAS FINALES

1. ¿Hubo algo del entorno en el cual se realizó el experimento que la/lo desconcentró al momento de escuchar los audios y/o contestar las preguntas? SI / NO.
 - a. Si contestó SI en la pregunta anterior, indique qué fue:

2. Tómese un momento para identificar y seleccionar en la siguiente tabla el estado de ánimo que mejor la/o representa en este momento:

Ansioso	Estresado	Tenso	Molesto
Sorprendido	Animado	Alegre	Motivado
Malhumorado	Exhausto	Decaído	Cansado
Calmado	Relajado	Distendido	Tranquilo

3. Espacio libre para escribir cualquier comentario final que guste hacer:

Como forma de resumen de algunos de los factores que se incluyeron en el cuestionario para ser evaluados, se presenta la **Tabla 5-6**, en la cual, además se muestra con qué pregunta o enunciado se consulta por cada factor y qué tipo de respuesta puede darse.

Factor	Pregunta/enunciado	Tipo de respuesta
Estado de ánimo (inicial-final)	Tómese un momento para identificar y seleccionar en la siguiente tabla el estado de ánimo que mejor la/o representa en este momento:	Múltiple opción (16 posibilidades)
Edad	Edad:	Abierta de escala continua

59

Factor	Pregunta/enunciado	Tipo de respuesta
Género	Género: Mujer/Hombre/Otro	Múltiple opción (3 posibilidades)
Horas de trabajo semanales	¿Cuántas horas trabaja a la semana (aproximadamente)? Seleccione opción.	Múltiple opción (3 posibilidades)
Condición de salud	En la siguiente escala del 1 al 10 (siendo 1 = “nada saludable” y 10 = “completamente saludable”), seleccione ¿qué tan saludable se considera?	Escala categórica: 1-10
Grado de exposición al ruido	Durante una semana habitual, usted diría que pasa buena parte del tiempo (seleccione todas las opciones que entienda que aplican):	Múltiple opción (4 posibilidades) para cada uno de las tres categorías (“dentro de su hogar”, “en su lugar de trabajo”, “en lugares de ocio”)
Alergias	¿Es usted alérgico/a a algo?	Múltiple opción (2 posibilidades)
Sensibilidad al ruido	Seleccione el número correspondiente a qué tan de acuerdo o en desacuerdo está con cada una de las 5 afirmaciones siguientes. No le preste atención al cambio de orden en la escala numérica.	Escala Likert: 6-1 (“totalmente de acuerdo” a “totalmente en desacuerdo”). En la quinta pregunta se invierte el orden (1-6).
Identificación de la fuente	¿Con qué cree identificar o relacionar el audio?:	Abierta
	Escriba tres (3) palabras con las que podría asociar el audio:	Abierta
Contenido semántico del sonido	Escriba la primera palabra que le viene a la mente luego de escuchar el audio:	Abierta
	¿Qué connotación tiene el audio para usted?	Múltiple opción (3 posibilidades)

Tabla 5-6 - Resumen de factores relevantes incluidos en el cuestionario y su forma de evaluación (continuación).

Es importante destacar que existen otros factores que también fueron relevados a través del cuestionario, pero que no se incluyeron en la **Tabla 5-6**: lugar de nacimiento, máximo nivel educativo, estudios actuales, lugar de residencia, dificultades auditivas, neurocirugías, implantes cocleares, audiometría, enfermedades crónicas, consumo de medicamentos.

5.2.4.2. Secuencia de cada experimento por grupo de voluntarios

Habiendo ya comentado sobre los diferentes aspectos relacionados con el diseño del experimento, y las diferentes decisiones que se fueron tomando para poder viabilizar el mismo,

se presenta a continuación un resumen con la secuencia de acciones seguidas durante cada experimento con cada grupo de voluntarios.

- Recibimiento de los participantes en el lugar.
- Charla previa (descripción a los participantes sobre el desarrollo del experimento).
- Calibración de volumen en los auriculares de cada participante (ver apartado 5.2.4).
- Primera secuencia de reproducción/evaluación de sonidos (Etapla 1). El orden de reproducción de los diez audios de esta etapa fue definido previamente, y se mantuvo el mismo orden para esta Etapa en todos los grupos de participantes. La secuencia fue la siguiente:
 - Reproducción del audio N°1.
 - Tiempo para responder las preguntas asociadas al audio N°1.
 - Reproducción del audio N°2.
 - Tiempo para responder las preguntas asociadas al audio N°1.
 - Así sucesivamente hasta el audio N°10.
- Descanso sin auriculares, mientras se responden las preguntas de índole personal (Etapla 2).
- Segunda secuencia de reproducción/evaluación de sonidos (Etapla 3). El orden de reproducción de los diez audios de esta segunda secuencia fue definido previamente, fue distinto al de la primera secuencia (Etapa 1), y se mantuvo el mismo orden para esta Etapa en todos los grupos de participantes. La secuencia fue la siguiente:
 - Reproducción del audio N°11.
 - Tiempo para responder las preguntas asociadas al audio N°11.
 - Reproducción del audio N°12.
 - Tiempo para responder las preguntas asociadas al audio N°12.
 - Así sucesivamente hasta el audio N°20.
- Minutos finales para contestar las preguntas finales de cuestionario.
- Fin del experimento.

Nótese que los audios N°1,..., N°10 son los mismos que los audios N°11,..., N°20, pero la correspondencia no será N°1=N°11, sino que se definió un orden diferente para evitar que los participantes puedan anticipar los audios que van a escuchar. En la **Tabla 5-7** se presenta la secuencia en la cual se reprodujeron los audios durante las dos tandas de escucha del experimento (Etapa 1 y Etapa 3 del cuestionario).

Secuencia de reproducción de audios en Tanda 1 (Etapa 1 del cuestionario)		
Audio No.1	Sonido 3	Camión diésel
Audio No.2	Sonido 9	Palabra hablada + soplante sin cubierta
Audio No.3	Sonido 8	Sonidos indistinguibles (fiesta/conversación/música)
Audio No.4	Sonido 5	Palabra hablada en español en reverso
Audio No.5	Sonido 2	Soplante con cubierta
Audio No.6	Sonido 7	Tormenta
Audio No.7	Sonido 4	Palabra hablada en español
Audio No.8	Sonido 10	Camión diésel + tormenta
Audio No.9	Sonido 6	Aerogenerador
Audio No.10	Sonido 1	Soplante sin cubierta

Tabla 5-7 - Secuencia de reproducción de audios durante el experimento.

Secuencia de reproducción de audios en Tanda 2 (Etapa 3 del cuestionario)		
Audio No.11	Sonido 4	Palabra hablada en español
Audio No.12	Sonido 3	Camión diésel
Audio No.13	Sonido 9	Palabra hablada + soplante sin cubierta
Audio No.14	Sonido 6	Aerogenerador
Audio No.15	Sonido 1	Soplante sin cubierta
Audio No.16	Sonido 5	Palabra hablada en español en reverso
Audio No.17	Sonido 7	Tormenta
Audio No.18	Sonido 2	Soplante con cubierta
Audio No.19	Sonido 8	Sonidos indistinguibles (fiesta/conversación/música)
Audio No.20	Sonido 10	Camión diésel + tormenta

Tabla 5-7 – Secuencia de reproducción de audios durante el experimento (continuación).

Previo a llevar a cabo el experimento, debido a la cantidad de grupos de participantes y al tiempo disponible de uso del salón de actos para desarrollar la experiencia, se debió realizar una estimación detallada de la duración total de la misma para verificar que no haya inconvenientes (ver **Tabla 5-8**). Para la segunda sesión experimental que se realizó en el salón de posgrado, se realizó una verificación análoga.

Tiempo para recibimiento de participantes y descripción del experimento	5	min
Duración promedio de cada audio	20	s
Tiempo para responder las preguntas asociadas a cada audio	120	s
Número de audios por cada tanda de reproducción	10	
Tiempo total por tanda de reproducción (incluyendo respuestas al cuestionario)	23,3	min
Tiempo de descanso entre tandas de escucha de un mismo grupo de participantes ¹⁵	5	min
Número de tandas de reproducción para cada grupo de participantes	2	
Duración total de las etapas de reproducción de audios para cada grupo de participantes	57	min
Tiempo para responder las preguntas finales del cuestionario	3	min
Duración total del experimento para cada grupo de participantes	65	min
Cantidad de grupos de participantes	5	
Duración total del experimento	5,39	horas

Tabla 5-8 - Estimación de la duración total del experimento.

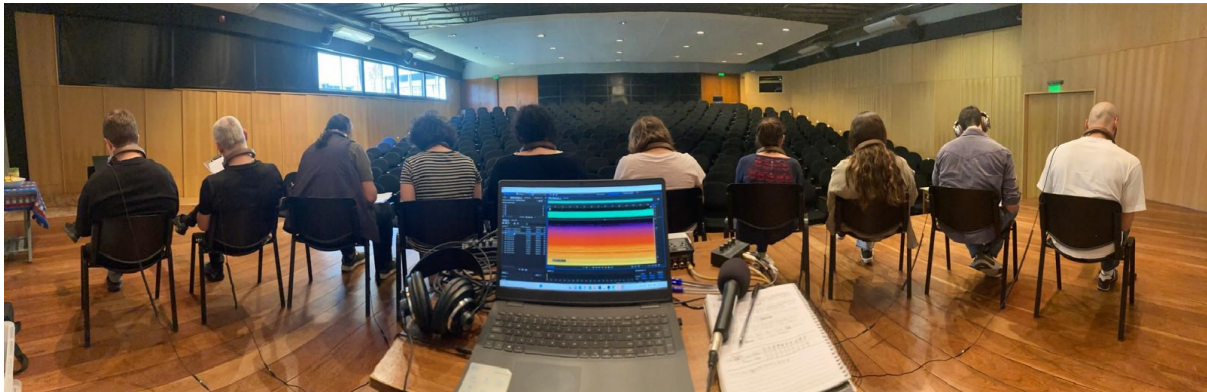
Además de las estimaciones anteriores, se debió prever un tiempo suficiente entre la finalización del experimento de cada grupo de participantes y la llegada del siguiente grupo, de forma de poder dar un comienzo correcto a cada experimento. En los hechos, esto generó que para los primeros 5 grupos de voluntarios fuera necesario destinar una jornada completa de 9 horas para la realización de la experiencia (Sesión 1). A su vez, si bien en la Sesión 1 (desarrollada en el salón de actos del Edificio Polifuncional “José Luis Massera” el día 21/10/2023) se superó el número objetivo de participantes (30), llegando a un total de 40 voluntarios, se optó por realizar una segunda sesión (Sesión 2) para contar con un margen

¹⁵ En este descanso se respondieron las preguntas de índole personal.

mayor, en el entendido de que existía la posibilidad de que ciertos participantes fueran descartados para el análisis por diferentes motivos (condición auditiva, problemas durante el experimento, etc.). Luego de la Sesión 2 desarrollada en el salón de posgrado del IMFIA el día 31/10/2023, se llegó a un total de 49 voluntarios.

5.3.Desarrollo del experimento y primeros comentarios

Como primer comentario relativo al desarrollo de las dos sesiones experimentales, se destaca que ambas transcurrieron con total normalidad y sin inconvenientes relevantes en relación al equipamiento técnico de audio, los participantes, las instalaciones y el entorno en general.



Fotografía 5-4 - Fotografía tomada durante la sesión experimental desarrollada el día 21/10/2023.



Fotografía 5-5 - Fotografía tomada durante la sesión experimental desarrollada el día 31/10/2023.

A pesar de haber sido exitosas ambas sesiones experimentales, se encontraron posibles mejoras para aplicar en futuras experiencias de este tipo, las cuales se detallan a continuación:

- En caso de dividir la muestra en grupos de voluntarios y llevar a cabo cada experimento de forma sucesiva, se sugiere prever al menos 40 minutos entre la finalización de un grupo y el comienzo del siguiente. De esta forma, se evitan posibles solapamientos, se da un margen de llegada tarde a los participantes, y se puede aprovechar el tiempo para ordenar y aprontar todos los materiales para el siguiente grupo. Si bien en el presente experimento no se produjo ningún solape entre los grupos, en algún caso sí quedó algo reducido el tiempo entre grupos para poder acomodar todos los materiales.

- Se sugiere explorar la posibilidad de eliminar los números de la escala de Likert en las preguntas de la escala de Weinstein reducida para evaluar la sensibilidad al ruido (**Figura 5-5**). En este sentido, se propone dejar los casilleros vacíos para que cada persona seleccione la casilla que por su ubicación mejor representa si se está “totalmente de acuerdo” o “totalmente en desacuerdo” con cada afirmación. De esta forma se evitaría generar cierta confusión con la escala numérica y su cambio de orden en la última afirmación, y no se modificaría la esencia ni los resultados de la encuesta, ya que la numeración es solo a los efectos de que el analista luego haga la suma del puntaje.

19- Seleccione el número correspondiente a qué tan de acuerdo o en desacuerdo está con cada una de las 5 afirmaciones siguientes. No le preste atención al cambio de orden en la escala numérica.

Soy sensible al ruido							
Totalmente de acuerdo	6	5	4	3	2	1	Totalmente en desacuerdo
Me resulta difícil relajarme en un lugar ruidoso							
Totalmente de acuerdo	6	5	4	3	2	1	Totalmente en desacuerdo
Me enoja con la gente que hace ruidos que me impiden dormir o realizar un trabajo							
Totalmente de acuerdo	6	5	4	3	2	1	Totalmente en desacuerdo
Me molesto cuando mis vecinos son ruidosos							
Totalmente de acuerdo	6	5	4	3	2	1	Totalmente en desacuerdo
Me acostumbro a la mayoría de los ruidos sin mayor dificultad							
Totalmente de acuerdo	1	2	3	4	5	6	Totalmente en desacuerdo

Figura 5-5 - Preguntas para evaluar la sensibilidad al ruido (Weinstein reducido).

- En la pregunta relacionada con el grado de exposición habitual al ruido de la persona, se sugiere modificar la redacción, haciendo énfasis en que necesariamente se debe seleccionar una opción en cada una de las secciones (a, b y c). Esto responde a que, en 5 cuestionarios, los participantes solamente contestaron una sola de estas tres secciones, asociadas al tiempo “dentro de su hogar”, “en su lugar de trabajo”, o “en lugares de ocio”. Quizás también se pueda incorporar una cuarta opción en cada una de estas secciones que diga “no aplica”, para contemplar los casos que por algún motivo no se pase tiempo en alguno de esos tres entornos. En la **Figura 5-6** se muestra un extracto de dicha parte del cuestionario.

8- Durante una semana habitual, usted diría que pasa buena parte del tiempo (seleccione todas las opciones que entienda que aplican):

a. Dentro de su hogar, en un ambiente:

Nada ruidoso | poco ruidoso | algo ruidoso | muy ruidoso

b. En su lugar de trabajo, en un ambiente:

Nada ruidoso | poco ruidoso | algo ruidoso | muy ruidoso

c. En lugares de ocio, en ambientes:

Nada ruidosos | poco ruidosos | algo ruidosos | muy ruidosos

Figura 5-6 - Preguntas para evaluar el grado habitual de exposición al ruido.

- Tal vez uno de los cambios más sustanciales que se sugiere estudiar para futuras experiencias de este tipo, es la posibilidad de que los cuestionarios sean contestados directamente en formato digital (vía PC, Tablet o similar) durante el desarrollo del experimento. Esto reduciría sustancialmente el tiempo de procesamiento de datos a posteriori y evitaría posibles errores asociados a la comprensión de la letra de los participantes en las respuestas que incluyen palabras o frases escritas.

6. Análisis de resultados

En el presente capítulo, se realizará el análisis de los resultados obtenidos a partir de los cuestionarios completados por los participantes del experimento anteriormente descrito. Dicho análisis, será de tipo descriptivo y exploratorio, poniendo foco en los diferentes factores personales de los receptores, y su relación con el grado de molestia percibido.

Como primer punto, en la **Tabla 6-1**, se resumen las características generales de la muestra completa de voluntarios participantes al sumar las dos sesiones experimentales llevadas a cabo. Vale destacar que, teniendo en cuenta que ambas sesiones tuvieron las mismas consignas, transcurriendo sin inconvenientes, utilizando exactamente el mismo equipamiento y en entornos con características asemejables, se decidió tratar la totalidad de los datos como una sola muestra.

Factor	Categorías	Cantidad	Porcentaje
Género	Hombre	22	44,9 %
	Mujer	27	55,1 %
Edad Media=37,8/Mín=22/Máx=64	Entre 20-29	13	26,5 %
	Entre 30-39	18	36,7 %
	Entre 40-49	11	22,4 %
	Entre 50-59	6	12,2 %
	60 o mayor	1	2,0 %

Tabla 6-1 - Características generales de la muestra completa.

Se puede observar que la muestra completa se compone de 49 personas, con una distribución relativamente pareja respecto al género (55,1 % M – 44,9 % H) y una edad promedio de 37,8 años. A su vez, en el **Gráfico 6-1**, se puede ver que, si bien se logró incluir individuos en cinco franjas etarias diferentes, la distribución no fue equitativa en este aspecto, siendo la franja entre 30 y 39 años la más numerosa.

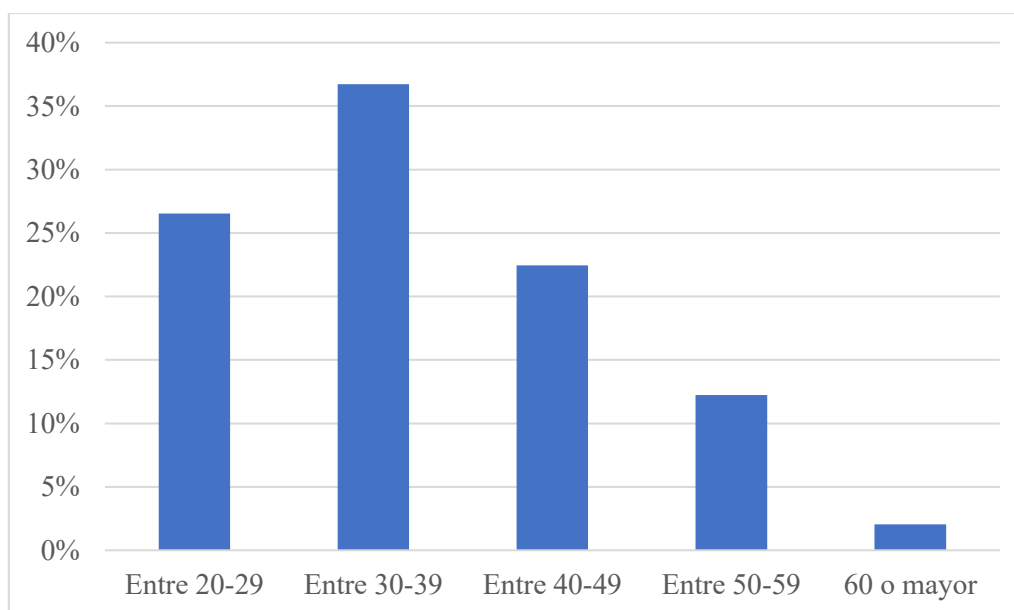


Gráfico 6-1 - Distribución en porcentaje por franjas etarias - muestra completa.

6.1.Primer tratamiento de datos – filtrado de la muestra

Como primer tratamiento de datos, se analizan las respuestas vinculadas a las consignas del cuestionario que fueron previstas para detectar posibles patologías auditivas. Con esto se pretende descartar del análisis posterior a cualquier persona que pudiera presentar una percepción auditiva condicionada. Para efectuar este filtrado, se definieron los criterios expuestos en la **Tabla 6-2**.

A – Si la persona contestó que utiliza o utilizó implantes cocleares:	Se descarta para el análisis
B – Si la persona contestó que en algún momento se le practicó una neurocirugía:	
C – Si la persona contestó que sufre alguna enfermedad crónica relacionada con el aparato auditivo o con evidencias de afectación directa sobre la percepción auditiva:	
D – Si la persona contestó “sí, muchas veces” a al menos 2 de las 3 preguntas vinculadas a dificultades para escuchar sonidos cotidianos o conversaciones, sensación de presión en los oídos, etc.:	

Tabla 6-2 - Criterios de filtrado de la muestra por capacidad auditiva.

A partir de estos criterios, se obtuvo una muestra filtrada compuesta por un total de 44 personas, ya que una persona fue descartada por tener tinnitus (criterio C), y cuatro personas fueron descartadas producto del criterio D. Por tanto, en la **Tabla 6-3**, se presentan algunas de las características de la muestra filtrada. Para la información completa ver **Anexo A**.

Factor	Categorías	Cantidad	Porcentaje
Género	Hombre	20	45,5%
	Mujer	24	54,5%
Edad Media=37,4/Mín=22/Máx=64	Entre 20-29	12	27,3%
	Entre 30-39	17	38,6%
	Entre 40-49	9	20,5%
	Entre 50-59	5	11,4%
	60 o mayor	1	2,3%
Nacionalidad	Uruguay	40	90,9%
	Otra	4	9,1%
¿Trabaja?	Sí	44	100,0%
	No	0	0,0%
Horas de trabajo a la semana	Menos de 40	24	54,5%
	Entre 40 y 60	19	43,2%
	Más de 60	1	2,3%
Máximo nivel educativo	Terc.no univ.completa	2	4,5%
	Terc.univ.incompleta	8	18,2%
	Terc.univ.completa	14	31,8%
	Posg.univ.incompleto	10	22,7%
	Posg.univ.completo	10	22,7%

Tabla 6-3 - Principales características de la muestra filtrada.

Factor	Categorías	Cantidad	Porcentaje
¿Estudia?	Si	14	31,8%
	No	30	68,2%
Ciudad de residencia	Montevideo	41	93,2%
	Otra	3	6,8%
Zona de residencia	Urbana	42	95,5%
	Suburbana	2	4,5%

Tabla 6-3 – Principales características de la muestra filtrada (continuación).

Seis de los 44 individuos de la muestra filtrada manifestaron tener alguna enfermedad crónica, entre las cuales se mencionaron: hipertensión, apnea de sueño, trasplante, hipotiroidismo, diabetes e hipertensión. Asimismo, 11 de los 44 individuos son alérgicos de algún tipo (ciertos alimentos, ácaros, cambios de temperatura, penicilina, cítricos, insectos, polvo, patos). Teniendo en cuenta que se trata de un 25 % de la muestra, en el análisis posterior, se buscarán posibles influencias de las alergias sobre la molestia percibida. Vale la pena diferenciar en este punto, la sensibilidad al ruido y la sensibilidad química múltiple. La primera ya fue definida en la sección 2.3.1.1, mientras que la segunda se refiere a una serie amplia de síntomas subjetivos (náuseas, dolores musculares, dificultades con la memoria y fatiga) que surgen luego de la exposición a bajos niveles de químicos (Das-Munshi et al., 2006). En un estudio realizado en Finlandia en el año 2012, se encontró que la sensibilidad al ruido en hombres estuvo asociada a las alergias (además de otros factores), mientras que la sensibilidad química también estuvo asociada con las alergias (además de otros factores) tanto en hombres como en mujeres (Heinonen-Guzejev et al., 2012).

Observando las principales características de la muestra filtrada (**Tabla 6-3**), se puede ver que, se trata de una muestra con una distribución relativamente pareja de hombres y mujeres, donde más de un 65 % de los individuos tiene menos de 40 años (promedio de edad 37,4 años). Asimismo, si se quisiera dar una caracterización general, se podría decir que se trata de un grupo de personas mayoritariamente uruguayas, de mediana edad, que residen en la zona urbana de Montevideo y que tienen nivel educativo terciario o superior. En base a esta descripción muy resumida y somera, se puede tener una idea general de la población que participó en la experiencia, de lo cual se desprende que no es posible decir que se trate de una muestra representativa de la población uruguaya, ni de la población montevideana.

Como último punto de esta primera sección de tratamiento de datos, en la **Tabla 6-4** se puede ver una comparación entre los objetivos buscados (mencionados en la **Tabla 5-2**) y las características reales de la muestra filtrada.

Característica	Objetivo	Real
Número total de voluntarios	> 30	44
Distribución por género	Cercano a 50 % H y 50 % M	45,5 % H – 54,5 % M
Espectro etario	Entre 18 y 60 años	Entre 22 y 64 años

Tabla 6-4 - Cumplimiento de los objetivos planteados respecto a las características de la muestra.

Se tuvo, por tanto, un buen grado de cumplimiento en los objetivos buscados en relación a la composición de la muestra final. Por lo cual, de aquí en más en el análisis, se trabajará con la muestra filtrada.

6.2.Datos faltantes

Se divide esta sección en dos partes, una relativa a las preguntas sobre los audios y otra relativa a las preguntas personales de los participantes. Las matrices completas con toda la información recabada durante el experimento se incluyen en el **Anexo A** y **Anexo B**.

6.2.1. Preguntas sobre los audios

Las respuestas a las preguntas sobre los audios que escucharon los voluntarios de la muestra filtrada, generan una matriz con un total de 7.040 datos (8 consignas x 44 participantes x 20 audios). De este total de datos, solamente quedaron sin contestarse 51 entradas, lo cual representa un 0,72 % de datos faltantes. Además, solamente en 5 respuestas no se pudo comprender la letra, lo cual representa un 0,071 % del total. En resumen, se tiene un 99.2 % de datos válidos para el análisis de resultados correspondientes a los audios, entendiéndose un porcentaje ampliamente satisfactorio.

El análisis posterior de las respuestas sobre los audios estará dividido en dos partes, la primera correspondiente a las preguntas 5 y 6 de cada audio, las cuales (como se comentó previamente) surgen de la especificación técnica ISO/TS 15666:2021 y apuntan a valorar la molestia percibida, y la segunda estará enfocada en las preguntas 1 a 4, las cuales están asociadas a la identificación de la fuente, las asociaciones personales (significado) y la connotación del sonido.

6.2.2. Preguntas personales

De forma similar, para las preguntas de carácter personal se tiene una matriz total de 1.408 entradas, de las cuales solamente el 1,07 % quedaron sin ser contestadas, y donde no hubo datos faltantes por letra incomprensible. También para este caso se entiende que el porcentaje de datos completos es satisfactorio.

En ambos casos (preguntas sobre los audios y preguntas personales), se entiende que esta alta proporción de datos completos es resultado de que los participantes comprendieron en gran medida las consignas y además contaron con tiempo suficiente para poder proporcionar las respuestas.

Se prosigue entonces con el análisis descriptivo de las respuestas relacionadas a las preguntas personales sobre el estado de ánimo, horas de trabajo semanales, condición de salud, el grado de exposición al ruido y la sensibilidad al ruido.

6.3.Estado de ánimo

En el **Gráfico 6-2** y **Gráfico 6-3**, se muestra la frecuencia de los diferentes estados de ánimo seleccionados en los cuestionarios, al inicio del experimento (0) y al finalizar el mismo (1), respectivamente. Es importante mencionar que, si bien la consigna de la pregunta sobre el estado de ánimo fue que cada participante seleccione el estado de ánimo que mejor lo representara en ese momento (teniendo 16 opciones de selección), muchas personas marcaron más de un estado de ánimo, tanto al inicio como al final. Esto último también es válido, ya que es posible que una persona considere representativos a más de un estado de ánimo en determinado momento. Por tanto, lo que se hizo para cuantificar la frecuencia de los estados (**Gráfico 6-2** y **Gráfico 6-3**), fue asignar 1 punto por persona para el estado de ánimo inicial y 1 punto por persona para el estado de ánimo final y en caso de que se haya seleccionado más de un estado de ánimo, se divide ese punto de forma equitativa entre los estados de ánimo seleccionados. Por ejemplo, si se seleccionó “Tranquilo”, “Animado” y “Distendido”, se asigna 1/3 punto a cada estado.

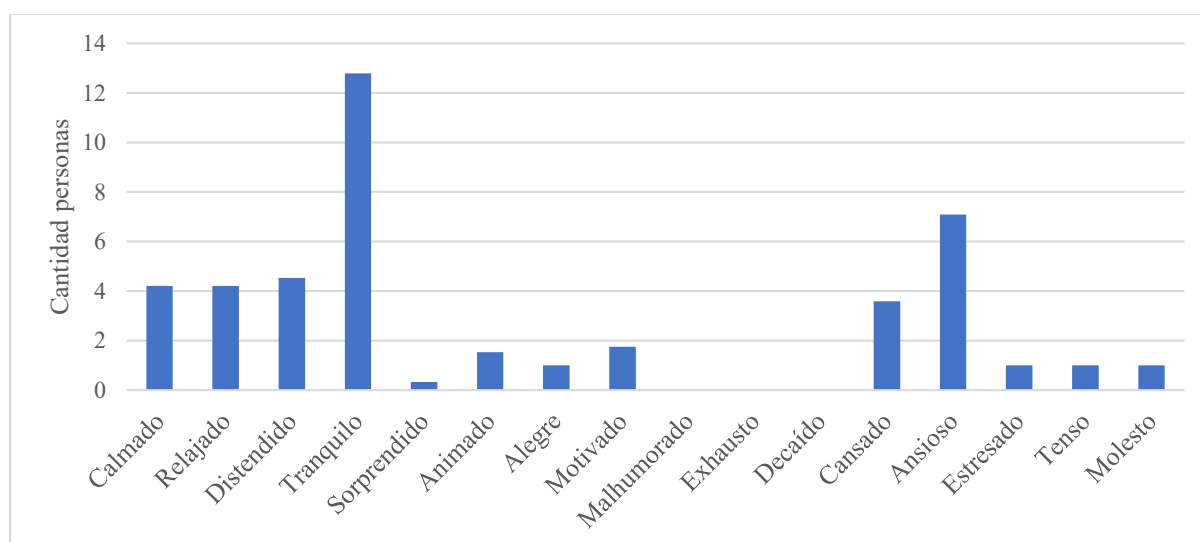


Gráfico 6-2 – Distribución estado de ánimo inicial (0).

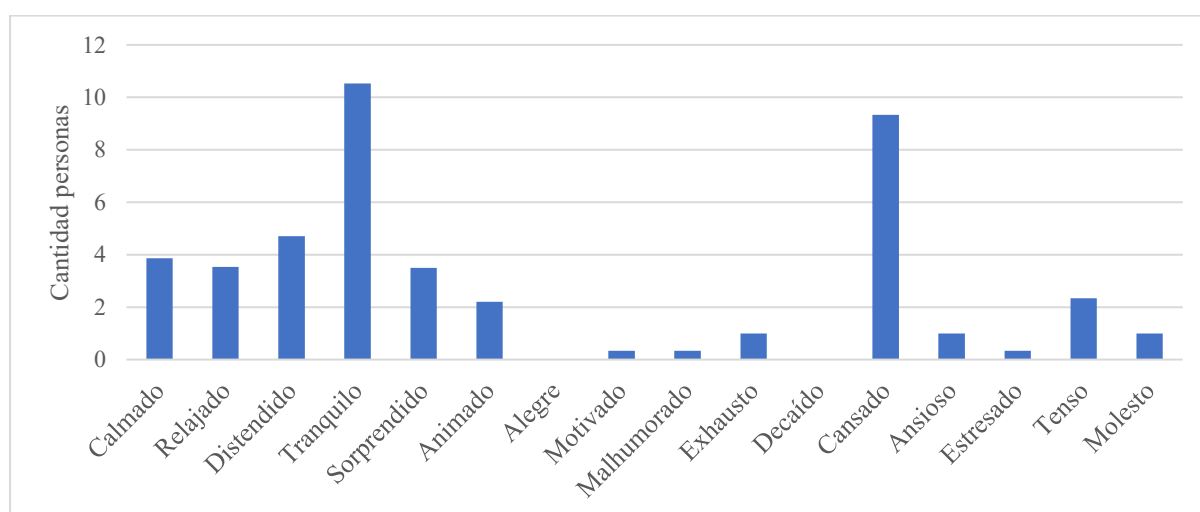


Gráfico 6-3 – Distribución estado de ánimo final (1).

En relación a los Gráficos 6-2 y 6-3, hay una primera observación clara y es el marcado aumento de personas cansadas y descenso de personas ansiosas, al finalizar el experimento. Si bien la duración total de cada sesión grupal experimental fue de aproximadamente 65 min, las características de la misma hacen que inevitablemente se produzca cansancio en los participantes. Por otra parte, también es lógico que el segundo estado de ánimo más seleccionado al inicio fuera “ansioso”, debido a la incertidumbre por parte de los voluntarios en relación al desarrollo del experimento.

Otro punto a destacar es que existió un aumento de las personas que seleccionaron “sorprendido” como el estado de ánimo que los representaba al finalizar el experimento, lo cual podría denotar que existió una diferencia entre las expectativas previas a la experiencia y lo realmente vivido en el experimento, y esto les produjo sorpresa.

Un resultado sin dudas interesante, es que no hubo un aumento de personas que eligieran “molesto” como el estado de ánimo que los representa. Al parecer, los estados de ánimo fluctuantes se canalizaron hacia el cansancio, la sorpresa y en menor medida hacia la tensión y el malhumor. Sin embargo, es destacable el hecho de que tanto al comienzo como al final del experimento, el porcentaje de selección de estados de ánimo “positivos” (colores verde y amarillo en **Gráfico 6-4** y **Gráfico 6-5**) se mantuvo similar. También se puede ver en las mencionadas figuras, cómo influye el descenso de participantes ansiosos y el aumento de participantes cansados.

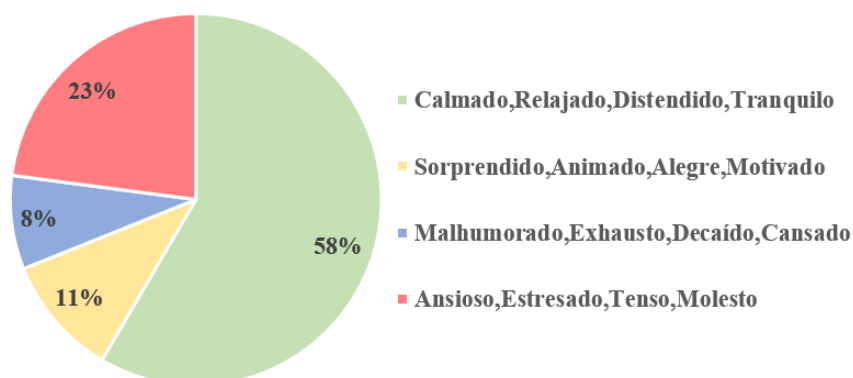


Gráfico 6-4 - Porcentajes de selección - Estado de ánimo inicial.

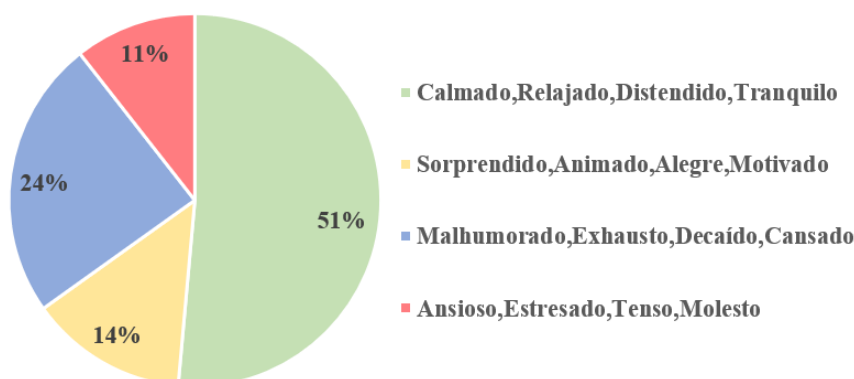


Gráfico 6-5 - Porcentajes de selección - Estado de ánimo final.

6.4. Horas de trabajo semanales

El primer dato relevante en relación a la ocupación de los participantes, es que el 100 % de ellos trabaja (**Tabla 6-5**) y a su vez, el 50 % tiene más de un trabajo (**Anexo A – Preguntas personales**). En este sentido, como se puede ver en la **Tabla 6-5**, el 55 % de los voluntarios trabaja menos de 40 horas semanales, mientras que el 45 % trabaja 40 o más horas semanales.

Opciones disponibles	Cantidad de selecciones	Porcentaje de la muestra
Menos de 40 horas	24	55 %
Entre 40 y 60 horas	19	43 %
Más de 60 horas	1	2 %

Tabla 6-5 - Resumen de respuestas - horas de trabajo semanales.

Se buscó entonces estudiar si existió alguna diferencia significativa en relación a la molestia percibida, entre los individuos que trabajan menos de 40 horas semanales y los que trabajan 40 o más horas.

6.5. Condición de salud

Una de las preguntas personales que se incluyeron en el cuestionario, fue *¿qué tan saludable se considera?*, para cuya respuesta se proporcionó una escala numérica del 1 al 10, siendo 1 = “nada saludable” y 10 = “completamente saludable”. Se trata de una autoevaluación del estado de salud general de cada persona. En el **Gráfico 6-6**, se puede ver un resumen con la distribución en porcentaje según la opción seleccionada en la mencionada escala, donde el promedio fue de 7,16 puntos.

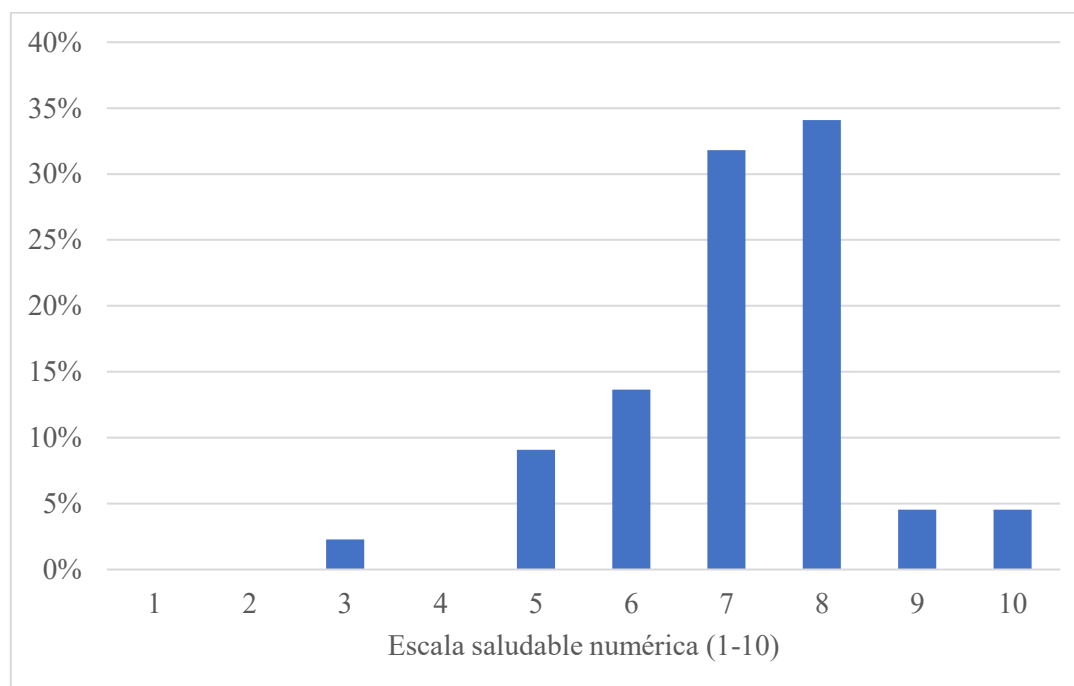


Gráfico 6-6 - Distribución en porcentaje según autoevaluación de salud.

6.6. Grado de exposición habitual al ruido

Para poder evaluar de forma cuantitativa el grado de exposición habitual al ruido de cada participante, se definieron los puntajes en base a las respuestas del cuestionario. En todos los casos, se muestra el puntaje asignado a la pregunta en caso de seleccionar dicha opción (ver **Tabla 6-6**).

Secciones para la consigna “Durante una semana habitual, usted diría que pasa buena parte del tiempo (seleccione todas las opciones que entienda que aplican):”	Opciones disponibles	Puntaje asignado
Dentro de su hogar, en un ambiente:	Nada ruidoso	1 pt
	Poco ruidoso	2 pts
	Algo ruidoso	3 pts
	Muy ruidoso	4 pts
En su lugar de trabajo, en un ambiente:	Nada ruidoso	1 pt
	Poco ruidoso	2 pts
	Algo ruidoso	3 pts
	Muy ruidoso	4 pts
En lugares de ocio, en ambientes:	Nada ruidosos	0,5 pts
	Poco ruidosos	1 pt
	Algo ruidosos	1,5 pts
	Muy ruidosos	2 pts

Tabla 6-6 - Puntajes para cuantificación del grado de exposición habitual al ruido.

Para la confección de los puntajes mostrados en la **Tabla 6-6**, se tuvo en cuenta el hecho de que en general, durante la mayor parte de las horas del día, las personas se encuentran en su hogar o en sus lugares de trabajo. Por tanto, los puntajes asignados para los lugares de ocio, son menores. A partir de esto, a cada individuo se le asignó un puntaje total asociado a su exposición habitual al ruido, el cual puede variar entre 2,5 puntos y 10 puntos, siendo este último puntaje el asociado al mayor grado de exposición al ruido. En la **Tabla 6-7**, se muestran ciertos parámetros estadísticos relacionados con los resultados obtenidos, mientras que en el **Gráfico 6-7**, se muestra un gráfico de dispersión con los puntajes para cada uno de los 44 individuos.

Parámetro estadístico	Valor
Mínimo	3,0
Máximo	9,0
Media	5,8
Desviación estándar	1,4

Tabla 6-7 – Parámetros estadísticos de la muestra – grado de exposición habitual al ruido.

Vale destacar que todos los test de hipótesis mencionados a lo largo del presente capítulo, fueron efectuados mediante el software RStudio y los scripts correspondientes se muestran en el **Anexo E**.

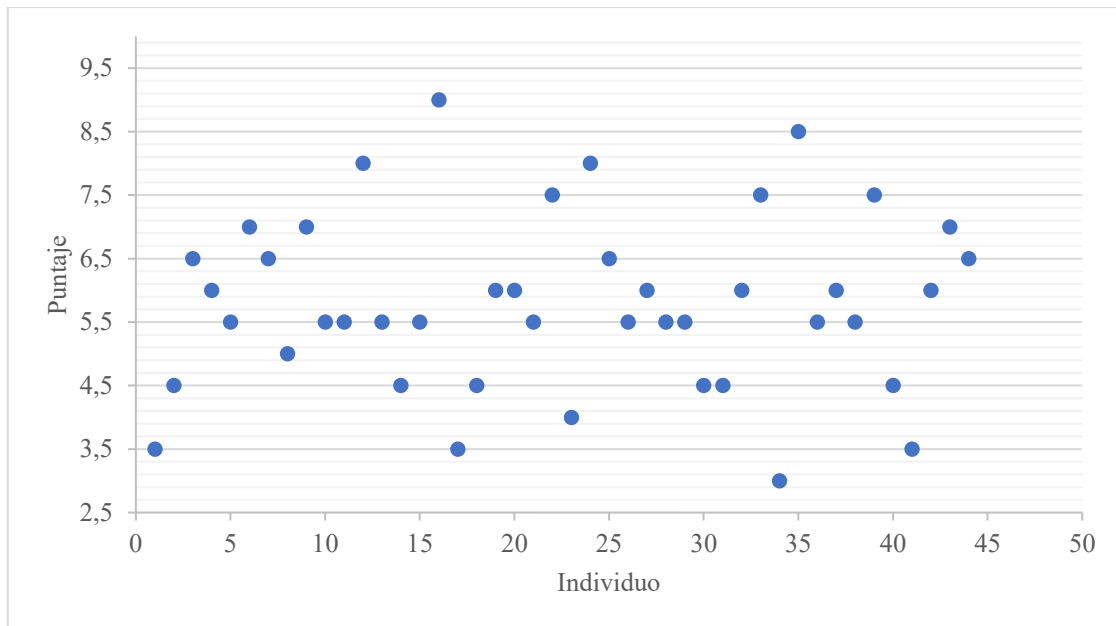


Gráfico 6-7 - Puntajes del grado de exposición habitual al ruido.

Para mejor visualización de la distribución de respuestas, se generó el **Gráfico 6-8**, donde se puede observar una aparente distribución normal. Para verificar esta última hipótesis, se aplica el test de normalidad de Shapiro-Wilk, el cual es adecuado para muestras pequeñas (< 50 observaciones [Mishra et al., 2019]). Para hacer esto, en el software RStudio se utiliza la función “shapiro.test” aplicada al set de puntajes obtenidos sobre el grado de exposición habitual al ruido (el script se presenta en el Anexo D). Hecho esto, se obtiene un $p\text{-valor} = 0,3742$ ($> 0,05$ – nivel de significancia adoptado), con lo cual, no se rechaza la hipótesis nula, verificándose la distribución normal.

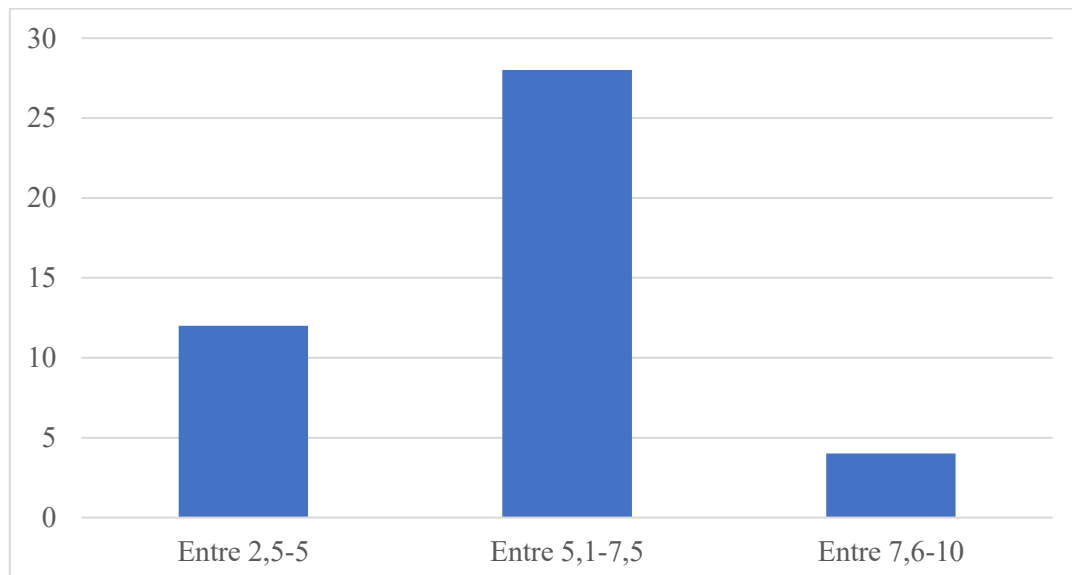


Gráfico 6-8 - Cantidad de individuos según puntaje del grado de exposición habitual al ruido.

Cabe mencionar que en los casos en que el participante no respondió alguna de las tres consignas (dentro de su hogar, en su lugar de trabajo, en lugares de ocio), se le asignó el puntaje mínimo, en el entendido de que no significa que no pasa parte de su día en esa situación, sino

que olvidó completar la respuesta, quizás porque la consigna no fue clara al respecto de que se debía contestar en las tres situaciones.

6.7.Sensibilidad al ruido

En lo que refiere a la sensibilidad al ruido, evaluada mediante el cuestionario reducido de Weinstein (**Figura 2-6**), teniendo en cuenta que el puntaje mínimo posible es 5 (asociado a una sensibilidad al ruido mínima) y el máximo posible es 30 (asociado a la máxima sensibilidad al ruido), se muestra en la **Tabla 6-8**, un resumen de los estadísticos más relevantes en relación a los puntajes obtenidos.

Parámetro estadístico	Valor
Puntaje mínimo obtenido (mínimo posible)	11 (5)
Puntaje máximo obtenido (máximo posible)	28 (30)
Media de la muestra	22
Mediana de la muestra	23
Desviación estándar de la muestra	4.6

Tabla 6-8 – Parámetros estadísticos - Resultados sensibilidad al ruido (Weinstein reducido).

Al igual que para el grado de exposición habitual al ruido, se grafica la distribución de los puntajes obtenidos para la sensibilidad al ruido (**Gráfico 6-9**). En este caso, no parece seguir una distribución normal. Para verificar esta hipótesis, se realiza el test de Shapiro-Wilk en RStudio, del cual se obtiene un p-valor = 0,0091 ($< 0,05$ – nivel de significancia adoptado), con lo cual, se rechaza la hipótesis nula de distribución normal.

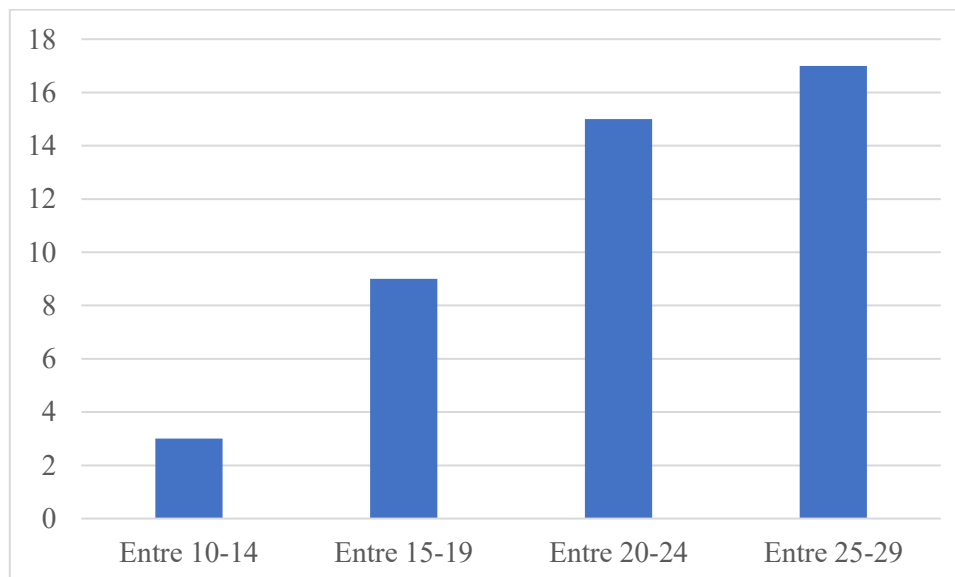


Gráfico 6-9 - Cantidad de individuos según puntaje de la sensibilidad al ruido.

Para clasificar a los individuos según su sensibilidad al ruido, existen diferentes métodos, algunos de los cuales se basan en dividir la muestra en fracciones dependiendo del puntaje obtenido en el cuestionario de Weinstein (Park et al., 2018; Schütte et al., 2007), mientras que otros desarrollados más recientemente, realizan la división vinculando el cuestionario de Weinstein con la molestia percibida frente a un sonido de referencia (Di et al., 2021). Para el presente estudio, se decidió seleccionar el criterio presentado en el trabajo de Park et al. (2018),

incorporando una modificación descrita a continuación. En el mencionado artículo, los autores dividen la muestra en dos grupos (alta y baja sensibilidad), a partir de la mediana de los resultados, donde los que obtuvieron un puntaje menor a la mediana son clasificados como de baja sensibilidad y quienes obtuvieron un puntaje mayor a la mediana son clasificados como de alta sensibilidad al ruido. Dado que en Park et al. (2018) no se menciona cómo se clasifica en caso de que el puntaje sea igual a la mediana, para el presente trabajo se optó por clasificar a dichos individuos en el grupo de alta sensibilidad. Esta decisión se basó en que, para la muestra filtrada en estudio, la mediana resultó mayor a la media. A esta metodología se la denominó: Park et al. (2018) “modificado”.

Es así que la muestra quedó dividida en un grupo de 24 personas de alta sensibilidad al ruido, y un grupo de 20 personas de baja sensibilidad al ruido (**Tabla 6-9**).

Criterio de corte	No. de individuos	% de la muestra	Clasificación
$\geq$ mediana (23pts)	24	55 %	Alta sensibilidad
$<$ mediana (23pts)	20	45 %	Baja sensibilidad

Tabla 6-9 - Clasificación según sensibilidad – Park et al. (2018) “modificado”.

Cabe recalcar que, según el criterio adoptado, resultaron clasificados como individuos de alta sensibilidad quienes obtuvieron el 40 % más alto de los puntajes en el cuestionario de Weinstein reducido. En el trabajo original de Weinstein (1978), se consideró como individuos sensibles a quienes obtuvieron el 30 % más alto de los puntajes en el cuestionario completo (dentro del grupo de individuos estudiado).

Si se profundiza en los puntajes de sensibilidad al ruido, ahora diferenciando entre hombres y mujeres, se obtienen los parámetros estadísticos mostrados en la **Tabla 6-10**.

Parámetro estadístico	Mujeres	Hombres
Media	22,8	21,0
Mediana	22	23
Mínimo	18	11
Máximo	28	27

Tabla 6-10 - Parámetros estadísticos - sensibilidad al ruido (mujeres-hombres).

Observando la **Tabla 6-10**, se puede ver que, si bien el promedio de sensibilidad al ruido en las mujeres fue superior al de los hombres, la mediana de los hombres fue superior a la de las mujeres. Además, existió una gran diferencia en el puntaje mínimo obtenido, mientras que el máximo fue apenas superior en las mujeres. Esto significa que, los puntajes en las mujeres se situaron en una franja de 10 puntos (entre 18 y 28 puntos), mientras que los puntajes de los hombres se situaron en una franja de 16 puntos (entre 11 y 27 puntos). Esto se puede visualizar en los boxplots del **Gráfico 6-10**.

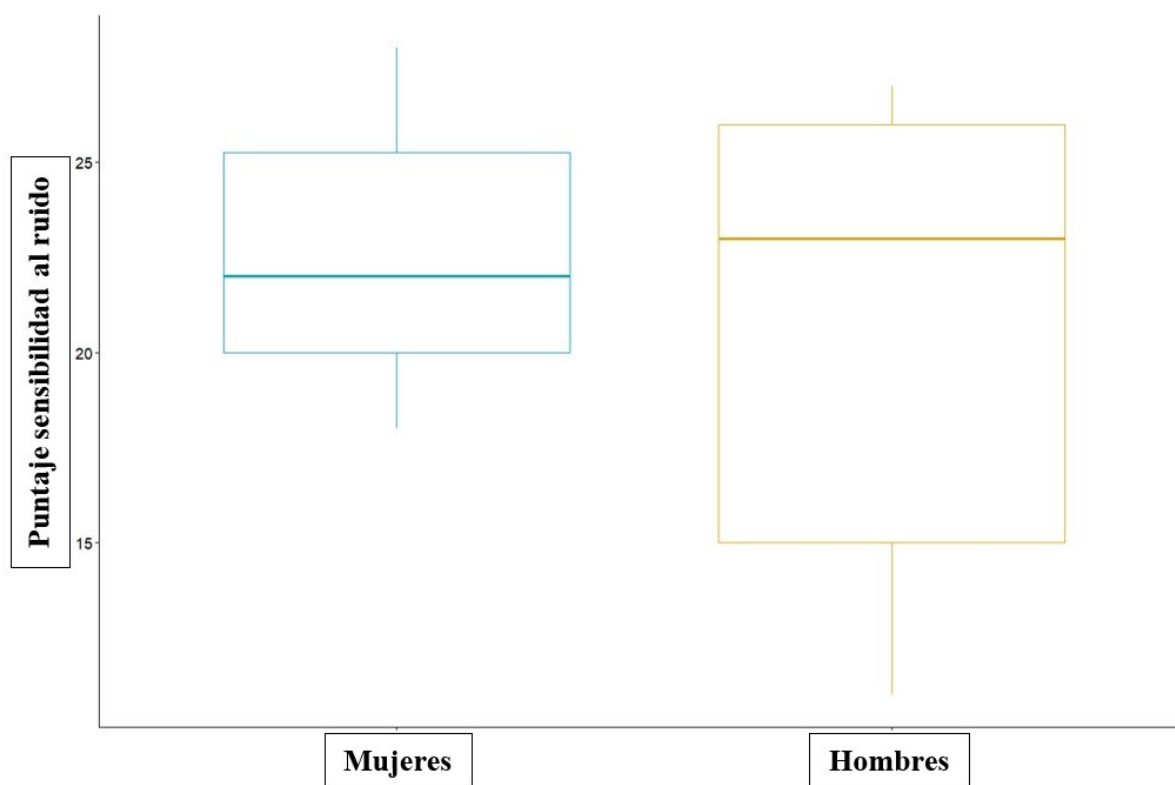


Gráfico 6-10 - Boxplots sensibilidad al ruido (Mujeres-Hombres).

Al darse estas diferencias, se propuso estudiar si es posible decir que las distribuciones de las muestras separadas por género hayan sido diferentes. Para esto, primero se realizó el test de Shapiro-Wilk para las dos muestras (puntaje sensibilidad mujeres – puntaje sensibilidad hombres), de lo cual se obtuvo que ninguna sigue una distribución normal ($p\text{-valor}_{\text{mujsens}} = 0,0246$ y $p\text{-valor}_{\text{homsens}} = 0,0045$). Por tanto, se buscó aplicar el test no paramétrico de Mann-Whitney-Wilcoxon (MWW), el cual no asume que las muestras siguen una distribución normal y se utiliza para contrastar si dos muestras presentan la misma distribución (medianas iguales). Previo a la aplicación del test MWW, se debe verificar:

- Muestras independientes: lo cual se verifica al estar comparando puntajes de sensibilidad entre los hombres y las mujeres participantes del experimento.
- Igualdad de varianzas: para lo cual se optó por utilizar el test de Fligner-Killeen, de donde se obtuvo un $p\text{-valor} = 0,1096$ ($> 0,05$ – nivel de significancia adoptado). Es decir, no hay evidencias en contra de la igualdad de varianzas.

Además, para poder reportar el resultado del test MWW como diferencia (o no) entre las medianas de las muestras, es necesario que la forma de la distribución de las muestras sea similar. Observando el **Gráfico 6-11**, es posible aceptar (con cierta precaución) que las formas de las distribuciones son similares.

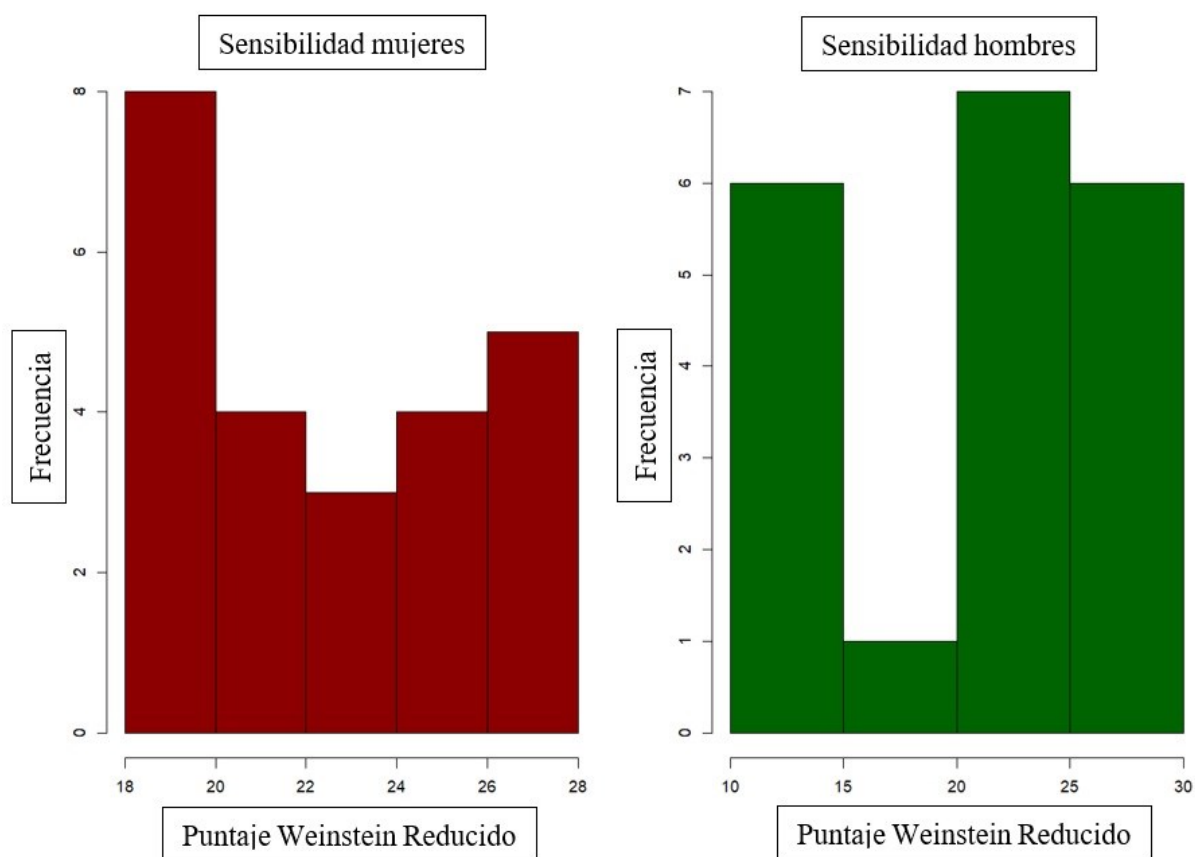


Gráfico 6-11 - Histogramas de sensibilidad al ruido (Mujeres-Hombres).

Aplicando ahora sí, el test MWW, se obtuvo un $p\text{-valor} = 0,4633 (> 0,05)$, por lo cual, no existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula de igualdad de distribuciones. Este resultado no significa que no hayan existido diferencias entre hombres y mujeres en relación a la sensibilidad al ruido, sino que, respecto a sus distribuciones, no es posible decir que hayan existido diferencias.

Teniendo en cuenta el trabajo de González et al. (2015), en el cual se presentan datos sobre sensibilidad al ruido, obtenidos a partir de encuestas realizadas en una zona céntrica de la ciudad de Montevideo, se decidió efectuar una comparación con dichos datos. Cabe resaltar que, para el mencionado trabajo, la clasificación según sensibilidad fue autoevaluada, es decir, se le preguntaba a la persona si se consideraba sensible al ruido o no y las opciones de respuesta fueron “Sensible”, “Más o menos”, “No sensible”. Por tanto, para poder generar una escala de comparación similar, en este caso se decidió aplicar el criterio de Schütte et al. (2007), ya que el mismo permite dividir la muestra en tres franjas “baja sensibilidad” (correspondiente al percentil 25 a partir del puntaje de sensibilidad), “intermedia” (correspondiente a los individuos por fuera de los percentiles 25 y 75) y “alta sensibilidad” (correspondiente al percentil 75).

En el **Gráfico 6-12**, se puede ver en la gráfica de la izquierda, los resultados obtenidos para el presente trabajo, a partir de la aplicación del criterio de Schütte et al. (2007) a los resultados del cuestionario sobre sensibilidad al ruido. En la gráfica de la derecha del mencionado gráfico, se presentan los resultados expuestos en González et al. (2015). Al comparar los mismos, se ve una similitud importante en relación a los hombres, donde las tres franjas obtuvieron

porcentajes similares, con un descenso en las franjas de mayor sensibilidad. Por otra parte, al observar los gráficos de las mujeres, si bien se obtuvo en ambos casos una tendencia hacia la sensibilidad media y alta, para el presente trabajo, el mayor porcentaje estuvo en la franja de sensibilidad media y no en la alta. Estas diferencias podrían estar asociadas al método de evaluación de la sensibilidad, para lo cual se propone a futuro comparar estas dos metodologías (autoevaluada vs. cuestionario Weinstein reducido).

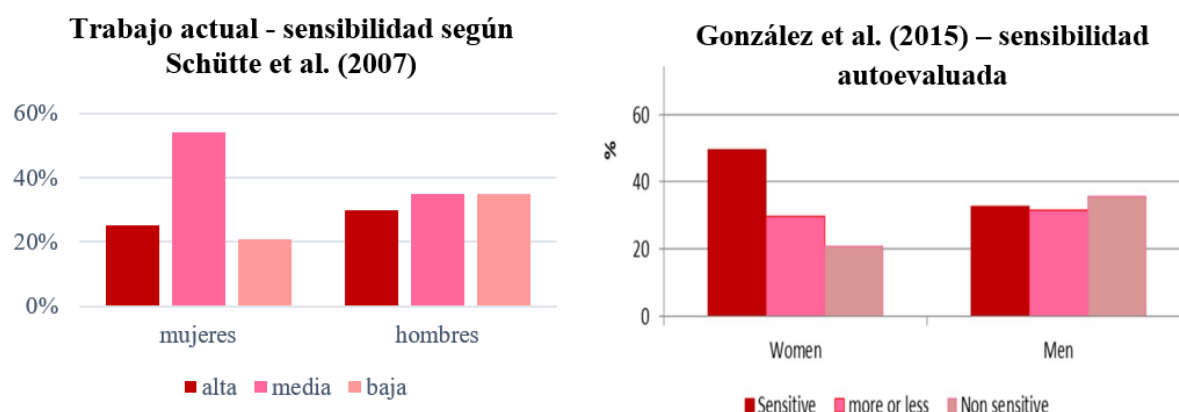


Gráfico 6-12 - Comparación sensibilidad al ruido según género (estudio actual con criterio Schütte et al. 2007 vs. González et al. 2015).

Continuando con el análisis de la sensibilidad al ruido, se estudia ahora la diferenciación entre hombres y mujeres según su franja etaria. Para esto, también se cuenta con resultados obtenidos del mencionado trabajo de González et al. (2015), sin embargo, dado que en el presente trabajo se contó con una mayoría de participantes en las franjas etarias bajas y medias, solamente se realizará la comparación en la franja “menor o igual a 35 años”. El resto de las franjas etarias cuentan con 10 participantes o menos cada una, por lo cual no se consideran en la comparación.

Al comparar la franja etaria de 35 años o menos (círculos azules en **Gráfico 6-13** vs. **Gráfico 6-14**), nuevamente se observa una diferencia en la franja de sensibilidad media, sin embargo, las franjas de alta y baja sensibilidad resultaron sumamente similares. La tendencia que se ve en ambos estudios es una mayor proporción de mujeres sensibles y una menor proporción de hombres sensibles.

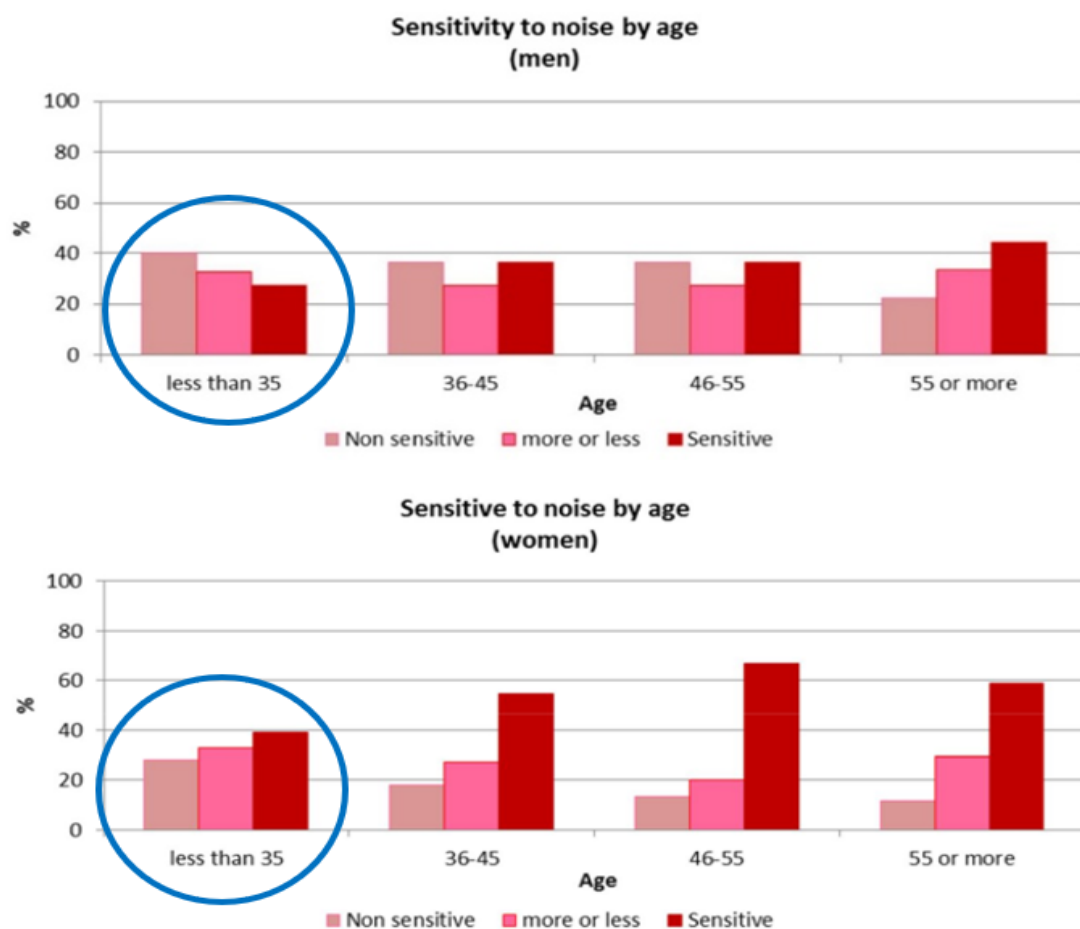


Gráfico 6-13 - Sensibilidad al ruido por franjas etarias y género (adaptado de González et al 2015).

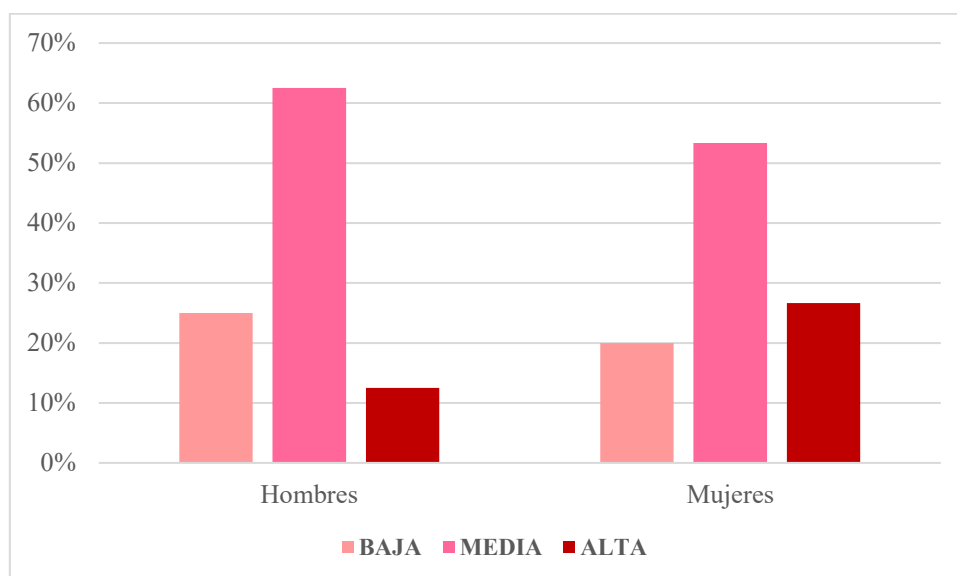


Gráfico 6-14 - Sensibilidad al ruido por género – franja etaria: 35 años o menos (estudio actual).

Ahora bien, si se compara el promedio del puntaje asociado al grado de exposición al ruido para las personas de baja sensibilidad frente a las personas de alta sensibilidad, se puede observar una diferencia cercana al 9 % a favor de las personas altamente sensibles (**Tabla 6-11**).

Baja sensibilidad		Alta sensibilidad	
Suma Weinstein	Exposición al ruido	Suma Weinstein	Exposición al ruido
19	3,5	26	4,5
15	6,5	23	6
20	6,5	26	5,5
21	5,5	27	7
21	8	26	5
13	3,5	25	7
19	4,5	27	5,5
15	6	23	5,5
11	6	23	4,5
20	5,5	24	5,5
12	5,5	28	9
19	4,5	25	7,5
21	6	28	4
21	3	26	8
21	6	25	6,5
20	5,5	27	6
16	7,5	27	5,5
19	3,5	24	5,5
18	7	26	4,5
15	6,5	25	7,5
Promedio	5,53	23	8,5
		25	5,5
		28	4,5
		24	6
		Promedio	6,02

Tabla 6-11 - Comparación sensibilidad al ruido y grado de exposición habitual al ruido.

Por tanto, se profundiza para conocer si es posible decir que existe realmente una diferencia en los promedios o no. Al aplicar el test de Shapiro-Wilk se verifica la normalidad de ambas muestras (p-valor exp.ruido-baja sens.= 0,299 y p-valor exp.ruido-alta sens.=0,108). Se aplica luego el test Fligner-Killeen, de donde no se obtuvieron evidencias en contra de la igualdad de las varianzas (p-valor = 0,8104). Por tanto, se aplica la prueba t-student (también en RStudio) para verificar si existe una diferencia entre los promedios de las muestras. De este análisis de obtuvo un p-valor = 0,2393, con lo cual, no es posible afirmar que las muestras difieran en sus promedios. Esto va en la línea de lo expresado por Ellermeier et al. (2001) y Miedema y Vos (2003), quienes han demostrado que la sensibilidad al ruido está incorrelacionada con la exposición al ruido.

Por último, en base al puntaje del cuestionario de Weinstein reducido incluido en el experimento, se obtuvo un puntaje promedio de sensibilidad al ruido para los participantes alérgicos de 25,3 puntos, mientras que para los individuos no alérgicos el promedio fue de 21,2 puntos. Se buscará profundizar en este resultado con las herramientas de análisis multivariado.

6.8.Molestia percibida

En esta sección se analizan los resultados vinculados a las respuestas de los voluntarios en relación a las tres últimas preguntas sobre cada audio del cuestionario, las cuales buscan evaluar la connotación del audio y el grado de molestia percibido por cada participante (preguntas 4, 5 y 6 del cuestionario, ver **Anexo C – Cuestionario utilizado en el experimento**). De aquí en más, cuando se haga mención a estas preguntas, no se hará referencia al mencionado Anexo C para no sobrecargar la escritura.

Teniendo en cuenta las características del cuestionario y del experimento en general, el análisis será realizado desde dos grandes puntos de vista: evaluando los sonidos y evaluando a los individuos. Es decir, es posible, por un lado, estudiar el conjunto de las respuestas de los 44 participantes para cada sonido (y para cada tanda) y luego comparar sonidos, y por otro lado, ver el conjunto de las respuestas sobre los 10 sonidos (por tanda) para cada uno de los 44 participantes, y comparar individuos.

Como primer paso, se comenzará presentando una conversión de escalas que se debe efectuar si se pretende realizar una comparación entre las respuestas de la escala numérica de molestia (pregunta 6) y las respuestas de la escala verbal de molestia (pregunta 5).

6.8.1. Conversión de escalas

De manera de poder comparar en una misma base numérica las respuestas asociadas a la escala numérica de molestia de 11 puntos, con la escala verbal de molestia de 5 puntos, se efectúa la conversión de escalas mostrada en la **Tabla 6-12** y la **Tabla 6-13**, a partir de la metodología propuesta por Brink et al. (2016).

Etiqueta	“0”	“1”	“2”	“3”	“4”	“5”	“6”	“7”	“8”	“9”	“10”
Valor numérico	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Punto discreto	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

Tabla 6-12 - Escala numérica de 11 puntos y sus valores numéricos en escala de 0 - 100 (adaptado de Brink et al. 2016).

Etiqueta	“Absolutamente nada”	“Ligeramente”	“Medianamente”	“Mucho”	“Extremadamente”
Valor numérico	0	1	2	3	4
Punto discreto	0	25	50	75	100

Tabla 6-13 - Escala verbal de 5 puntos y sus valores numéricos en escala de 0 - 100 (adaptado de Brink et al. 2016).

Es importante destacar que no es necesariamente obvio que, quienes respondan al cuestionario, asuman que las etiquetas de la escala verbal están equidistantes, ni que los extremos de ambas escalas representan el mismo grado de molestia (Brink et al., 2016). Sin embargo, dado que a priori no existe una única manera de realizar esta conversión, se decide aplicar la mencionada conversión, en el entendido que resulta intuitiva y de sencilla aplicación.

Como resultado de la aplicación de la conversión de escalas, los resultados de las preguntas 5 y 6, pueden ser expresados en una escala numérica del 0 al 100 y ser comparables. De aquí en adelante, cuando se mencionen los puntajes de las escalas numérica y verbal, siempre se estará hablando de los puntajes numéricos entre 0 y 100.

6.8.2. Escala numérica de molestia (Pregunta 6)

Como primera comparación general, para cada audio y para cada tanda, se grafican los puntajes promedio obtenidos a partir de los resultados de la pregunta 6 (asociada a la escala numérica de molestia de la especificación técnica ISO/TS 15666:2021).

En el **Gráfico 6-15**, se puede observar que, para cada audio, existió una diferencia entre el promedio de la Tanda 1 y la Tanda 2, y esta diferencia, fue variable según el audio. Se entiende que estas diferencias, reflejan un promedio de cambios individuales, los cuales tienen aparejado el cansancio del experimento (como se vio en el estado de ánimo), la repetición de los sonidos y su posible acostumbramiento (entre otros factores).

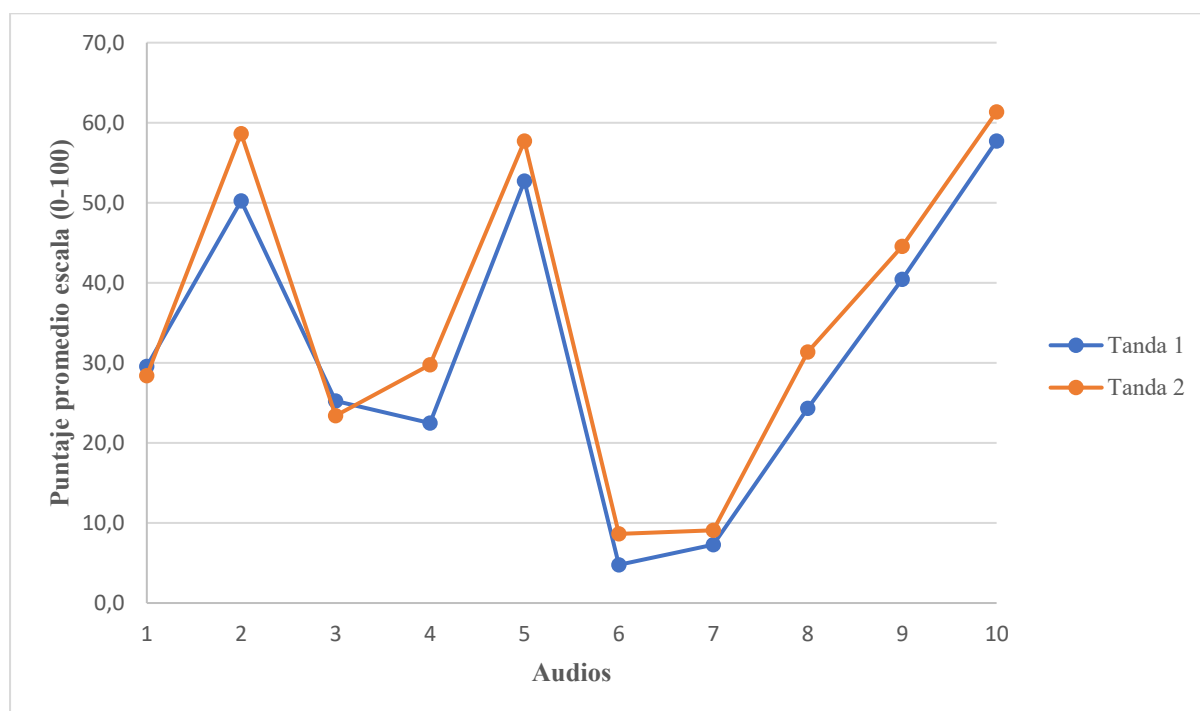


Gráfico 6-15 - Puntaje promedio de molestia para los 10 audios según escala numérica (0-100).

Una primera observación a partir del **Gráfico 6-15**, es que ocho de los diez audios tuvieron un promedio mayor en la Tanda 2 que en la Tanda 1, es decir, el grado de molestia según la escala numérica (en promedio), fue mayor en la Tanda 2 que en la Tanda 1. Los únicos dos casos que presentaron un descenso (leve) en el grado de molestia promedio, fueron el camión diésel y los sonidos indistinguibles. Esto quizás pueda estar relacionado al hecho de que son sonidos habituales en el ámbito urbano, y pueda haber existido un mayor grado de acostumbramiento. Se buscará más adelante, poder tener indicios sobre esto a partir de las respuestas a las preguntas 1, 2 y 3 del cuestionario (ver **Anexo C – Cuestionario utilizado en el experimento**), sobre las asociaciones de cada sonido.

Si bien las diferencias entre tandas para cada audio son apreciables, al efectuar el ranking jerárquico (posición 1: más molesto, posición 10: menos molesto) de molestia numérica entre los diez audios en ambas tandas, se observan resultados sumamente parecidos (ver **Tabla 6-14**). Esto demuestra que, si bien existió una variación entre las tandas, los resultados de ambas fueron consistentes de forma relativa entre los audios.

	Pregunta 6 (ISO/TS 15666:2021 numérica en escala 0-100)					
	Audio	Puntaje promedio	Ranking Tanda 1	Audio	Puntaje promedio	Ranking Tanda 2
Camión diésel	AUDIO No.1	29,5	5	AUDIO No.12	28,4	7
Palabra hablada + soplante sin cubierta	AUDIO No.2	50,2	3	AUDIO No.13	58,6	2
Sonidos indistinguibles (fiesta/conversación/música)	AUDIO No.3	25,2	6	AUDIO No.19	23,4	8
Palabra hablada en español en reverso	AUDIO No.4	22,5	8	AUDIO No.16	29,8	6
Soplante con cubierta	AUDIO No.5	52,7	2	AUDIO No.18	57,7	3
Tormenta	AUDIO No.6	4,8	10	AUDIO No.17	8,6	10
Palabra hablada en español	AUDIO No.7	7,3	9	AUDIO No.11	9,1	9
Camión diésel + tormenta	AUDIO No.8	24,3	7	AUDIO No.20	31,4	5
Aerogenerador	AUDIO No.9	40,5	4	AUDIO No.14	44,5	4
Soplante sin cubierta	AUDIO No.10	57,7	1	AUDIO No.15	61,4	1

Tabla 6-14 – Puntajes promedio Pregunta 6 para los 10 audios en escala 0 - 100 y ranking de molestia.

Si a su vez se construye un ranking general promedio entre las dos tandas (ver **Tabla 6-15**), parece existir cierta lógica en el resultado, en particular si se tiene en cuenta que, a priori, era esperable que tanto la tormenta como la palabra hablada (considerando a su vez el contenido del discurso) no resultaran especialmente molestos. Además, subiendo en el ranking, les siguen un grupo de cuatro sonidos que sí era esperable que generen cierta molestia, principalmente debido a que en dos casos existe dificultad para decodificar o entender el mensaje (sonidos indistinguibles, palabra hablada en reverso), y en los otros dos casos (camión diésel más la tormenta y el camión diésel solo) se tiene una fuente sonora asociada al tránsito vehicular, la cual es sabido que puede generar molestia. Finalmente, le siguen los audios que contenían a los soplantes (con y sin cubierta protectora) y al aerogenerador, los cuales, estando asociados con maquinaria y elementos mecánicos, era esperable que pudieran generar el mayor grado de molestia.

Los resultados del ranking parecen estar alineados con lo planteado por Domingo (2014), quien menciona que los sonidos de origen natural suelen resultar más aceptables, mientras que el ruido más molesto suele ser el producido por elementos mecánicos.

Sonido	Puntaje Promedio	
Soplante sin cubierta	59,5	Más molesto  Menos molesto
Soplante con cubierta	55,2	
Palabra hablada + soplante sin cubierta	54,4	
Aerogenerador	42,5	
Camión diésel	29,0	
Camión diésel + tormenta	27,8	
Palabra hablada en español en reverso	26,1	
Sonidos indistinguibles (fiesta/conversación/música)	24,3	
Palabra hablada en español	8,2	
Tormenta	6,7	

Tabla 6-15 - Ranking de sonidos según puntaje promedio de molestia (escala numérica).

Otra observación importante a partir de la **Tabla 6-15** es que, en los dos audios en los cuales se superpusieron dos fuentes sonoras (palabra + soplante y camión + tormenta), el puntaje promedio de molestia estuvo gobernado por la fuente generadora de mayor molestia (soplante y camión respectivamente). Es decir, si bien existió un menor grado de molestia para la superposición de sonidos (reflejando cierta atenuación), predominó la fuente más molesta.

Un detalle interesante (y más que relevante en lo que refiere a las PTARs), es que, si bien tanto el soplante sin cubierta como el soplante con cubierta fueron los sonidos más molestos, se observa una diferencia entre tener o no la cubierta puesta, donde el soplante con cubierta fue menos molesto.

Siguiendo con el análisis, en la **Tabla 6-16**, se presenta la diferencia (expresada en porcentaje) entre los puntajes promedio de molestia de las dos tandas, para cada sonido. Allí se puede observar cómo los sonidos que presentaron un mayor aumento en la molestia numérica promedio entre tandas, fueron la tormenta (81 % de aumento), la palabra hablada en reverso (32,3 % de aumento), el camión diésel + tormenta (29 % de aumento) y la palabra hablada (25 % de aumento). Este resultado resulta sumamente interesante, ya que dos de estos audios incluyen a la palabra hablada, y en los otros dos se incluye a la tormenta. Esto podría tener una explicación en el hecho de que, al escuchar una voz, las personas tienden a intentar decodificar y entender el mensaje que se está queriendo transmitir, con lo cual, quizás se vio incrementada la molestia en la Tanda 2, producto de la repetición de esta interferencia o incapacidad de comprender el mensaje. Esto es posible relacionarlo con lo expresado en **2.3.1.2** cuando se citó a Miyara et al. (2014), en cuanto a que aun cuando el audio en reverso no contenga un mensaje claro, el tener ciertos rasgos comparables a los de sonidos con contenido semántico, podría activar mecanismos cognitivos o intelectuales tendientes a intentar decodificar o interpretar esos sonidos (en busca de un presunto mensaje o significado). Para el caso de la tormenta, se podría interpretar como que lo que en la Tanda 1 fue tolerable, pero en la Tanda 2 ya no lo fue tanto, sin llegar a ser verdaderamente molesto.

Sonido	Diferencia entre molestia promedio (pregunta 6) Tanda 2 y Tanda 1
Camión diésel	-3,8 %
Palabra hablada + soplante sin cubierta	16,7 %
Sonidos indistinguibles (fiesta/conversación/música)	-7,2 %
Palabra hablada en español en reverso	32,3 %
Soplante con cubierta	9,5 %
Tormenta	81,0 %
Palabra hablada en español	25,0 %
Camión diésel + tormenta	29,0 %
Aerogenerador	10,1 %
Soplante sin cubierta	6,3 %

Tabla 6-16 - Diferencia de molestia promedio entre tandas (según escala numérica).

Resulta sumamente interesante observar en la **Tabla 6-16** que para el caso del camión diésel solo, la molestia promedio disminuyó en la Tanda 2, mientras que para el camión diésel + tormenta, la molestia promedio aumentó significativamente en la Tanda 2. Se buscará profundizar en el entendimiento de este resultado en la sección **6.8.11**.

Si bien en el análisis anterior se pudo ver que los resultados de molestia numérica promedio para cada sonido, son consistentes entre tandas, se quiere ahora cuantificar el grado de correlación existente. Para esto, se utiliza el coeficiente de correlación de Pearson (**Tabla 6-17**), observándose un grado de correlación muy alto (Pearson = 0,986), lo cual a su vez se puede visualizar gráficamente en el **Gráfico 6-16**.

Sonido	Puntaje promedio Tanda 1	Puntaje promedio Tanda 2
1	57,7	61,4
2	52,7	57,7
3	29,5	28,4
4	7,3	9,1
5	22,5	29,8
6	40,5	44,5
7	4,8	8,6
8	25,2	23,4
9	50,2	58,6
10	24,3	31,4
Coeficiente de Pearson	0,986	

Tabla 6-17 - Correlación entre tandas (molestia promedio de sonidos según escala numérica).

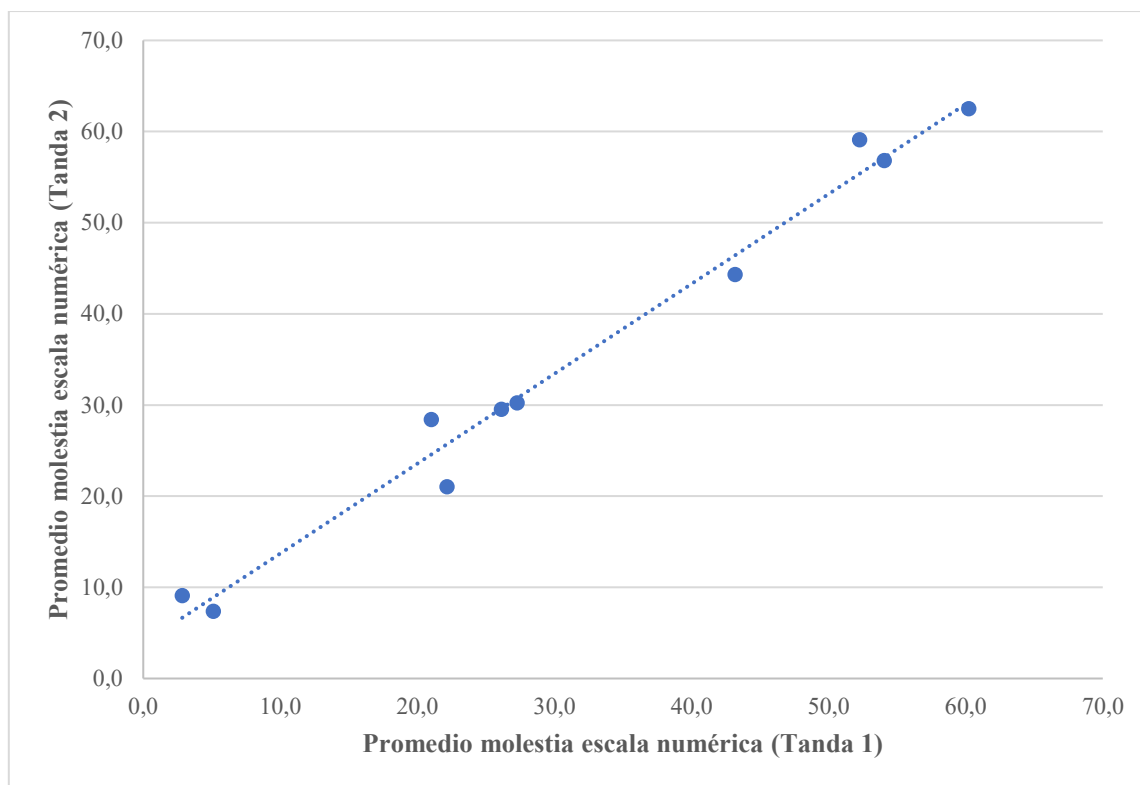


Gráfico 6-16 - Correlación Tanda 1 y Tanda 2 para los 10 sonidos según escala numérica.

Esto reafirma la consistencia de las respuestas promedio a la pregunta 6 en relación a los sonidos. Es importante recordar que en este caso se están comparando promedios que se construyen con los puntajes asociados a la pregunta 6 del cuestionario (para cada sonido), de los 44 voluntarios, para cada una de las tandas.

Ahora bien, también se podría realizar un análisis análogo, pero ahora considerando los promedios individuales, es decir, se promedian en este caso los valores de molestia según la escala numérica, de los diez sonidos de cada tanda para cada voluntario (**Tabla D-0-1**, Anexo D). En este segundo caso, también se obtuvo un alto grado de correlación (Pearson = 0,841), demostrando también una muy buena consistencia en los resultados individuales, lo cual puede observarse gráficamente en el **Gráfico 6-17**. Quizás en este caso, al estar promediando los puntajes de los 10 audios para cada tanda y para cada participante, la influencia de los factores personales individuales sea más visible que en el caso anterior, donde se promediaron los puntajes de las 44 personas para cada audio y para cada tanda.

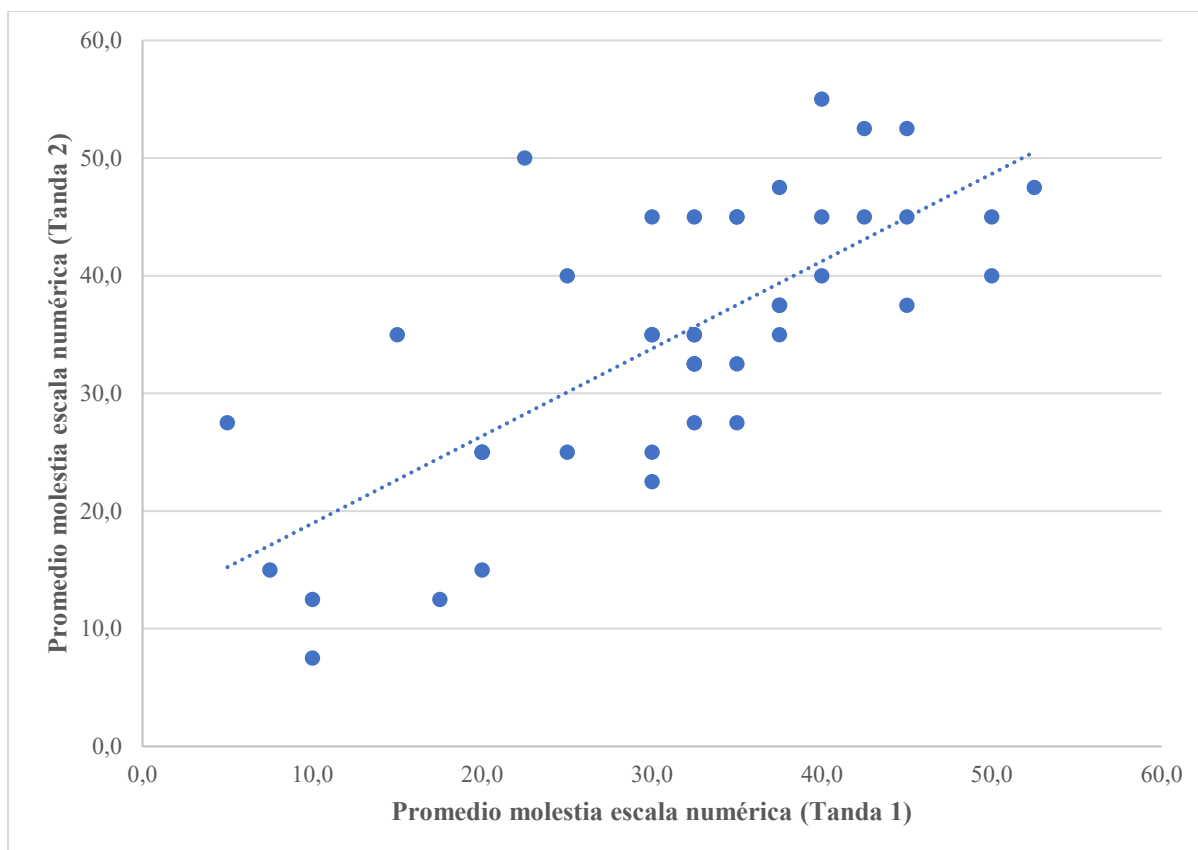


Gráfico 6-17 - Correlación Tanda 1 y Tanda 2 para los 44 individuos según escala numérica.

6.8.3. Escala verbal de molestia (Pregunta 5)

En segundo término, se realiza un análisis similar al anterior, pero ahora considerando las respuestas a la pregunta 5 para cada sonido y para cada tanda, la cual refleja la escala verbal de molestia de la especificación técnica ISO/TS 15666:2021.

En este caso, previo a realizar la conversión de escala expuesta en **6.8.1**, se decidió comparar las frecuencias de selección de las cinco opciones de respuesta disponibles para la escala verbal (Absolutamente nada: A.N., Ligeramente: Lig., Medianamente: Med., Mucho: Muc. y Extremadamente: Ext.). En la **Tabla 6-18** y **Tabla 6-19**, se puede observar para cada sonido, la frecuencia de selección de cada opción, para cada una de las dos tandas.

Sonido	Pregunta 5 - molestia escala verbal (ISO/TS 15666:2021)				
	TANDA 1				
	#A.N.	#Lig.	#Med.	#Muc.	#Ext.
Soplante sin cubierta	1	6	12	24	1
Soplante con cubierta	1	9	16	16	1
Camión diésel	12	18	12	2	0
Palabra hablada en español	36	7	1	0	0
Palabra hablada en español en reverso	19	14	10	1	0
Aerogenerador	3	14	19	8	0
Tormenta	39	5	0	0	0

Tabla 6-18 - Resumen de respuestas Pregunta 5 (Tanda 1).

Pregunta 5 - molestia escala verbal (ISO/TS 15666:2021) TANDA 1					
Sonido	#A.N.	#Lig.	#Med.	#Muc.	#Ext.
Sonidos indistinguibles (fiesta/conversación/música)	17	15	12	0	0
Palabra hablada + soplante sin cubierta	2	10	16	14	2
Camión diésel + tormenta	11	20	13	0	0

Tabla 6-18 - Resumen de respuestas Pregunta 5 (Tanda 1) - continuación.

Pregunta 5 - molestia escala verbal (ISO/TS 15666:2021) TANDA 2					
Sonido	#A.N.	#Lig.	#Med.	#Muc.	#Ext.
Soplante sin cubierta	0	4	16	22	2
Soplante con cubierta	2	7	14	19	2
Camión diésel	7	21	14	1	0
Palabra hablada en español	32	11	1	0	0
Palabra hablada en español en reverso	9	22	11	2	0
Aerogenerador	2	12	24	6	0
Tormenta	31	10	3	0	0
Sonidos indistinguibles (fiesta/conversación/música)	18	16	9	1	0
Palabra hablada + soplante sin cubierta	1	6	15	20	2
Camión diésel + tormenta	10	19	12	3	0

Tabla 6-19 - Resumen de respuestas Pregunta 5 (Tanda 2).

Al comparar las dos matrices (**Tabla 6-18** y **Tabla 6-19**) y calcular el coeficiente de Pearson, se obtuvo un valor de 0,94. Nuevamente en este caso, se obtuvo un alto grado de correlación entre las tandas de escuchas a nivel de los sonidos, demostrando consistencia en los resultados.

Si se observa el **Gráfico 6-18**, al igual que para el caso de la escala numérica, se puede ver que también existió una diferencia entre el promedio de la Tanda 1 y la Tanda 2.

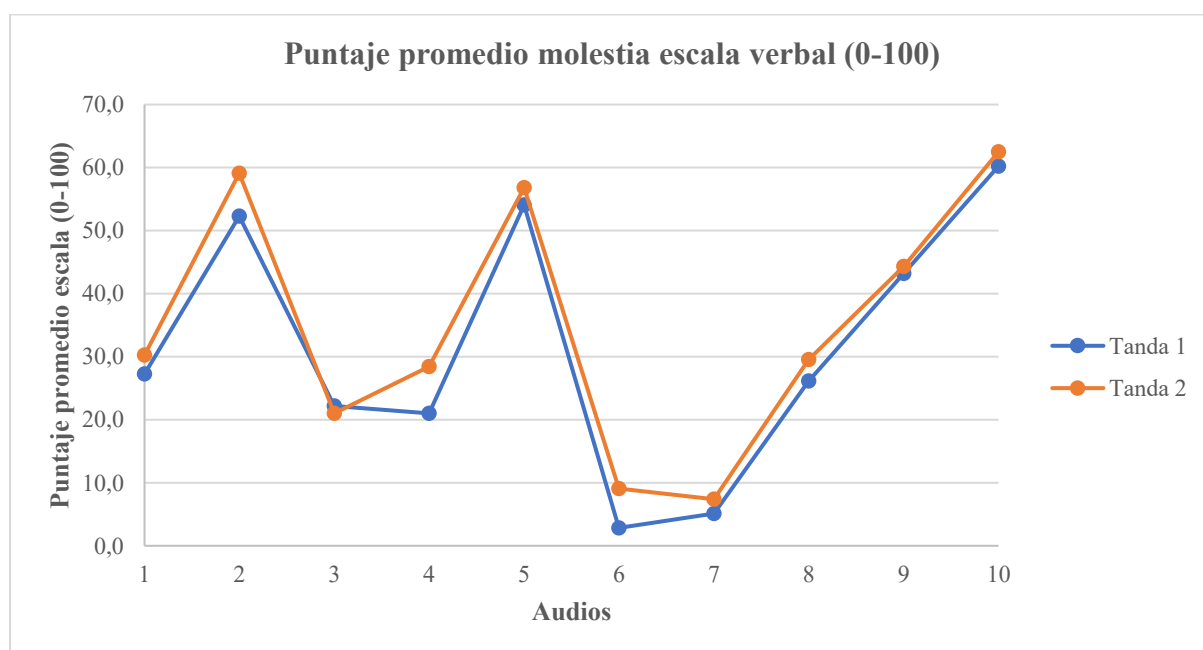


Gráfico 6-18 - Puntaje promedio de molestia para los 10 audios según escala verbal (0-100).

Para este caso, en nueve de los diez audios se tuvo un promedio mayor en la Tanda 2. El único audio que presentó un menor grado de molestia en la Tanda 2, fue el correspondiente a los sonidos indistinguibles (coincidente con lo observado para la escala numérica).

Al construir el ranking jerárquico de molestia según la escala verbal para cada tanda (**Tabla 6-20**), también se observan resultados muy parecidos entre las mismas, al igual que para el caso de la escala numérica. Nuevamente, esto demuestra que los resultados para la escala verbal fueron consistentes de forma relativa entre los audios.

Sonido	Pregunta 5 (ISO/TS 15666:2021 verbal)					
	Audio	Puntaje promedio	Ranking Tanda 1	Audio	Puntaje promedio	Ranking Tanda 2
Camión diésel	AUDIO No.1	27,3	5	AUDIO No.12	30,2	5
Palabra hablada + soplante sin cubierta	AUDIO No.2	52,3	3	AUDIO No.13	59,1	2
Sonidos indistinguibles (fiesta/conversación/música)	AUDIO No.3	22,2	7	AUDIO No.19	21,0	8
Palabra hablada en español en reverso	AUDIO No.4	21,0	8	AUDIO No.16	28,4	7
Soplante con cubierta	AUDIO No.5	54,1	2	AUDIO No.18	56,8	3
Tormenta	AUDIO No.6	2,8	10	AUDIO No.17	9,1	9
Palabra hablada en español	AUDIO No.7	5,1	9	AUDIO No.11	7,4	10
Camión diésel + tormenta	AUDIO No.8	26,1	6	AUDIO No.20	29,5	6
Aerogenerador	AUDIO No.9	43,2	4	AUDIO No.14	44,3	4
Soplante sin cubierta	AUDIO No.10	60,2	1	AUDIO No.15	62,5	1

Tabla 6-20 - Puntajes promedio Pregunta 5 para los 10 audios en escala 0 - 100 y ranking de molestia.

Construyendo el ranking general promedio a partir de los promedios entre las dos tandas (ver **Tabla 6-21**), se puede observar un orden lógico en el resultado. La palabra hablada y la tormenta quedaron bien diferenciados del resto de los audios, como los que menor grado de molestia generaron. Luego aparecen cuatro sonidos con grados de molestia similares e intermedios en lo que respecta al ranking general, los cuales, como se comentó en el punto **6.8.2**, era esperable que generen cierta molestia (sonidos indistinguibles, palabra hablada en reverso, camión diésel más la tormenta y el camión diésel solo). Por último, le siguen los tres audios que contenían a los soplantes y el audio del aerogenerador, los cuales, era esperable que pudieran generar el mayor grado de molestia.

Cabe también la observación respecto a los audios con superposición de sonidos, cuyo grado de molestia estuvo gobernado por la fuente generadora de mayor molestia (soplante sin cubierta y camión diésel). Además, para este caso, la diferencia entre los soplantes (con y sin cubierta) fue aún mayor que para la escala numérica, denotando la importancia de la colocación de la cubierta.

Sonido	Puntaje Promedio	
Soplante sin cubierta	61,4	Más molesto  Menos molesto
Palabra hablada + soplante sin cubierta	55,7	
Soplante con cubierta	55,4	
Aerogenerador	43,8	
Camión diesel	28,8	
Camión diesel + tormenta	27,8	
Palabra hablada en español en reverso	24,7	
Sonidos indistinguibles (fiesta/conversación/música)	21,6	
Palabra hablada en español	6,3	
Tormenta	6,0	

Tabla 6-21 - Ranking de sonidos según puntaje promedio de molestia (escala verbal).

Siguiendo con el análisis, en la **Tabla 6-22**, se presenta la diferencia (expresada en porcentaje) entre los puntajes promedio de molestia (según la escala verbal) de las dos tandas, para cada sonido. Para este caso, los sonidos que presentaron un aumento sustancial en la molestia promedio para la Tanda 2, fueron la tormenta (220 % de aumento), la palabra hablada en español (44,4 % de aumento) y la palabra hablada en reverso (35,1 % de aumento). Nuevamente aparecen los dos audios que incluyen a la palabra hablada, donde la explicación podría ir en la misma línea que lo expuesto en 6.8.2. Resulta interesante el gran aumento que registró la tormenta, siendo el sonido menos molesto de todo el set de audios.

Sonido	Diferencia entre molestia promedio (pregunta 6) Tanda 2 y Tanda 1
Camión diésel	10,9 %
Palabra hablada + soplante sin cubierta	13,0 %
Sonidos indistinguibles (fiesta/conversación/música)	-5,1 %
Palabra hablada en español en reverso	35,1 %
Soplante con cubierta	5,1 %
Tormenta	220,0 %
Palabra hablada en español	44,4 %
Camión diésel + tormenta	13,0 %
Aerogenerador	2,6 %
Soplante sin cubierta	3,8 %

Tabla 6-22 - Diferencia de molestia promedio entre tandas (según escala verbal).

Se cuantifica ahora el grado de correlación existente entre los promedios de molestia obtenidos para los diez sonidos, entre la Tanda 1 y la Tanda 2 (**Tabla 6-23**). Se obtuvo un coeficiente de Pearson sumamente alto (Pearson = 0,991), indicando una excelente correlación, la cual a su vez se puede visualizar gráficamente en el **Gráfico 6-19**.

Sonido	Puntaje promedio Tanda 1	Puntaje promedio Tanda 2
1	60,2	62,5
2	54,1	56,8
3	27,3	30,2
4	5,1	7,4
5	21	28,4
6	43,2	44,3
7	2,8	9,1
8	22,2	21
9	52,3	59,1
10	26,1	29,5
Coefficiente de Pearson	0,991	

Tabla 6-23 - Correlación entre tandas (molestia promedio de sonidos según escala verbal).

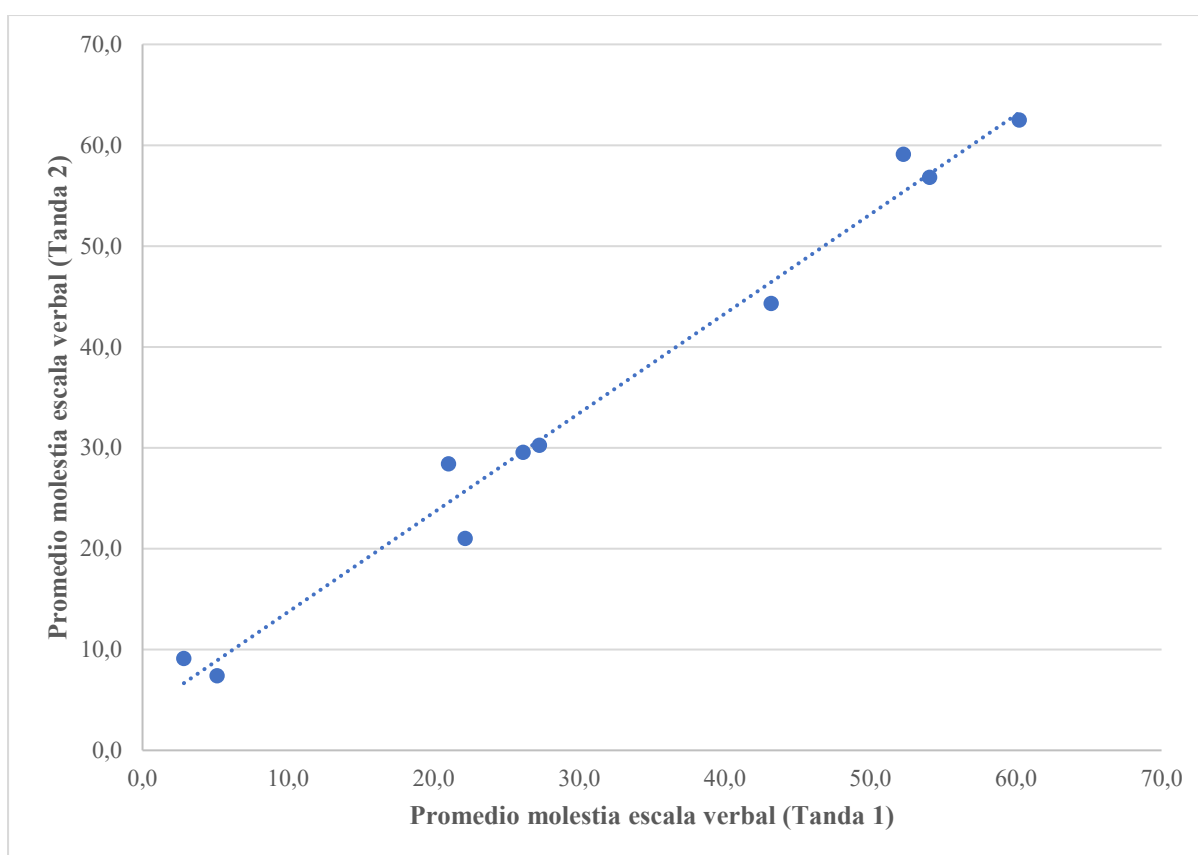


Gráfico 6-19 - Correlación Tanda 1 y Tanda 2 para los 10 sonidos según escala verbal.

Para los promedios individuales (promediando puntajes de molestia de los diez sonidos para cada tanda), al igual que para la escala numérica, se obtuvo un coeficiente de correlación menor que al promediar sonidos (Pearson = 0,733 – ver **Tabla D-0-2**). Si bien sigue siendo un buen grado de correlación, el mismo fue menor que para la escala numérica. Esto puede visualizarse también en el **Gráfico 6-20**, donde la dispersión fue mayor que en el **Gráfico 6-17**.

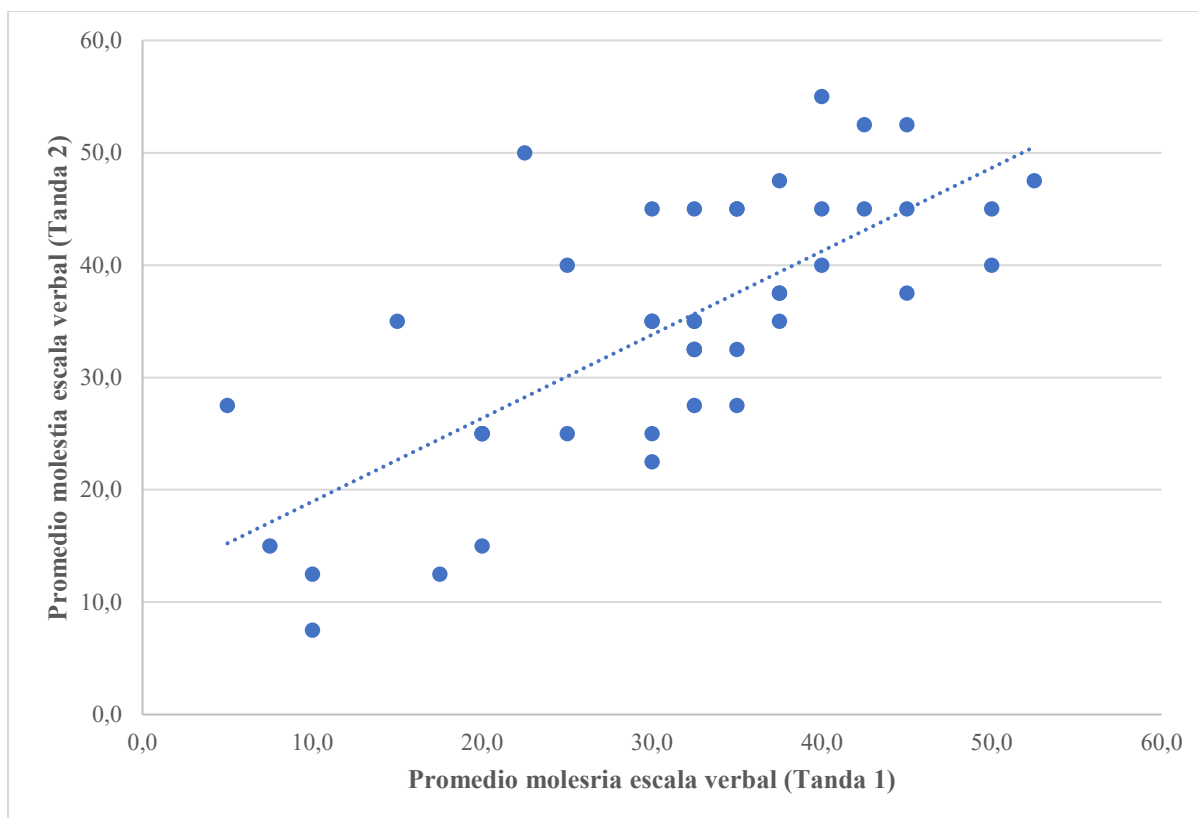


Gráfico 6-20 - Correlación Tanda 1 y Tanda 2 para los 44 individuos según escala verbal.

6.8.4. Comparación escala numérica y escala verbal

Habiendo efectuado el análisis por separado entre la pregunta 5 y la pregunta 6, verificando la consistencia de las respuestas a las mismas (las cuales en esencia refieren a lo mismo solo que bajo diferentes escalas), se realiza a continuación una comparación entre dichas escalas (**Tabla 6-24**).

Sonido	Molestia promedio (escala 0-100)			
	Tanda 1		Tanda 2	
	Num.11pts	Verb.5pts	Num.11pts	Verb.5pts
Soplante sin cubierta	57,7	60,2	61,4	62,5
Soplante con cubierta	52,7	52,8	57,7	56,8
Camión diesel	29,5	27,3	28,4	29,5
Palabra hablada en español	7,3	5,1	9,1	7,4
Palabra hablada en español en reverso	22,5	21,0	29,8	28,4
Aerogenerador	40,5	43,2	44,5	44,3
Tormenta	4,8	2,8	8,6	9,1
Sonidos indistinguibles (fiesta/conversación/música)	25,2	22,2	23,4	21,0
Palabra hablada + soplante sin cubierta	50,2	52,3	58,6	59,1
Camión diesel + tormenta	24,3	26,1	31,4	29,5

Coef.Pearson escalas num-verbal Tanda 1 (sonidos)	0,997
Coef.Pearson escalas num-verbal Tanda 2 (sonidos)	0,998

Tabla 6-24 - Comparación por sonidos (escala numérica y escala verbal).

Se observa un grado de correlación excelente entre escalas (numérica y verbal) para ambas tandas de escuchas (0,997 y 0,998 respectivamente), al promediar por sonidos.

Para el caso de la comparación entre individuos (**Tabla D-0-3**), se obtuvieron también grados de correlación muy buenos (0,879 Tanda 1 y 0,908 Tanda 2), aunque menores que para el caso de los sonidos.

6.8.5. Porcentaje altamente molestos

En esta sección, se apunta a presentar los resultados de la población “altamente molesta” tal cual lo sugiere la ISO/TS 15666:2021. Es decir, calculando:

- % HAv, como el porcentaje de individuos que seleccionó alguna de las dos categorías superiores de la escala verbal (pregunta 5 del cuestionario).
- % HAn, como el porcentaje de individuos que seleccionó alguna de las tres respuestas superiores de la escala numérica (pregunta 6 del cuestionario).
- % HAvw, como el porcentaje de individuos que seleccionó alguna de las dos categorías superiores de la escala verbal (pregunta 5 del cuestionario), pero donde cada selección de la categoría “extremadamente” se cuenta como 1, y cada selección de la categoría “mucho” se cuenta como 0,4.

Este último parámetro (% HAvw), lo sugiere la propia ISO/TS 15666:2021, y surge debido a que los puntos de corte de los parámetros % HAv y % HAn son diferentes. Es decir, para el caso de la escala verbal, considerar las dos categorías más altas implica un corte del 40 % del largo de la escala, mientras que, para el caso de la escala numérica, considerar las tres categorías más altas implica un corte del 28 %. Esta diferencia tiende a generar mayores porcentajes de personas “altamente molestas” con la escala verbal que con la escala numérica (Brink et al., 2016), lo cual sucede en el presente estudio (ver **Tabla 6-25**).

Sonido	Resumen % altamente molestos (ISO/TS 15666:2021)					
	Tanda 1			Tanda 2		
	%HAn	%HAV	%HAVw	%HAn	%HAV	%HAVw
Soplante sin cubierta	22,7%	56,8%	24,1%	34,1%	54,5%	24,5%
Soplante con cubierta	16,3%	39,5%	17,2%	31,0%	47,7%	21,8%
Camión diesel	2,6%	4,5%	1,8%	2,6%	2,3%	0,9%
Palabra hablada en español	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Palabra hablada en español en reverso	0,0%	2,3%	0,9%	0,0%	4,5%	1,8%
Aerogenerador	2,3%	18,2%	7,3%	2,3%	13,6%	5,5%
Tormenta	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Sonidos indistinguibles (fiesta/conversación/música)	0,0%	0,0%	0,0%	3,3%	2,3%	0,9%
Palabra hablada + soplante sin cubierta	16,3%	36,4%	17,3%	27,9%	50,0%	22,7%
Camión diesel + tormenta	0,0%	0,0%	0,0%	5,3%	6,8%	2,7%

Tabla 6-25 - Resumen % altamente molestos por sonido.

Si se comparan los porcentajes de personas altamente molestas luego de efectuada la ponderación (% HAvw) con los porcentajes correspondientes a la escala numérica (% HAn),

se obtienen porcentajes más parecidos en prácticamente todos los sonidos, que si se comparan con % HAv.

Esta tabla comparativa permite ver de forma clara, cuál fue el porcentaje de personas que realmente se sintieron molestas, es decir, sin trivializar la denominación “altamente molesto”. Además, permite ver cómo cambiaron estos porcentajes entre la Tanda 1 y la Tanda 2. Es interesante observar como para los sonidos indistinguibles y el camión más la tormenta, en la Tanda 1 no hubo personas “altamente molestas”, sin embargo, en la Tanda 2 sí las hubo. Se destaca también el cambio en los porcentajes para los audios que incluyeron al soplante (en cualquiera de sus formas).

6.8.6. Comparación por género

Respecto a las posibles diferencias o similitudes entre los resultados promedio de molestia que se obtuvieron para los hombres y mujeres (considerando ambas escalas en base 0-100), se construyen en primer lugar la **Tabla 6-26** y la **Tabla 6-27**.

Individuo	Género	Promedio numérico Tanda 1	Promedio numérico Tanda 2	Promedio verbal Tanda 1	Promedio verbal Tanda 2
1	Mujer	5,0	14,0	7,5	15
7	Mujer	35,0	40,0	32,5	35
8	Mujer	30,0	32,0	37,5	37,5
11	Mujer	12,0	8,0	17,5	12,5
13	Mujer	34,0	40,0	37,5	37,5
18	Mujer	20,0	47,0	22,5	50
19	Mujer	30,0	34,0	32,5	32,5
22	Mujer	57,0	56,0	52,5	47,5
25	Mujer	55,0	49,0	50	45
26	Mujer	52,0	49,0	50	40
27	Mujer	6,0	5,0	10	12,5
28	Mujer	35,0	38,0	32,5	35
29	Mujer	24,0	39,0	25	40
31	Mujer	38,0	39,0	45	45
34	Mujer	18,0	15,0	30	22,5
36	Mujer	32,0	45,0	30	45
37	Mujer	35,0	51,0	40	55
38	Mujer	50,0	53,0	37,5	47,5
39	Mujer	24,0	23,0	25	25
40	Mujer	29,0	40,0	45	52,5
43	Mujer	8,0	13,0	20	25
45	Mujer	24,0	22,0	20	25
46	Mujer	22,0	27,0	15	35
48	Mujer	41,0	36,0	35	32,5
Promedios		29,8	34,0	31,3	35,4
Diferencia entre tandas		13,8%		13,3%	

Tabla 6-26 - Molestia promedio escalas numérica y verbal (mujeres).

Individuo	Género	Promedio numérico Tanda 1	Promedio numérico Tanda 2	Promedio verbal Tanda 1	Promedio verbal Tanda 2
2	Hombre	39,0	47,0	42,5	52,5
3	Hombre	35,0	35,0	32,5	27,5
4	Hombre	35,0	43,0	40	45
6	Hombre	34,0	38,0	30	35
9	Hombre	33,0	50,0	35	45
10	Hombre	40,0	48,0	35	45
12	Hombre	28,0	21,0	35	27,5
14	Hombre	10,0	27,0	5	27,5
16	Hombre	47,0	43,0	45	37,5
21	Hombre	46,0	46,0	32,5	32,5
23	Hombre	47,0	47,0	42,5	45
24	Hombre	41,0	42,0	37,5	35
30	Hombre	29,0	37,0	30	35
32	Hombre	26,0	27,0	20	25
35	Hombre	31,0	35,0	32,5	32,5
41	Hombre	39,0	53,0	32,5	45
42	Hombre	37,0	30,0	30	25
44	Hombre	16,0	14,0	20	15
47	Hombre	15,0	9,0	10	7,5
49	Hombre	41,0	46,0	40	40
Promedios		33,5	36,9	31,4	34,0
Diferencia entre tandas		10,3%		8,4%	

Tabla 6-27 - Molestia promedio escalas numérica y verbal (hombres).

A simple vista, los resultados de ambas poblaciones (hombres y mujeres) parecen ser muy similares en sus promedios y algo distintos en sus diferencias entre tandas.

Se decide realizar un test de hipótesis para verificar si existen diferencias entre los promedios de dichas poblaciones. Para esto, el primer paso es verificar la normalidad de las muestras, por tanto, se aplicó en RStudio el test de normalidad de Shapiro-Wilk, comprobando la normalidad para todos los casos, excepto para los promedios de los hombres en la escala verbal de la Tanda 1 ($p\text{-valor} = 0,0176$). De todas formas, observando el histograma para dichos datos (**Gráfico 6-21**), parece razonable aceptar una distribución normal, con cierto cuidado en lo que respecta a la solidez del resultado obtenido.

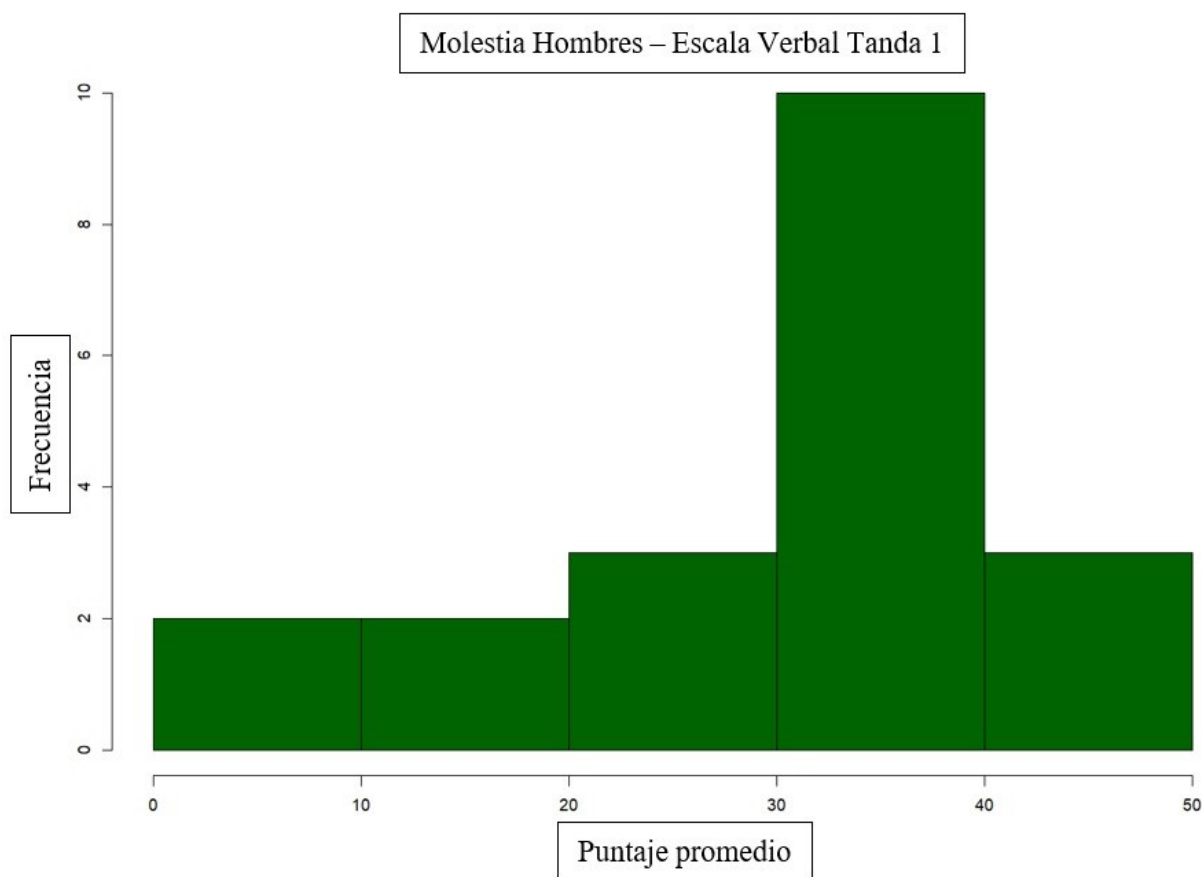


Gráfico 6-21 - Histograma de puntajes promedio de molestia (hombres-Tanda 1-escala verbal).

Luego se aplica el test de Fligner-Killeen, verificando para los cuatro pares de muestras (prom.num.Tanda 1 hombres vs. mujeres, prom.num.Tanda 2 hombres vs. mujeres, prom.verb.Tanda 1 hombres vs. mujeres y prom.verb.Tanda 2 hombres vs. mujeres) la igualdad de varianzas. Finalmente, se lleva a cabo la prueba t-student, para comprobar la igualdad de las medias entre cada par de muestras.

Comparación por género	p-valor (test t-student)
Promedio escala numérica Tanda 1	0,3460
Promedio escala numérica Tanda 2	0,4752
Promedio escala verbal Tanda 1	0,9714
Promedio escala verbal Tanda 2	0,6908

Tabla 6-28 - p-valor test t-student para comparación de molestia según género.

En los cuatro pares de muestras comparando hombres y mujeres, no se puede rechazar la hipótesis nula (ver **Tabla 6-28**), es decir, no es posible decir que hayan existido diferencias entre los promedios de molestia percibidos entre hombres y mujeres. Esto último, va en la misma línea que ciertos trabajos ya citados (Miedema y Vos, 1999; Van Gerven et al., 2009). Sin embargo, se destaca que en promedio los hombres presentaron un menor aumento de la molestia percibida entre tandas, en relación a las mujeres.

6.8.7. Edad

Al observar los resultados promedios de molestia percibida en cada una de las dos tandas de escuchas por los participantes divididos en franjas etarias, se observa que tanto para la escala numérica (**Gráfico 6-22**), como para la escala verbal (**Gráfico 6-23**), la franja entre 40 y 49 años es la que presentó mayores valores. Esta tendencia, presenta similitudes con las referencias mencionadas en el Capítulo 2 (Van Gerven et al., 2009; Alimohammadi et al., 2010; González, 2017), en relación a que la franja 40-50 es la que percibe mayor molestia.

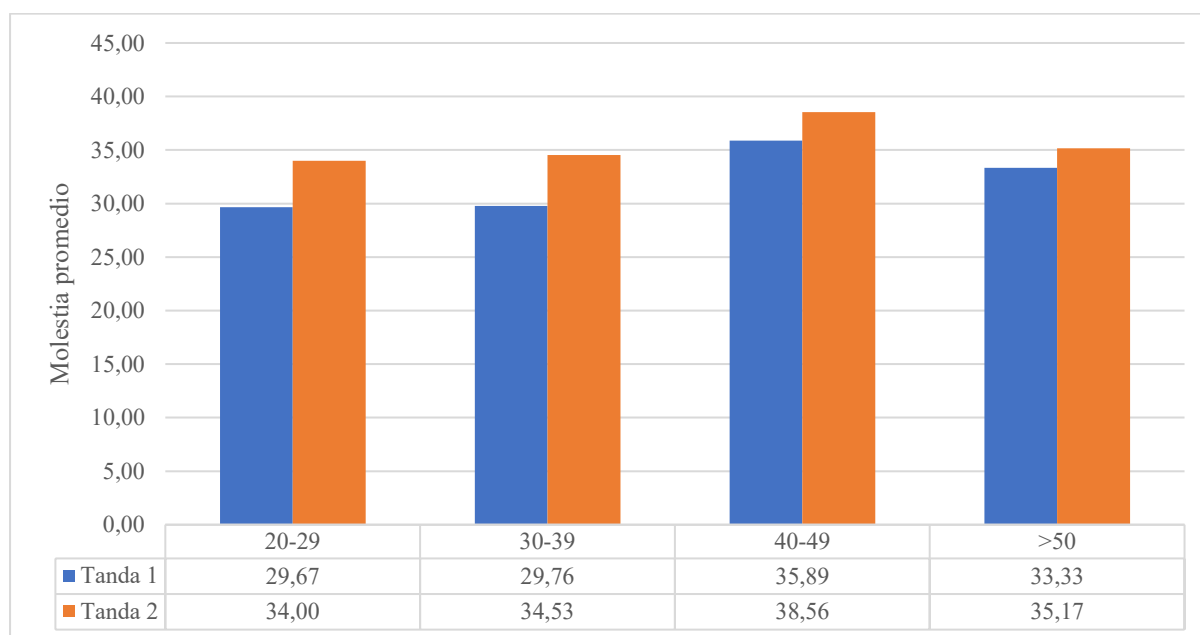


Gráfico 6-22 - Molestia promedio por franjas etarias (escala numérica).

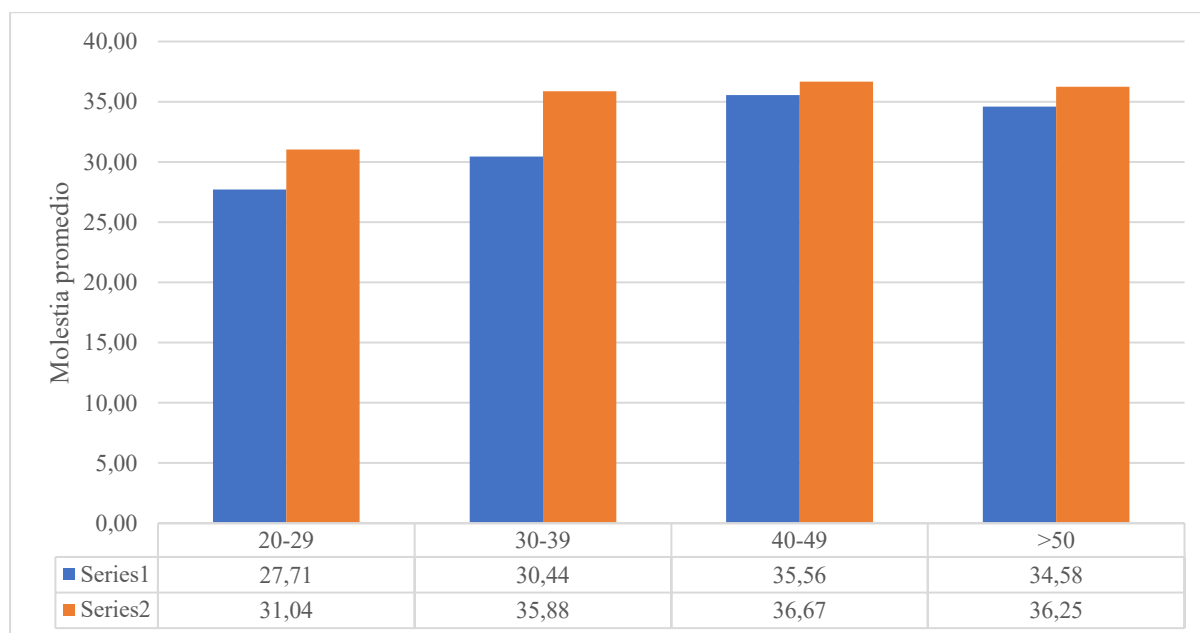


Gráfico 6-23 - Molestia promedio por franjas etarias (escala verbal).

Otra observación relevante al visualizar las gráficas, es que el mayor aumento entre tandas se produjo para la franja etaria de entre 30 y 39 años, seguida de muy cerca por la franja de entre 20 y 29 años, mientras que el aumento en las dos franjas mayores fue sustancialmente menor.

6.8.8. Sensibilidad al ruido

Con respecto a la sensibilidad al ruido de los participantes, evaluada mediante el cuestionario de Weinstein reducido, y cuyo método de clasificación en alta sensibilidad y baja sensibilidad fue expuesto en la sección 6.7, se realiza a continuación un análisis en relación a la molestia percibida durante el desarrollo del experimento.

Individuo	Suma Weinstein	Promedio numérico Tanda 1	Promedio numérico Tanda 2	Promedio verbal Tanda 1	Promedio verbal Tanda 2
1	19	5,0	14,0	7,5	15,0
3	15	35,0	35,0	32,5	27,5
8	20	30,0	32,0	37,5	37,5
11	21	12,0	8,0	17,5	12,5
13	21	34,0	40,0	37,5	37,5
21	13	46,0	46,0	32,5	32,5
22	19	57,0	56,0	52,5	47,5
23	15	47,0	47,0	42,5	45,0
24	11	41,0	42,0	37,5	35,0
25	20	55,0	49,0	50,0	45,0
30	12	29,0	37,0	30,0	35,0
36	19	32,0	45,0	30,0	45,0
37	21	35,0	51,0	40,0	55,0
39	21	24,0	23,0	25,0	25,0
42	21	37,0	30,0	30,0	25,0
43	20	8,0	13,0	20,0	25,0
44	16	16,0	14,0	20,0	15,0
46	19	22,0	27,0	15,0	35,0
48	18	41,0	36,0	35,0	32,5
49	15	41,0	46,0	40,0	40,0
Promedios		32,4	34,6	31,6	33,4
Diferencia entre tandas		6,8 %		5,5 %	

Tabla 6-29 – Molestia promedio - individuos de baja sensibilidad según Park et al. (2018) “modificado”.

Individuo	Suma Weinstein	Promedio numérico Tanda 1	Promedio numérico Tanda 2	Promedio verbal Tanda 1	Promedio verbal Tanda 2
2	26	39,0	47,0	42,5	52,5
4	23	35,0	43,0	40,0	45,0
6	26	34,0	38,0	30,0	35,0
7	27	35,0	40,0	32,5	35,0

Tabla 6-30 – Molestia promedio - individuos de alta sensibilidad según Park et al. (2018) “modificado”.

Individuo	Suma Weinstein	Promedio numérico Tanda 1	Promedio numérico Tanda 2	Promedio verbal Tanda 1	Promedio verbal Tanda 2
9	26	33,0	50,0	35,0	45,0
10	25	40,0	48,0	35,0	45,0
12	27	28,0	21,0	35,0	27,5
14	23	10,0	27,0	5,0	27,5
16	23	47,0	43,0	45,0	37,5
18	24	20,0	47,0	22,5	50,0
19	28	30,0	34,0	32,5	32,5
26	25	52,0	49,0	50,0	40,0
27	28	6,0	5,0	10,0	12,5
28	26	35,0	38,0	32,5	35,0
29	25	24,0	39,0	25,0	40,0
31	27	38,0	39,0	45,0	45,0
32	27	26,0	27,0	20,0	25,0
34	24	18,0	15,0	30,0	22,5
35	26	31,0	35,0	32,5	32,5
38	25	50,0	53,0	37,5	47,5
40	23	29,0	40,0	45,0	52,5
41	25	39,0	53,0	32,5	45,0
45	28	24,0	22,0	20,0	25,0
47	24	15,0	9,0	10,0	7,5
Promedios		30,8	35,9	31,0	35,9
Diferencia entre tandas		16,8 %		15,8 %	

Tabla 6-30 - Molestia promedio - individuos de alta sensibilidad según Park et al. (2018)
“modificado” (continuación).

Para este caso, se observan promedios muy similares (al igual que al comparar por género), sin embargo, las diferencias entre tandas sí son distintas. Las personas clasificadas como de alta sensibilidad, presentaron un mayor aumento en la molestia en la Tanda 2, respecto a las personas de baja sensibilidad (ver últimas filas de **Tabla 6-29** y **Tabla 6-30**).

Se analiza la hipótesis de igualdad de promedios, verificando primero la distribución normal de cada muestra (Shapiro-Wilk) y luego la igualdad de varianzas (Fligner-Killeen). Salvo para la muestra compuesta por los puntajes (según escala numérica) de las personas altamente sensibles en la Tanda 2, para el resto de las siete muestras se verifica la hipótesis de normalidad. Sin embargo, teniendo en cuenta que el p-valor obtenido para la mencionada muestra fue de 0,049, y observando el histograma (**Gráfico 6-24**), se entiende razonable asumir la normalidad de la misma, con cierto riesgo respecto a la solidez de los resultados.

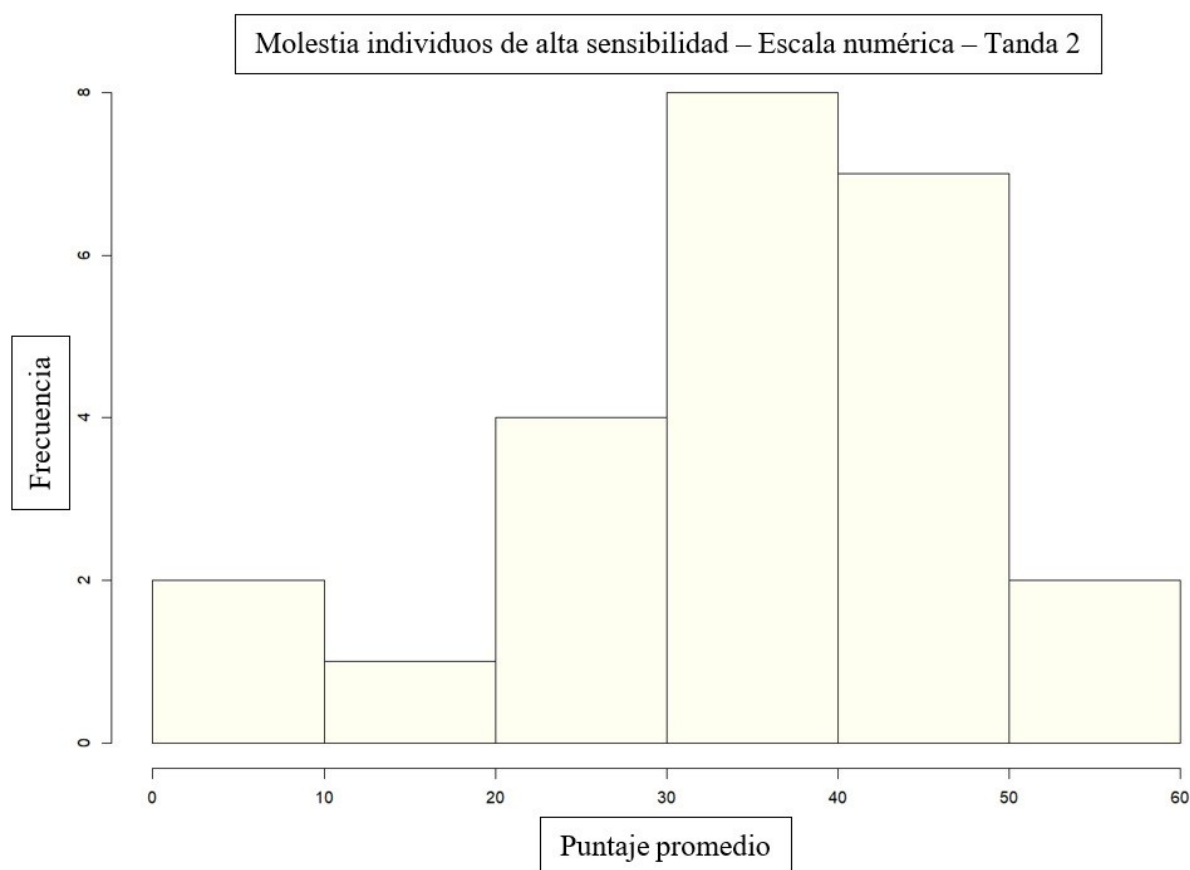


Gráfico 6-24 - Histograma de puntajes de molestia promedio - individuos alta sensibilidad (escala numérica).

Aplicando el test de Fligner-Killeen, se verifica la igualdad de varianzas para los cuatro pares de muestras (prom.num.Tanda 1 baja sensibilidad vs. alta sensibilidad, prom.num.Tanda 2 baja sensibilidad vs. alta sensibilidad, prom.verb.Tanda 1 baja sensibilidad vs. alta sensibilidad y prom.verb.Tanda 2 baja sensibilidad vs. alta sensibilidad).

Se aplica finalmente la prueba t-student, de la cual se obtuvo que, para todos los pares de muestras comparados entre alta y baja sensibilidad, no es posible decir que las mismas difieran en su media. Es decir, no existen evidencias en contra de la igualdad de promedios de molestia obtenidos para los individuos de alta y baja sensibilidad.

Comparación por sensibilidad (baja-alta)	p-valor (test t-student)
Promedio escala numérica Tanda 1	0,6932
Promedio escala numérica Tanda 2	0,7462
Promedio escala verbal Tanda 1	0,8693
Promedio escala verbal Tanda 2	0,4736

Tabla 6-31 - p-valor test t-student para comparación de molestia según sensibilidad al ruido.

Si bien este resultado puede parecer algo inesperado, es posible que las características propias del experimento y la muestra, hagan que los resultados promedio no difieran sustancialmente en este sentido. Vale recordar también lo expresado por Weinstein (1978), quien en su experimento obtuvo que los individuos sensibles al ruido tienen mayor probabilidad de expresar molestia por situaciones generalmente reconocidas como irritantes. En el análisis

anterior se están promediando audios que podrían ser catalogados como irritantes, con otros que aparentemente no lo serían. En el citado trabajo de Lee et al. (2017), donde se efectuó un experimento a nivel de laboratorio para evaluar la relación entre sonoridad y nivel de molestia (entre otras cosas) y donde tampoco se encontró relación entre sensibilidad y molestia, se menciona que quizás esto último pudo deberse al reducido tamaño de la muestra (10 personas en dicho caso).

Ahora bien, profundizando en los cambios observados entre tandas, si se analiza el cambio en los puntajes promedio de molestia entre la Tanda 1 y la Tanda 2 a lo largo de los diez sonidos, es posible observar diferencias importantes entre los individuos de alta y baja sensibilidad, tanto para la escala numérica (**Tabla 6-32**) como para la escala verbal (**Tabla 6-33**).

		Escala numérica 0-100					
		Baja sensibilidad			Alta sensibilidad		
		Tanda 1	Tanda 2	Diferencia	Tanda 1	Tanda 2	Diferencia
Soplante sin cubierta	Sonido 1	56,0	57,5	2,7%	59,2	64,6	9,2%
Soplante con cubierta	Sonido 2	53,5	55,0	2,8%	52,1	60,0	15,2%
Camión diesel	Sonido 3	32,5	29,0	-10,8%	27,1	27,9	3,1%
Palabra hablada	Sonido 4	10,5	10,0	-4,8%	4,6	8,3	81,8%
Palabra hablada en reverso	Sonido 5	25,0	32,5	30,0%	20,4	27,5	34,7%
Aerogenerador	Sonido 6	42,0	48,0	14,3%	39,2	41,7	6,4%
Tormenta	Sonido 7	6,0	8,0	33,3%	3,8	9,2	144,4%
Sonidos indistinguibles	Sonido 8	23,0	19,0	-17,4%	27,1	27,1	0,0%
Palabra hablada + soplante s/cub.	Sonido 9	52,0	55,0	5,8%	48,8	61,7	26,5%
Camión diesel + tormenta	Sonido 10	23,0	31,5	37,0%	25,4	31,3	23,0%
Prom.				9,3%	Prom.		34,4%

Tabla 6-32 - Diferencias entre tandas según sensibilidad (escala numérica).

		Escala verbal 0-100					
		Baja sensibilidad			Alta sensibilidad		
		Tanda 1	Tanda 2	Diferencia	Tanda 1	Tanda 2	Diferencia
Soplante sin cubierta	Sonido 1	58,8	57,5	-2,1%	61,5	66,7	8,5%
Soplante con cubierta	Sonido 2	51,3	53,8	4,9%	58,3	59,4	1,8%
Camión diesel	Sonido 3	28,8	30,0	4,3%	26,0	33,3	28,0%
Palabra hablada	Sonido 4	7,5	7,5	0,0%	3,1	7,3	133,3%
Palabra hablada en reverso	Sonido 5	22,5	30,0	33,3%	19,8	27,1	36,8%
Aerogenerador	Sonido 6	45,0	47,5	5,6%	41,7	41,7	0,0%
Tormenta	Sonido 7	3,8	8,8	133,3%	2,1	9,4	350,0%
Sonidos indistinguibles	Sonido 8	20,0	16,3	-18,8%	24,0	25,0	4,3%
Palabra hablada + soplante s/cub.	Sonido 9	51,3	53,8	4,9%	53,1	63,5	19,6%
Camión diesel + tormenta	Sonido 10	27,5	28,8	4,5%	25,0	30,2	20,8%
Prom.				17,0%	Prom.		60,3%

Tabla 6-33 - Diferencias entre tandas según sensibilidad (escala verbal).

Como primera observación de la **Tabla 6-32** y **Tabla 6-33**, se puede ver que, para los promedios de los individuos de alta sensibilidad, en ningún caso se obtuvo un puntaje de molestia menor en la Tanda 2 que en la Tanda 1. Esto aplica tanto para la escala numérica como

la verbal. Para los individuos de baja sensibilidad, existieron cuatro sonidos (considerando ambas escalas) en los cuales el grado de molestia promedio en la Tanda 2 fue menor que en la Tanda 1 (celdas marcadas en color rojo en la **Tabla 6-32** y la **Tabla 6-33**). A su vez, según la escala numérica, las diferencias para los individuos de alta sensibilidad fueron mayores que para los individuos de baja sensibilidad, en todos los sonidos. En la escala verbal, esto se dio en ocho de los diez sonidos. Parecería ser que los individuos de baja sensibilidad al ruido, se adaptaron rápidamente a la repetición de los audios, mientras que los individuos de alta sensibilidad mostraron una cierta saturación en la Tanda 2. Este resultado, se encuentra alineado con el planteo de Stansfeld y Shine (1993), quienes relacionaron una alta sensibilidad al ruido, con habituaciones más lentas en presencia de ruido.

Otro aspecto claramente distintivo es que las mencionadas diferencias entre tandas, variaron mucho en función de cada sonido. Esto podría estar dando un indicio de la influencia del contenido semántico de cada uno de los sonidos, ya que, en los audios que generaron mayor molestia, el aumento no fue demasiado grande, mientras que, en los audios menos molestos, el aumento sí fue importante.

Para analizar más profundamente esta diferencia, en principio se pensó aplicar un test de hipótesis como se hizo para los casos anteriores, siempre y cuando se verifiquen las condiciones para su aplicación. Sin embargo, al estudiar la normalidad de las muestras¹⁶ (columnas “Diferencia” en **Tabla 6-32** y **Tabla 6-33**) aplicando Shapiro-Wilk, se obtuvo que tres de las cuatro muestras no siguen una distribución normal (**Tabla 6-34**). Por lo tanto, no es posible aplicar el test t-student en este caso.

Diferencia porcentual (de molestia promedio) entre tandas	p-valor (test t-student)
Baja sensibilidad escala numérica	0,4749
Alta sensibilidad escala numérica	0,0030
Baja sensibilidad escala verbal	$7,214 \times 10^{-5}$
Alta sensibilidad escala verbal	$5,644 \times 10^{-5}$

Tabla 6-34 - p-valor test Shapiro-Wilk para comparación de molestia según género.

Existiría entonces la posibilidad de aplicar el test no paramétrico MWW. Sin embargo, al construir los histogramas de cada muestra y compararlos (**Gráfico 6-25** y **Gráfico 6-26**), se puede observar que existen claras diferencias en la forma de las distribuciones. En definitiva, los resultados de MWW no serían concluyentes respecto a las distribuciones y sus medianas.

¹⁶ Aquí se está haciendo referencia a las muestras compuestas por las diferencias (en porcentaje) de los promedios de molestia entre tandas y para cada sonido, según si los individuos fueron clasificados como de alta o baja sensibilidad al ruido

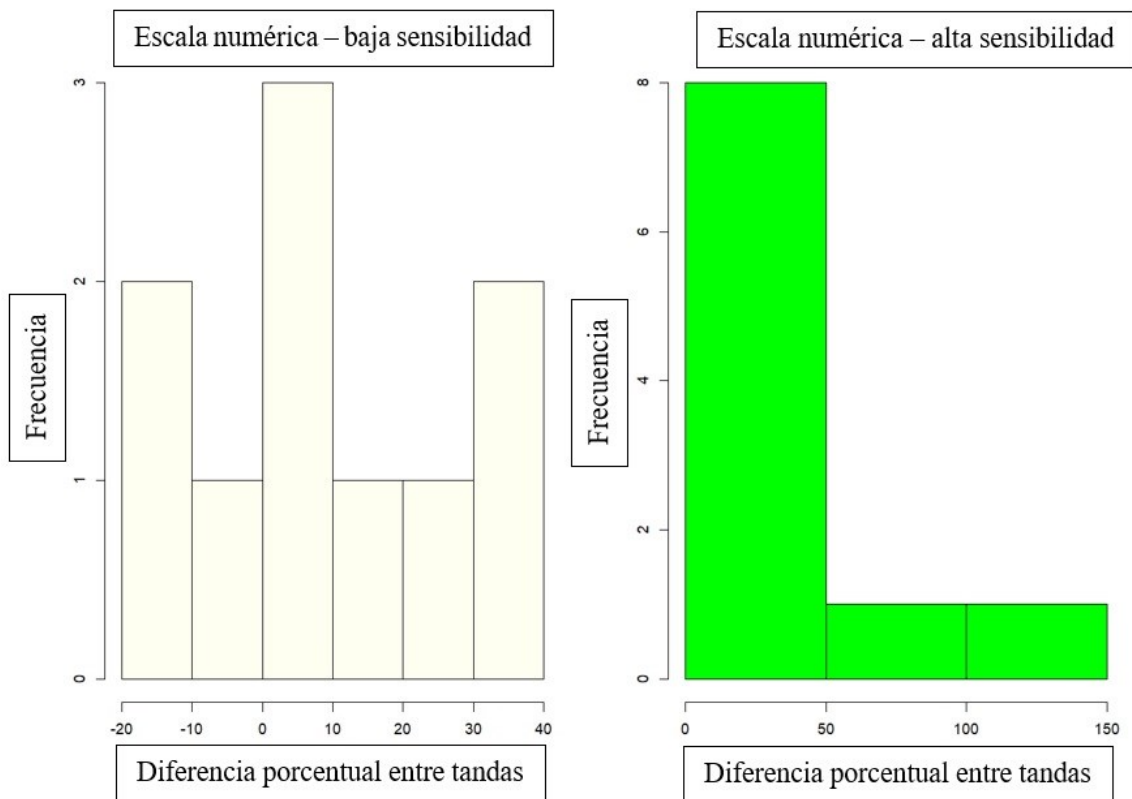


Gráfico 6-25 - Histogramas diferencia porcentual (de molestia promedio por sonidos) entre tandas (individuos de baja y alta sensibilidad - escala numérica).

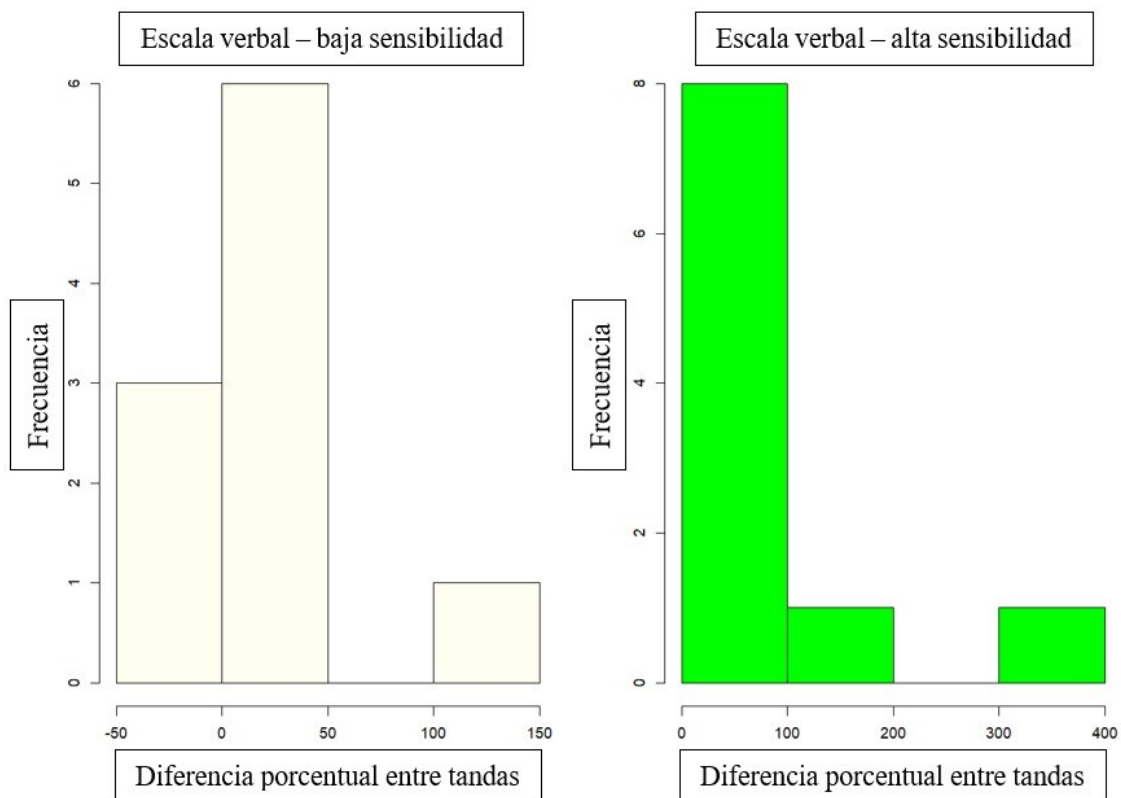


Gráfico 6-26 - Histogramas diferencia porcentual (de molestia promedio por sonidos) entre tandas (individuos de baja y alta sensibilidad - escala verbal).

6.8.9. Sonoridad

En esta sección, se pretende solamente exponer las relaciones que existieron entre los resultados promedio de molestia para cada sonido y dos medidas de sonoridad habitualmente utilizadas en el procesamiento de señales de audio digital (RMS total y LUFS).

A continuación, se definen entonces estas dos medidas mencionadas anteriormente, las cuales se obtienen a partir de promedios, a diferencia de lo que podría ser un nivel máximo.

- **RMS total:** las siglas RMS refieren a “root mean square” o “valor cuadrático medio” de la amplitud de una señal de audio en un período de tiempo y define la energía de una señal, lo cual determina parcialmente la sonoridad percibida de un audio (Audio Engineering Society [AES], s.f.). Esta medida es expresada en escala dBFS (decibels relative to full scale), la cual se utiliza para niveles de amplitud en sistemas digitales. Un valor de 0 dBFS refiere al máximo nivel posible de la señal, por tanto, los valores de dBFS son siempre menores o iguales a 0 (Biamp, 2023).
- **LUFS:** refiere a “loudness units relative to full scale” (unidades de sonoridad relativas a escala completa), es decir, es también una medida de la sonoridad percibida de la señal de audio. Es considerada una medida más precisa de sonoridad, ya que tiene en cuenta la frecuencia de la señal (Sundin, s.f.), y fue creada esencialmente para poder normalizar señales de audio de diferentes plataformas de audio y video (Grimm et al., 2010).

Los valores de RMS total y LUFS para cada audio se expusieron en la **Tabla 5-5** (secc. 5.2.4).

A continuación, en el **Gráfico 6-27** y **Gráfico 6-28**, se puede observar la relación entre los puntajes promedio de molestia percibida para los diez audios y las medidas de sonoridad mencionadas anteriormente para cada audio.

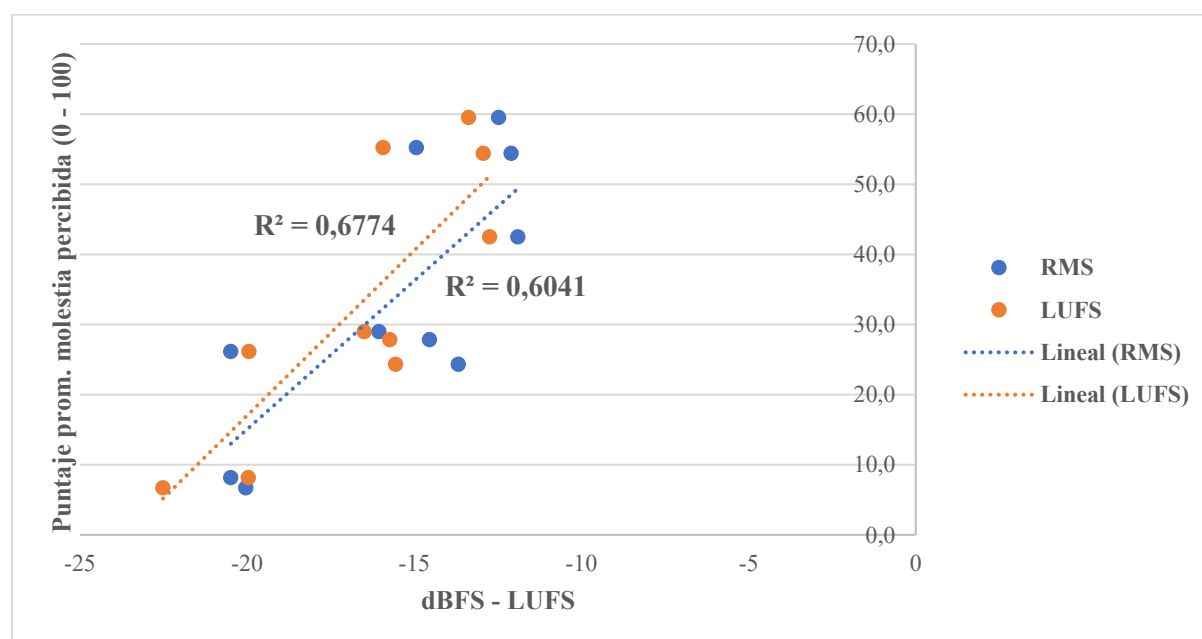


Gráfico 6-27 – Sonoridad vs. Molestia percibida (escala numérica).

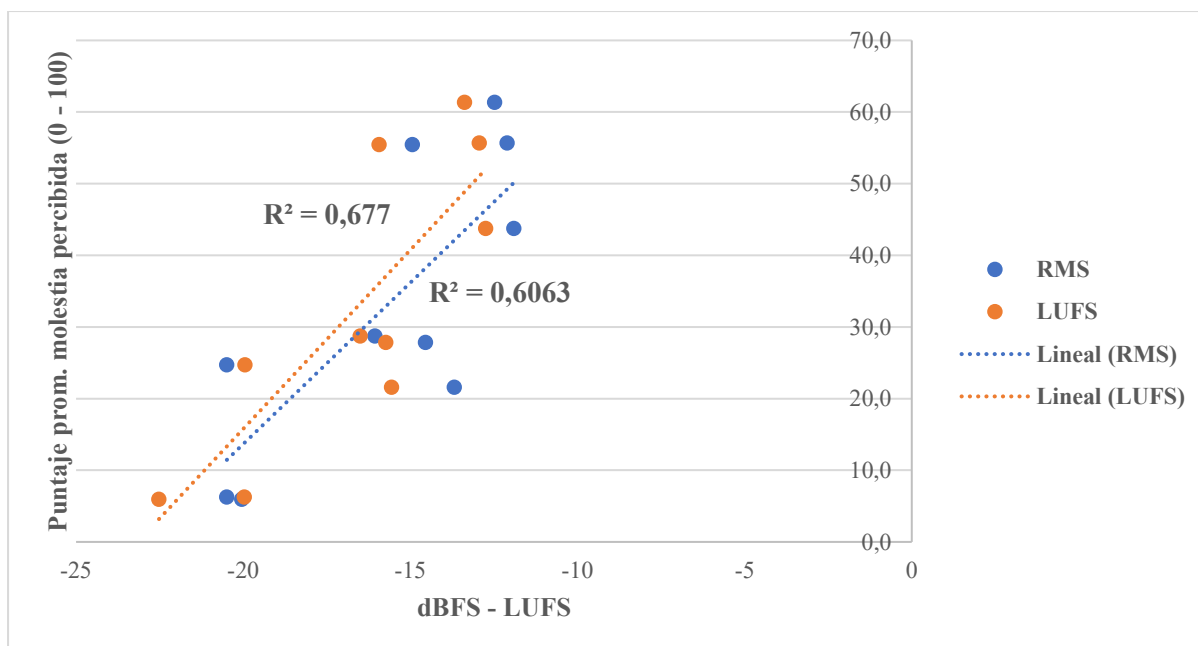


Gráfico 6-28 - Sonoridad vs. Molestia percibida (escala verbal).

Para ambas escalas se obtuvieron resultados muy similares, donde a mayor sonoridad la molestia percibida fue mayor. Asimismo, dentro de las dos medidas de sonoridad, al hacer el ajuste lineal de los datos, con los LUFS se obtuvo un mejor ajuste que con RMS total (observar R^2 en **Gráfico 6-27** y **Gráfico 6-28**). El mayor grado de correlación se obtuvo para la escala numérica considerando los LUFS (Pearson¹⁷ = 0,823).

Estos resultados son comparables a los obtenidos por Lee et al. (2017) en el **Gráfico 2-12**, también a partir de un experimento a nivel de laboratorio donde se estudiaron sonidos característicos de equipos mecánicos presentes en edificios. Como se mencionó anteriormente en la sección 2.3.2 al citar a Berglund et al. (1990), para sonidos físicamente fuertes, la sonoridad percibida determina de manera dominante la molestia percibida, mientras que para sonidos “suaves”, otros factores entran en juego.

Parece razonable que la molestia percibida no se haya ajustado perfectamente con la sonoridad, ya que de lo contrario no entrarían en juego el resto de los factores personales objeto del presente trabajo. Sin embargo, es destacable el alto grado de correlación obtenido.

6.8.10. Connotación

La connotación de cada audio fue evaluada mediante la pregunta 4 del cuestionario, con la cual se pudo construir la **Tabla 6-35**, donde se muestran las frecuencias de selección de cada connotación (negativa, neutra, positiva) para cada sonido y para cada tanda. Se incorporó, además, una escala de colores (rojos, amarillos y verdes) para facilitar la visualización de las connotaciones preponderantes para cada sonido.

¹⁷ Este valor se calcula como la raíz del R^2 mostrado en el **Gráfico 6-27** para la línea de tendencia LUFS.

Sonido	Tanda 1			Tanda 2		
	#negativo	#neutro	#positivo	#negativo	#neutro	#positivo
Sopl.S/cub.	37	7	0	32	10	0
Sopl.C/cub.	32	12	0	32	11	0
Palabra+Sopl.S/cub.	32	11	1	33	9	0
Aerogen.	25	19	0	25	17	1
Camión	15	29	0	8	34	2
Camión+torm.	11	29	3	11	30	3
Palabra rev.	9	35	0	12	31	0
Palabra	2	34	7	2	32	10
Sonidos ind.	5	19	20	4	18	22
Tormenta	0	10	34	2	15	27

Tabla 6-35 - Frecuencia de selección de connotaciones (pregunta 4).

Obsérvese que el orden en que se muestran los sonidos en la **Tabla 6-35**, obedece a una cierta gradualidad en función de la connotación, desde las más positivas (abajo en la tabla) hasta las más negativas (arriba en la tabla). Si se compara dicho orden (ranking) con los rankings obtenidos en las secciones **6.8.2** y **6.8.3** a partir de los puntajes promedio de molestia según las escalas numérica y verbal, se puede ver una coincidencia casi perfecta (solo existen pequeñas diferencias). Esto es una clara muestra de la correlación existente entre la connotación del audio con la molestia percibida¹⁸, lo cual, a su vez, viene aparejado con las asociaciones mentales que la persona hace al escuchar cada sonido, ya sea por similitud con sonidos conocidos o por experiencias previas. Se buscará poder corroborar de manera más robusta este resultado con las herramientas computacionales de estadística multivariada.

6.8.11. Identificación de la fuente y contenido semántico

El análisis en relación a la identificación de la fuente y el contenido semántico de los audios comenzará por generar nubes de palabras a partir de las respuestas a la pregunta 1 para cada sonido y para cada tanda. Las palabras que se observan con mayor tamaño de letra en las nubes generadas, fueron las más repetidas entre las respuestas de los participantes. Esto da una idea sobre las primeras asociaciones mentales que se tuvieron al escuchar cada uno de los sonidos.



Figura 6-1 - Nube de palabras del soplante sin cubierta (Tanda 1 y 2, izquierda y derecha respectivamente).

¹⁸ Connotaciones más negativas se asociaron con mayor molestia.

Para el caso del audio con el sonido del soplante sin cubierta, el cual generó el mayor grado de molestia en ambas escalas, se observa en las nubes de palabras (**Figura 6-1**), una preponderancia clara de asociaciones con ruido, maquinaria, interferencia y molestia. Al comparar estas nubes, con las obtenidas a partir del audio con el soplante con cubierta (**Figura 6-2**), si bien las palabras preponderantes son prácticamente las mismas, hubo en este segundo caso más variedad de palabras en comparación al caso del soplante sin cubierta. Además, la palabra “ruido” y “molesto” se destacaron en la Tanda 2 para el soplante sin cubierta, no así para el soplante con cubierta, donde los resultados entre tandas fueron bastante más parejos. Esta última observación se relaciona con los puntajes de la **Tabla 6-24**, donde el soplante sin cubierta en la Tanda 2 fue el que generó la mayor molestia de todo el set de audios.



Figura 6-2 - Nube de palabras del soplante con cubierta (Tanda 1 y 2, izquierda y derecha respectivamente).

Ahora bien, si se observa la (**Figura 6-3**), con las nubes de palabras asociadas a la palabra hablada más el soplante sin cubierta, hay una palabra por encima de cualquier otra y es “interferencia”. Esto indica que claramente este audio fue percibido en general como una interposición o una obstrucción frente a determinado objetivo (por ejemplo, entender el mensaje de la palabra hablada). Esto se reafirma si se observa el siguiente grupo de palabras preponderantes, las cuales están relacionadas con el contenido y origen del audio de la palabra hablada (pronóstico, radio).

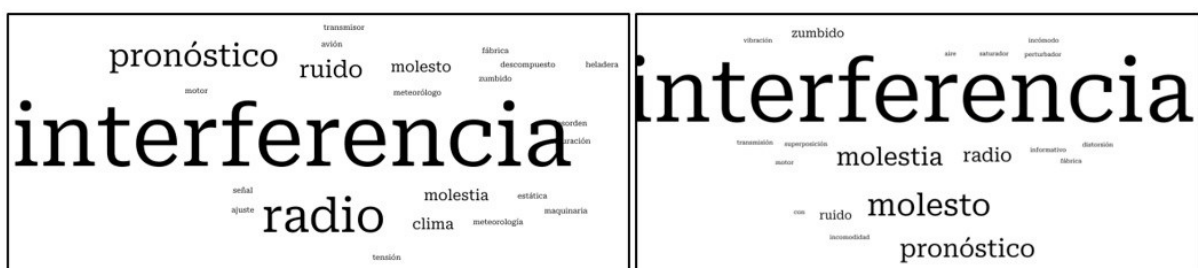


Figura 6-3 - Nube de palabras de la palabra hablada + soplante sin cubierta (Tanda 1 y 2, izquierda y derecha respectivamente).

Siguiendo con los audios, para el caso de la palabra hablada, las asociaciones fueron claramente hacia el contenido del mensaje que se estaba recibiendo (**Figura 6-4**). Dado que se trataba de una sección informativa de una radio, donde un hombre describía el pronóstico del tiempo para una zona, las palabras preponderantes fueron “pronóstico”, “radio” y “meteorólogo”. A su vez, se nota una reducción en el tamaño de la palabra “pronóstico” en la Tanda 2, lo cual está asociado a que la palabra fue menos repetida para ese caso. Esto podría estar vinculado a que

tal vez en la Tanda 1, en general los participantes estuvieron más atentos al mensaje de la grabación y se esforzaron más por entenderlo, mientras que en la Tanda 2, ya se percibió que se trataba de la misma grabación y el interés no fue el mismo.

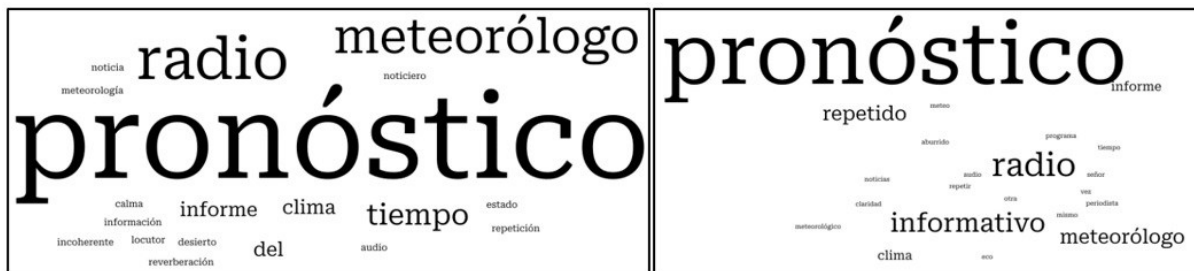


Figura 6-4 - Nube de palabras de la palabra hablada (tanda 1 y 2, izquierda y derecha respectivamente).

Lo interesante es comparar las nubes de la **Figura 6-4** con las generadas a partir del audio con la palabra hablada en reverso (**Figura 6-5**). Aquí las diferencias son sumamente notorias, y se puede observar como las asociaciones fueron hacia un idioma extranjero. El percibir que se trataba de una voz humana hablando, probablemente haya generado que la mente busque naturalmente asociaciones con otros idiomas (por eso las referencias que aparecen en las nubes “árabe”, “chino”), lo cual a su vez provocó que, al no entender el contenido del mensaje, se percibiera como más molesto frente al audio original. También parece haber existido un mayor interés por entender el mensaje en la Tanda 1, donde aparece la palabra “confusión” y “raro”, haciendo alusión a algo inesperado, mientras que en la Tanda 2, al ya saber que se trataba del mismo audio, estas palabras no aparecen. Vale recordar lo expresado en Preis et al. (2008), en cuanto a que, para el caso de la palabra hablada, la evaluación de la molestia frente a estímulos acústicos idénticos, depende de la habilidad del receptor para extraer información lingüística de la señal.



Figura 6-5 - Nube de palabras de la palabra hablada en reverso (Tanda 1 y 2, izquierda y derecha respectivamente).

Las nubes de palabras generadas por el audio del camión diésel estacionando, estuvieron directamente asociadas con aspectos del tránsito y diferentes tipos de vehículos maniobrando (**Figura 6-6**). Un cambio relevante que se observa entre las dos tandas, es que, al parecer, en la Tanda 2 resultó más claro que se trataba de un camión (aumentó el tamaño de dicha palabra considerablemente). Esta observación puede vincularse con la tabla de connotaciones (**Tabla**

6-35), donde se puede ver como la connotación en la Tanda 2 para el camión diésel resultó ser menos negativa y se volvió más “aceptable”.



Figura 6-6 - Nube de palabras del camión diésel (tanda 1 y 2, izquierda y derecha respectivamente).

Analizando ahora la **Figura 6-7**, correspondiente al camión más la tormenta, se puede observar que la palabra preponderante por amplio margen fue “lluvia”, seguida luego por las asociadas al camión. Sin embargo, como se pudo ver en las secciones 6.8.2 y 6.8.3, el grado de molestia para este audio estuvo gobernado por el camión diésel y no por la tormenta. Es sumamente interesante este resultado, ya que, al parecer, la palabra más relevante que surgió al escuchar el audio no fue representativa del grado de molestia promedio percibido. Además, la variación entre las nubes de la Tanda 1 y 2 no parece haber sido significativa, al igual que lo expresa la tabla de connotaciones (**Tabla 6-35**).

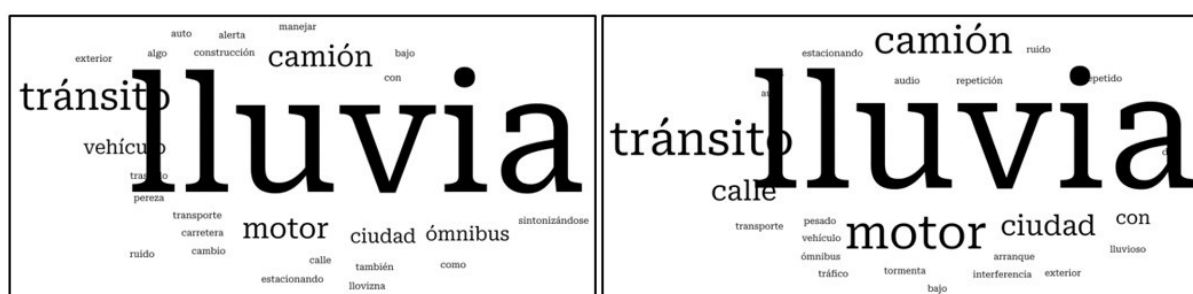


Figura 6-7 - Nube de palabras del camión diésel + tormenta (tanda 1 y 2, izquierda y derecha respectivamente).

Para el caso del audio con la tormenta sola, las asociaciones fueron muy lineales y en su mayoría asociadas a tranquilidad y calma (**Figura 6-8**), sin embargo, al observar la **Tabla 6-35**, se ve que perdió connotación positiva en la Tanda 2. Quizás esto podría verse reflejado en la disminución del tamaño de la palabra “lluvia” y el aumento de tamaño de la palabra “tormenta”.

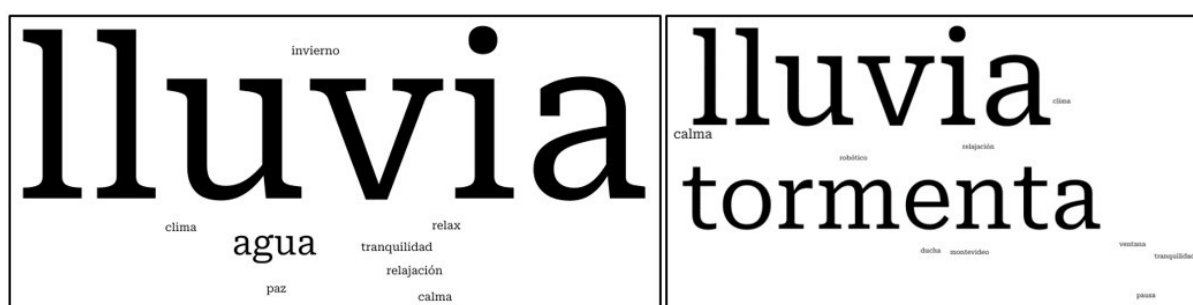


Figura 6-8 - Nube de palabras de la tormenta (tanda 1 y 2, izquierda y derecha respectivamente).

Para el caso del aerogenerador (**Figura 6-9**), si bien prácticamente ningún participante detectó exactamente la fuente origen del sonido, las asociaciones mentales estuvieron fuertemente inclinadas hacia diferentes tipos de máquinas con sonidos cíclicos. Teniendo en cuenta el alto grado de molestia percibido para este sonido durante el experimento, esto resulta en una prueba más sobre la correlación existente entre sonidos antropogénicos de maquinaria y la molestia. Asimismo, en este caso en la **Tabla 6-35** existió muy poca variación en la connotación, lo cual podría verse como que quizás se tuvo una interpretación más positiva en la Tanda 2 que en la Tanda 1.

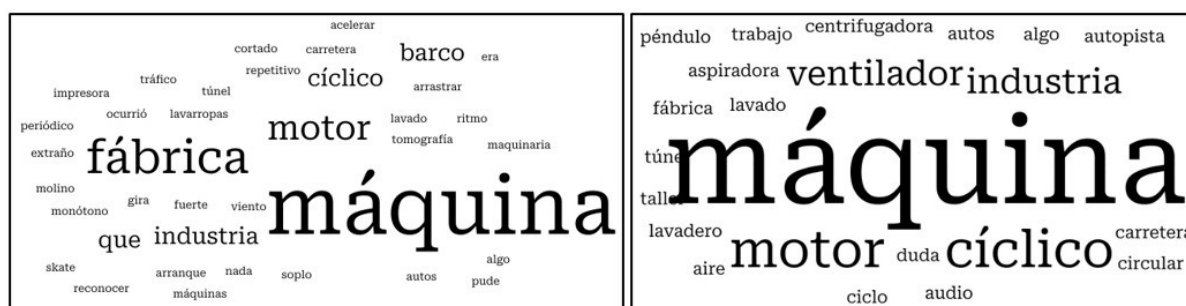


Figura 6-9 - Nube de palabras del aerogenerador (tanda 1 y 2, izquierda y derecha respectivamente).

Por último, la **Figura 6-10** asociada a los sonidos indistinguibles, cuya grabación correspondía a un ambiente de fiesta donde se escuchaba música de fondo y gente hablando, demuestra que prácticamente no hubo cambios entre tandas en las asociaciones preponderantes. Además, al igual que para el camión y la palabra hablada, la connotación pasó a ser más positiva en la Tanda 2, denotando un cierto entendimiento de lo que se trataba.



Figura 6-10 - Nube de palabras de los sonidos indistinguibles (tanda 1 y 2, izquierda y derecha respectivamente).

En el cuestionario elaborado para el experimento, las preguntas 2 y 3 sobre cada audio también buscaban obtener información en relación a la identificación de la fuente y el contenido semántico de los sonidos. Los enunciados de estas dos preguntas fueron los siguientes:

- Pregunta 2: “¿con qué cree identificar o relacionar el audio?”
- Pregunta 3: “escriba tres (3) palabras con las que podría asociar el audio”

Para el caso de la pregunta 3, las palabras obtenidas resultaron sumamente similares a las que se obtuvieron con la pregunta 1 (ver Anexo B), por lo cual, al construir las nubes de palabras las mismas no ampliarían demasiado la información ya obtenida. Esto resultó en un aprendizaje

para futuros experimentos similares, donde quizás lo mejor sea eliminar esta pregunta y sustituirla por otra que permita obtener información adicional.

Por otra parte, respecto a las respuestas a la pregunta 2, generar las nubes de palabras no resultaría útil frente al objetivo de obtener información sobre la fuente y el contenido semántico. Esto responde a que dicha pregunta era de carácter abierto y sin límite de palabras, es decir, en general los participantes elaboraron frases en sus respuestas. Por tanto, si se analizan las palabras por separado, se pierde información relevante. En este caso, es probable que, para lograr sacar conclusiones globales respecto a esta pregunta, se deban analizar las respuestas individualmente, relacionándolas luego con las respuestas sobre connotación y molestia. Dicho análisis se deja planteado como línea de trabajo a futuro, teniendo en cuenta el volumen de procesamiento de datos que implica y que quizás sea necesario contemplar disciplinas como la hermenéutica y la psicología.

6.8.12. Soplane con y sin cubierta

Teniendo en cuenta el interés particular del autor por los resultados asociados a los soplantes con y sin cubierta protectora, más aun considerando que se trató de los sonidos que generaron mayor molestia, se profundiza brevemente en dichos resultados. En este sentido, se decidió estudiar las diferencias que existieron entre los puntajes de molestia (según la escala numérica) para los soplantes con y sin cubierta, si se comparan hombres vs. mujeres, alta sensibilidad vs. baja sensibilidad, alta exposición al ruido vs. baja exposición al ruido y <40 años vs. >=40 años. En la **Tabla 6-36** se presenta un resumen de las mencionadas comparaciones, con los resultados promedio para cada tanda.

	Soplante sin cubierta		Soplante con cubierta	
	Tanda 1	Tanda 2	Tanda 1	Tanda 2
Mujeres	51,7	55,8	45,8	51,3
Hombres	65,0	68,0	61,0	65,5
Diferencia	26 %	22 %	33 %	28 %
Alta sensibilidad al ruido	59,2	64,6	52,1	60,0
Baja sensibilidad al ruido	56,0	57,5	53,5	55,0
Diferencia	5 %	11 %	3 %	8 %
Alta exposición al ruido	62,4	68,1	56,7	60,5
Baja exposición al ruido	53,5	55,2	49,1	55,2
Diferencia	14 %	19 %	13 %	9 %
< 40 años	53,1	58,6	48,6	54,5
>= 40 años	66,7	66,7	60,7	64,0
Diferencia	26 %	14 %	25 %	17 %

Tabla 6-36 - Puntajes promedio de molestia percibida (según escala numérica).

Al observar la **Tabla 6-36**, se puede ver como al comparar por género, existió una diferencia notoria, donde los hombres percibieron más molestia que las mujeres (aproximadamente un 24

% más para el caso sin cubierta y un 30 % más para el caso con cubierta). Respecto a la sensibilidad al ruido, no parece haber existido una diferencia clara entre los individuos de alta y baja sensibilidad. Para el grado de exposición al ruido, sí parece haber existido una tendencia de mayor molestia en las personas con alto grado de exposición habitual al ruido. Vale destacar que, para diferenciar entre alta y baja exposición al ruido, se tomó como valor de corte el puntaje medio de la muestra en dicha variable (media = 5,8 puntos). Por último, al comparar por edad, al igual que para el caso de género, también se observa una diferencia notoria. En este caso, las personas mayores (o iguales) a 40 años percibieron más molestia que las menores a 40 años (aproximadamente un 20 % más tanto sin cubierta como para con cubierta).

Si bien es necesario profundizar en estas diferencias para lograr validar estos resultados, las pruebas encontradas indican que, a pesar del alto grado de molestia generado por los soplantes, podrían existir factores que agraven o atenúen la molestia percibida.

6.9. Análisis estadístico multivariado

Como última etapa de la evaluación de resultados, se realizó un análisis estadístico multivariado de tipo exploratorio a diferentes grupos de datos obtenidos de las respuestas de los cuestionarios. El principal objetivo de esta sección, es responder las siguientes dos preguntas:

- ¿Qué relación presentaron los factores personales estudiados con la molestia promedio percibida?
- ¿Existen indicios de agrupamientos (clusters) en las observaciones (individuos y sonidos)?

Si bien se construirán diferentes matrices de datos, las variables incluidas en este análisis serán: edad, género, horas de trabajo semanales, alergias, condición de salud, sensibilidad al ruido, estado de ánimo, grado de exposición habitual al ruido, molestia numérica promedio (0-100), molestia verbal promedio (0-100), connotación promedio y el RMS Total.

En relación a los sonidos, para buscar dar respuesta a las anteriores preguntas planteadas, se planteó la siguiente estrategia de estudio exploratorio:

- 1) Aplicar análisis de componentes principales (**PCA** por sus siglas en inglés), para llevar las p-variables a 2 variables principales, observar el porcentaje de variabilidad total que logran explicar esas dos nuevas variables y generar el biplot (herramienta gráfica donde se puede observar en 2 dimensiones, si existe algún indicio de agrupamiento de datos, y qué variables se encuentran más o menos correlacionadas).
- 2) Generar un **heatmap** (mapa de calor) de la matriz de datos y observar posibles franjas de agrupamiento.
- 3) Aplicar una herramienta de clustering jerárquico de tipo aglomerativo, para construir diferentes **dendrogramas** al variar la distancia de cálculo entre grupos, ver cuál es la

distancia más razonable y observar en cuántos clusters tiene sentido separar el conjunto de datos.

- 4) Calcular el **Coefficiente de Silhouette** para varios valores de k (número de clusters), observar cuál genera el valor más alto y evaluar si es razonable o no la existencia de clusters mediante el criterio expuesto por Kaufman y Rousseeuw (1990).
- 5) Para el caso en que existan indicios de agrupamientos, se continuará el análisis un paso más, aplicando el método **k-means** como algoritmo particional, utilizando el valor sugerido de k a partir del paso 4).

En relación a los individuos, la estrategia a seguir será diferente, producto de que en este caso los datos son mixtos, es decir, categóricos y numéricos:

- 1) Aplicar **PCA** a la matriz de datos sin incluir las variables categóricas, de manera de poder detectar posibles observaciones atípicas (“outliers”).
- 2) Aplicar **FAMD** (Análisis Factorial de Datos Mixtos) a los datos sin “outliers” y observar: dimensiones principales y sus variables contribuyentes, correlaciones entre variables, nubes de observaciones según variables categóricas para divisar posibles agrupamientos (Kassambara, 2017).
- 3) Aplicar **HCPC** (Clustering Jerárquico de Componentes Principales) al resultado de FAMD y efectuar una interpretación de los clusters a partir de las características de sus variables representativas (Husson et al., 2010).

Para todos los pasos descritos anteriormente, se elaboraron scripts para su uso en el software RStudio (versión 2022.07.1), los cuales se presentan como material complementario de consulta en el **Anexo E**.

6.9.1. Matrices de sonidos

El primer caso a analizar corresponde al de las matrices de datos compuestas por variables asociadas a cada sonido en cada una de las dos tandas. Es decir:

- Una primera matriz formada por diez filas (correspondientes a los diez sonidos estudiados) y cuatro columnas asociadas a las variables: connotación promedio¹⁹, molestia numérica promedio, molestia verbal promedio y el RMS Total de cada sonido, para la Tanda 1 de escuchas (**Tabla 6-37**).
- Una segunda matriz análoga a la anterior, pero ahora asociada a la Tanda 2 de escuchas (**Tabla 6-38**).

¹⁹ La connotación promedio fue calculada a partir de los siguientes puntajes asignados a cada dato: Conn.negativa = -1 ; Conn.neutra = 0 ; Conn.positiva = +1.

Sonido	ConnP1 ²⁰	MolnumP1	MolverbP1	RMSTot
1	-0,84	57,7	60,2	-12,48
2	-0,73	52,7	52,8	-14,94
3	-0,34	29,5	27,3	-16,06
4	0,11	7,3	5,1	-20,49
5	-0,20	22,5	21,0	-20,49
6	-0,57	40,5	43,2	-11,91
7	0,77	4,8	2,8	-20,04
8	0,34	25,2	22,2	-13,69
9	-0,70	50,2	52,3	-12,11
10	-0,18	24,3	26,1	-14,55

Tabla 6-37 - Matriz de sonidos Tanda 1.

Sonido	ConnP2 ²¹	MolnumP2	MolverbP2	RMSTot
1	-0,76	61,4	62,5	-12,48
2	-0,74	57,7	56,8	-14,94
3	-0,14	28,4	29,5	-16,06
4	0,18	9,1	7,4	-20,49
5	-0,28	29,8	28,4	-20,49
6	-0,56	44,5	44,3	-11,91
7	0,57	8,6	9,1	-20,04
8	0,41	23,4	21,0	-13,69
9	-0,79	58,6	59,1	-12,11
10	-0,18	31,4	29,5	-14,55

Tabla 6-38 - Matriz de sonidos Tanda 2.

Como se puede observar, se trata de matrices compuestas en su totalidad por variables numéricas continuas. Uno de los problemas que puede aparecer en matrices donde las variables tengan distintas unidades de medida (como es el caso de la **Tabla 6-37** y **Tabla 6-38**), es que sus varianzas difieran sustancialmente y algunas presenten valores muy altos en relación al resto. Esto puede traer como consecuencia que cuando se realice el análisis de componentes principales (PCA) el vector asociado a la primera componente principal tenga una “carga” muy importante correspondiente a las variables con mayor varianza (Kalemkerian, 2022). Para resolver este problema, se estandarizan las variables para que tengan media igual a 0 y varianza igual a 1, previo a realizar el PCA.

6.9.1.1. Tanda 1

Como herramienta previa a la aplicación de PCA, se genera un gráfico de dispersión donde se muestran en X e Y las combinaciones de las cuatro variables de la matriz de datos (**Gráfico 6-29**). Se agregan además a la mencionada figura, líneas de tendencia de color rojo para observar más claramente las relaciones entre variables.

²⁰ P1: promedio Tanda 1.

²¹ P2: promedio Tanda 2.

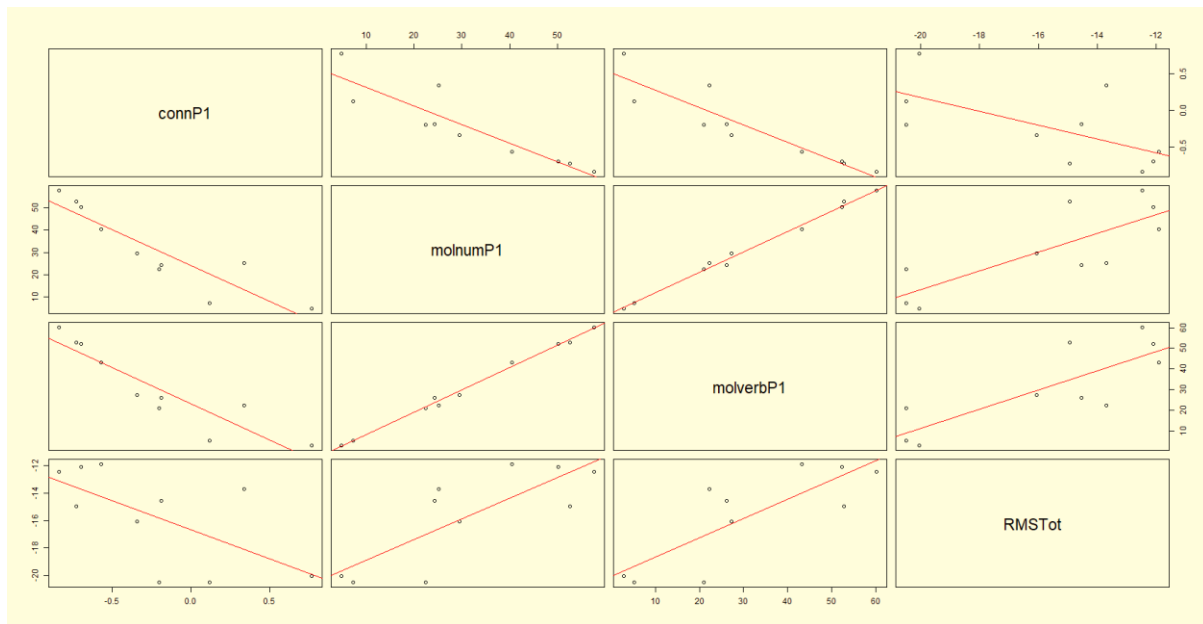


Gráfico 6-29 - Gráficos de dispersión - matriz de sonidos Tanda 1.

Se puede observar en el **Gráfico 6-29**, que la connotación tiene un alto grado de correlación negativo con ambas escalas de molestia, las cuales a su vez presentan una correlación positiva con el RMS Total. Esto también es posible visualizarlo numéricamente al generar la matriz de correlaciones (**Tabla 6-39**).

	connP1	molnumP1	molverbP1	RMSTot
connP1	1.0000000	-0.9036012	-0.9116844	-0.6326479
molnumP1	-0.9036012	1.0000000	0.9967629	0.7948228
molverbP1	-0.9116844	0.9967629	1.0000000	0.8081002
RMSTot	-0.6326479	0.7948228	0.8081002	1.0000000

Tabla 6-39 - Matriz de correlación - Sonidos Tanda 1.

Continuando con la estrategia exploratoria, se estandarizan las variables, y se aplica la función “prcomp” en RStudio. Se obtienen así, 4 componentes principales, lo cual es esperable, ya que en general hay $[\min(n-1, p)]$ componentes principales informativas en un set de datos con n observaciones y p variables (James et al., 2013). En este caso, $n=10$ y $p=4$.

Al observar la matriz de rotación (**Tabla 6-40**), se ve que la primera componente principal (PC1) tiene coeficientes bastante parejos en las cuatro variables, donde la connotación tiene signo positivo y el resto negativo. Además, los dos mayores coeficientes (en módulo) corresponden a las variables de molestia promedio. La componente PC2 por otra parte, está gobernada fundamentalmente por el RMS Total, y en menor medida la connotación promedio.

	PC1	PC2	PC3	PC4
connP1	0.4899867	0.54827541	0.6753178	-0.05703467
molnumP1	-0.5244756	-0.10940960	0.5252059	0.66114572
molverbP1	-0.5273062	-0.09227151	0.3944276	-0.74690091
RMSTot	-0.4547379	0.82395970	-0.3354571	0.04210002

Tabla 6-40 - Matriz de rotación – PCA Sonidos Tanda 1.

Un biplot es una figura donde se grafican las observaciones (los sonidos en este caso) en función de las 2 primeras componentes principales. Tiene la ventaja de representar también a las variables mediante vectores (flechas en el gráfico). El lugar que ocupa cada observación se puede interpretar en función de que tan grande o chica sea su coordenada en cada una de las componentes principales (y lo que ellas representan). Además, si la diferencia entre observaciones es pequeña significa que son similares en sus componentes principales (y lo que ellas representan). Las distancias euclídeas entre los puntos en el plano equivalen, aproximadamente, a las distancias de Mahalanobis²² entre las observaciones originales. Las observaciones que se encuentran ubicadas cercanas al (0,0) son las más parecidas al promedio.

El biplot permite tener una primera visualización sobre posibles agrupamientos entre observaciones, a partir de su ubicación en el plano. Por otra parte, permite obtener relaciones entre las variables a partir del ángulo que forman sus vectores. Es decir, cuanto mayor sea el ángulo entre los vectores, mayor es la incorrelación entre las variables, hasta llegar al ángulo recto que significa completamente incorrelacionadas. A menor ángulo, mayor correlación.

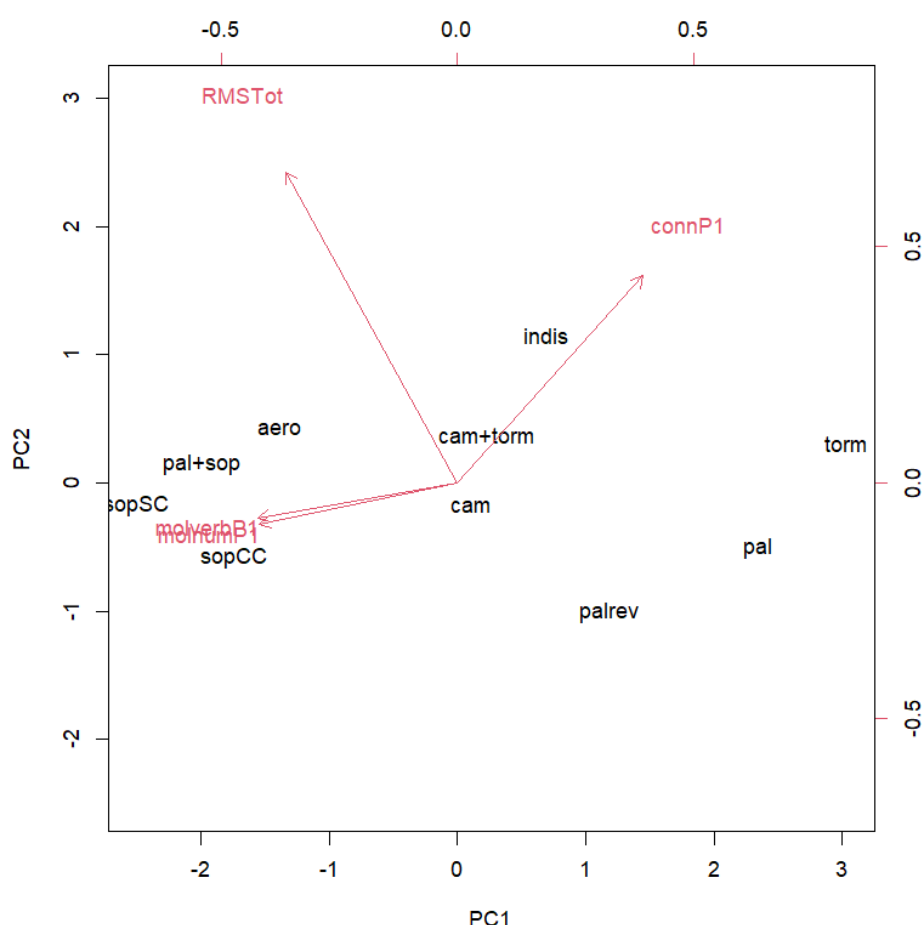


Gráfico 6-30 - Biplot PCA - Sonidos Tanda 1.

En el biplot del **Gráfico 6-30**, se observa que parecería haber tres grupos de sonidos, formados por: 1) soplante sin cubierta (sopSC), soplante con cubierta (sopCC), palabra hablada más

²² Se trata de una distancia utilizada en casos multidimensionales, la cual tiene en cuenta la relación existente entre variables a partir de considerar la matriz de covarianzas (Kalemkerian, 2022).

soplante sin cubierta (pal+sop) y aerogenerador (aero); 2) camión diésel (cam), camión diésel más tormenta (cam+torm) y sonidos indistinguibles (indis); 3) palabra hablada en reverso (palrev), palabra hablada (pal) y tormenta (torm). También se ve que las dos variables asociadas al grado de molestia están sumamente correlacionadas, verificando lo visto en 6.8.4. Por otra parte, la connotación de los sonidos tiene un alto grado de correlación negativa respecto a las variables de molestia, mientras que entre la variable RMS total y el resto de las variables el grado de correlación existente es menor.

De forma aproximada, cuanto más hacia la izquierda esté posicionada una observación en el biplot (**Gráfico 6-30**), significa que la molestia promedio generada por dicho sonido fue mayor. Si se analiza el ordenamiento jerárquico que genera esto (de más molesto a menos molesto), resulta muy similar al que se obtuvo en las secciones 6.8.2 y 6.8.3.

Al calcular la proporción de la varianza de los datos explicado por las dos primeras componentes principales, se obtiene un 98 %, lo cual indica que, al considerar estas dos primeras variables, se tiene una representación casi completa de la información de los datos.

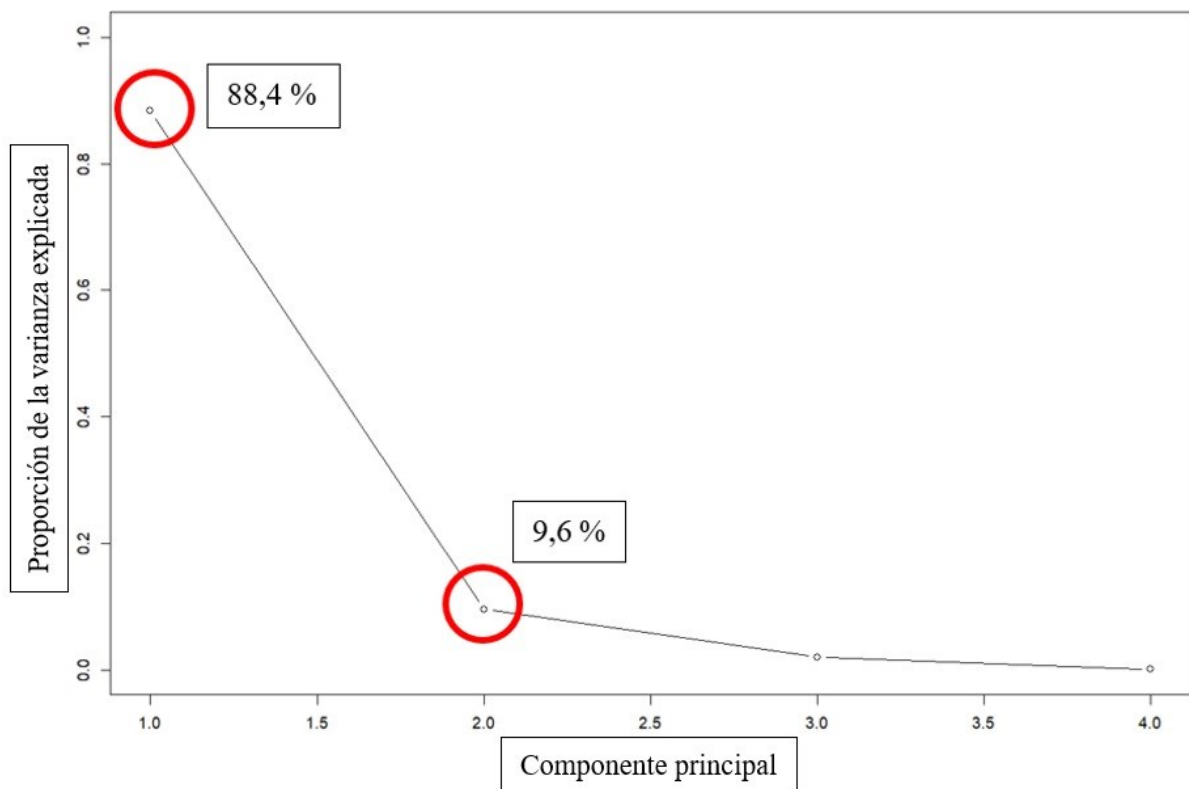


Gráfico 6-31 - Proporción de la varianza explicada PCA - Tanda 1.

Siguiendo la estrategia de análisis planteada al comienzo del capítulo, se construye el heatmap (**Figura 6-11**) para observar posibles franjas de agrupamiento. Vale recordar que un heatmap es una representación de datos en forma de mapa o diagrama en el que los valores de los datos se representan como colores. Es una forma visual e imprecisa para buscar la existencia de grupos o patrones (Kalemkerian, 2022). En este caso, el heatmap resulta bastante ilustrativo, ya que se pueden ver tres franjas donde las connotaciones más negativas (colores más claros) generan las mayores molestias, y a su vez a mayor RMS Total, mayor grado de molestia.

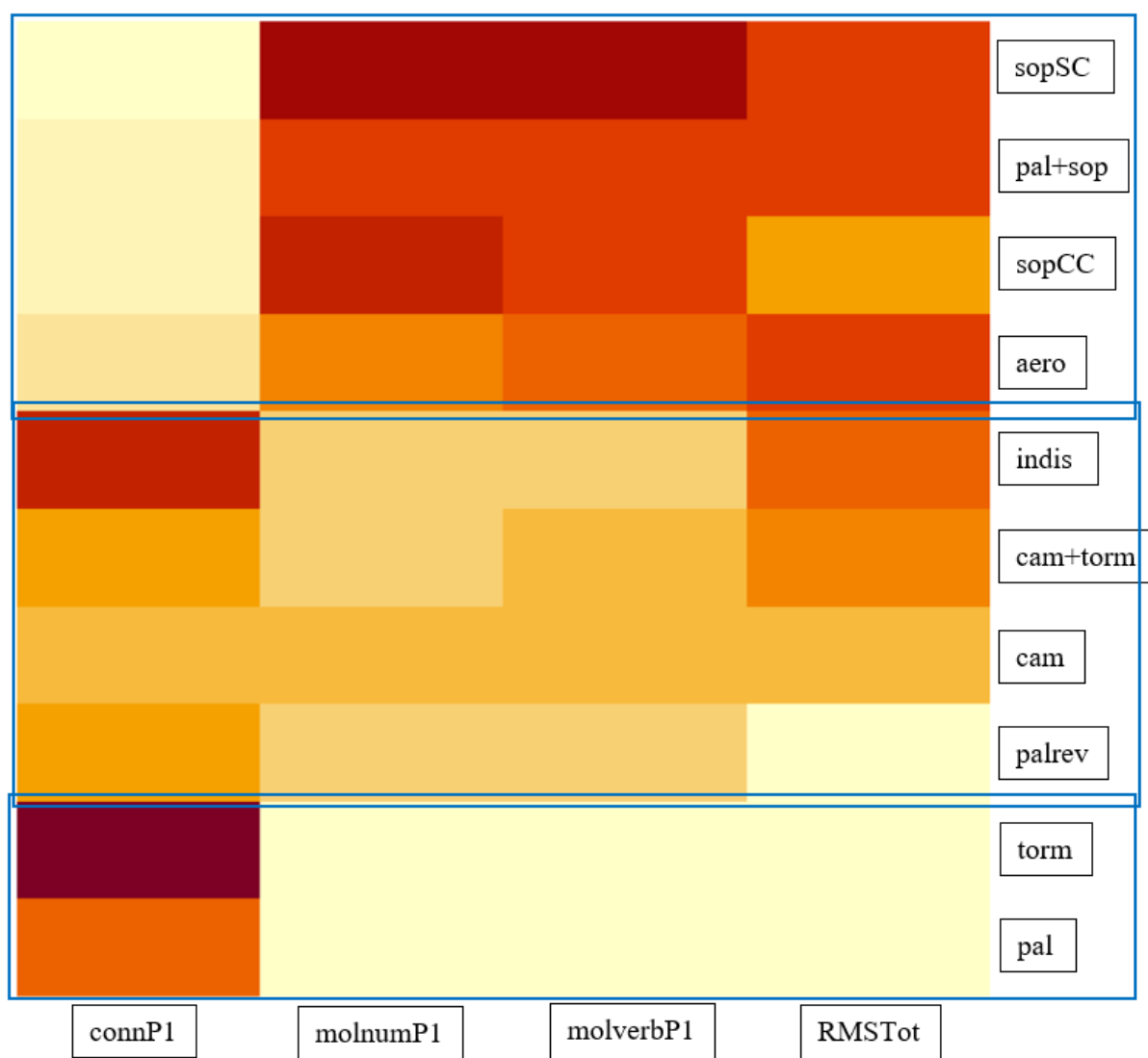


Figura 6-11 - Heatmap Sonidos Tanda 1²³.

Como tercer paso en la estrategia de análisis planteada, se aplicará una herramienta de cluster jerárquico de tipo aglomerativo, cuyo resultado final es el denominado dendrograma. Los métodos aglomerativos, comienzan con cada observación representando un solo cluster. Luego, en cada uno de los siguientes pasos, los dos cluster más cercanos (menos disímiles) son unidos en un único grupo, produciendo un cluster menos que en el nivel inmediato anterior. El resultado es un árbol (dendrograma) donde las hojas son las muestras originales y las ramas representan a las fusiones sucesivas. Por lo tanto, es necesario definir una medida de disimilaridad entre clusters o grupos de observaciones. Distintas medidas dan lugar a variantes que pueden producir resultados diferentes. Es por esto último que usualmente se prueba con diferentes tipos de distancias entre conjuntos, y luego se evalúa con cuál de ellas el dendrograma generado refleja mejor las distancias originales entre observaciones. Para hacer esta comparación, se calcula el coeficiente de correlación entre la matriz de distancias de las

²³ sopSC: soplante sin cubierta; sopCC: soplante con cubierta; pal: palabra hablada; palrev: palabra hablada en reverso; pal+sop: palabra hablada + soplante sin cubierta; aero: aerogenerador; indis: sonidos indistinguibles; cam: camión diésel; torm: tormenta; cam+torm: camión diésel + tormenta.

observaciones (utilizando la distancia euclidiana) y la matriz de distancias cofenéticas. La distancia cofenética entre dos observaciones corresponde a la altura en la cual los nodos en el dendrograma se combinan por primera vez (Navarro, 2023). Cuanto más cercano a 1 sea el valor de correlación entre las mencionadas matrices, mejor reflejará el dendrograma la similitud real entre observaciones, y valores superiores a 0,75 suelen considerarse como buenos (Amat, 2017).

Para el presente análisis, se generó el dendrograma utilizando 7 métodos diferentes para el cálculo de distancias entre conjuntos (en el **Anexo F** se describen dichas distancias). Para cada uno, se calculó el coeficiente de correlación descrito anteriormente. En la **Tabla 6-41**, se ve un resumen de los resultados, donde se observa que con el método “Average” se obtuvo el mayor coeficiente, el cual, es cercano a 0,75. Por tanto, se considera bueno el resultado, y se selecciona el método “Average” para la construcción del dendrograma (**Figura 6-12**).

Método	Coeficiente de correlación
Ward	0,729
Single	0,711
Complete	0,733
Average	0,742
Mcquitty	0,739
Median	0,720
Centroid	0,735

Tabla 6-41 - Coeficientes de correlación según métodos de distancia entre conjuntos.

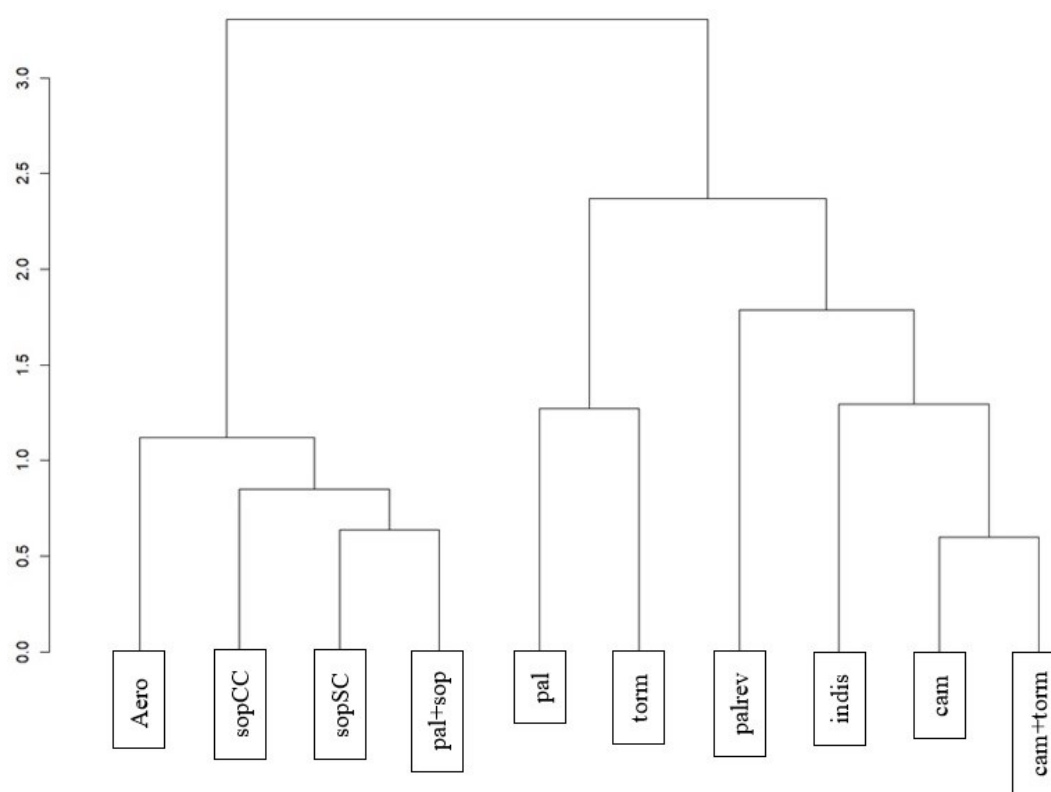


Figura 6-12 - Dendrograma Sonidos Tanda 1 (Average linkage).

A partir de dendrograma generado, parece razonable seleccionar $k = 3$ o $k = 2$ como número de clusters. Teniendo en cuenta que en base a los rankings de molestia obtenidos en 6.8.2 y 6.8.3, la palabra hablada y la tormenta fueron claramente menos molestos que el resto de los sonidos, se decidió proseguir el análisis con $k = 3$, donde estos dos sonidos conforman uno de los clusters. En la **Figura 6-13**, se muestra el corte del dendrograma en base a esta selección, donde nuevamente, si se observan los sonidos que conforman cada grupo, los clusters parecen ser razonables.

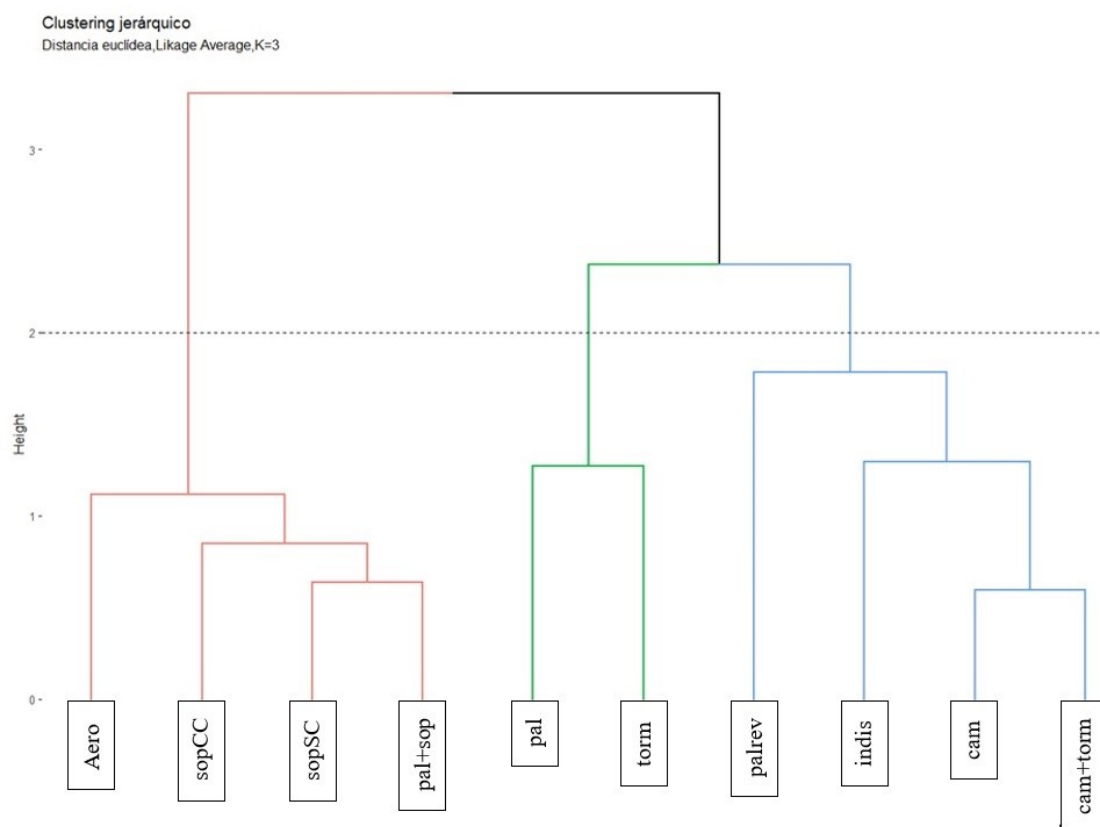


Figura 6-13 - Corte del dendrograma por sonidos Tanda 1 para $k = 3$ (Average linkage).

Entrando así a la cuarta fase del análisis, se calcula el coeficiente de Silhouette (SC), el cual se utiliza para evaluar la consistencia dentro de grupos de datos (Kalemkerian, 2022). El detalle del cálculo del SC se presenta en el **Anexo F**. Por tanto, se calcula este coeficiente para diferentes valores de k (número de clusters) y se observa cuál es el que genera el valor más alto. Luego, se verifica el significado de dicho valor al aplicar la regla propuesta por Kaufman y Rousseeuw (1990), resumida en la **Tabla 6-42**.

Coeficiente de Silhouette (SC)	Interpretación propuesta
0,71 – 1,00	Una estructura fuerte ha sido encontrada
0,51 – 0,70	Una estructura razonable ha sido encontrada
0,26 – 0,50	La estructura es débil y puede ser artificial; se deben probar métodos adicionales en el set de datos
$\leq 0,25$	No se encontró ninguna estructura sustancial

Tabla 6-42 - Interpretación subjetiva del coeficiente de Silhouette (adaptada de Kaufman y Rousseeuw, 1990).

Al hacer esto y graficar los valores del SC (**Gráfico 6-32**), se obtiene que el número óptimo de clusters sería $k = 2$, con un $SC = 0,51$. Esto significa (según la regla de Kaufman y Rousseeuw) que una estructura razonable ha sido encontrada.

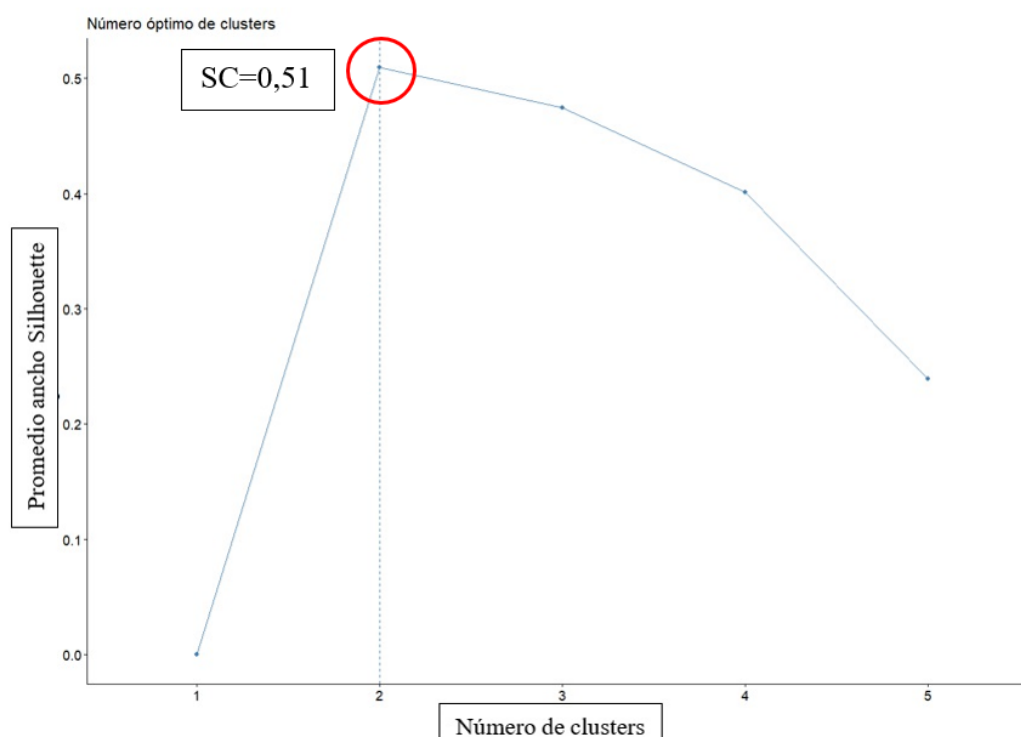


Gráfico 6-32 - Número óptimo de clusters método Silhouette promedio - Sonidos Tanda 1.

Teniendo en cuenta que para las tres herramientas anteriores (PCA, heatmap y dendrograma) se encontraron indicios de agrupamientos (en aparentemente $k = 3$ clusters), y que según el coeficiente de Silhouette el número óptimo de clusters sería $k = 2$, se aplica en RStudio la función “NbClust”, la cual contiene una batería de 27 índices diferentes donde cada uno sugiere el número óptimo de clusters. A su vez, esta función se aplica variando la distancia entre observaciones (euclidiana, manhattan, máximo). Un resumen de los resultados obtenidos se incluye en la **Tabla 6-43**.

Función	Resultado
NbClust (distancia=euclidiana)	10 índices propusieron $k=2$ como el óptimo
	11 índices propusieron $k=3$ como el óptimo
	4 índices propusieron $k=4$ como el óptimo
	2 índices propusieron $k=5$ como el óptimo
NbClust (distancia=manhattan)	11 índices propusieron $k=2$ como el óptimo
	10 índices propusieron $k=3$ como el óptimo
	4 índices propusieron $k=4$ como el óptimo
	2 índices propusieron $k=5$ como el óptimo
NbClust (distancia=máximo)	8 índices propusieron $k=2$ como el óptimo
	12 índices propusieron $k=3$ como el óptimo
	5 índices propusieron $k=4$ como el óptimo
	2 índices propusieron $k=5$ como el óptimo

Tabla 6-43 - Número óptimo de k según función NbClust variando la distancia.

A partir de la **Tabla 6-43**, y de todo el análisis anterior, es posible decir que existen indicios de agrupamientos para el caso de los sonidos en la Tanda 1 de escuchas. Asimismo, el número óptimo de clusters sería $k = 3$. Sin embargo, también existen evidencias de que con $k = 2$, los agrupamientos podrían ser razonables también.

Teniendo entonces el valor de $k = 3$ como número razonable de clusters obtenido, se aplica el algoritmo conocido como k-means, para particionar el conjunto de datos. Antes de presentar los resultados, se describe brevemente dicho algoritmo (Kalemkerian, 2022):

1. Asignar aleatoriamente un número, del 1 al K , a cada una de las observaciones. Estos sirven como asignaciones de grupos iniciales para las observaciones.
2. Iterar las siguientes dos etapas hasta que las asignaciones de clústeres dejen de cambiar:
 - a. Para cada uno de los K conglomerados, calcular el centroide del conglomerado.
 - b. Asignar cada observación al conglomerado cuyo centroide esté más cerca (donde más cercano se define usando la distancia euclidiana).

Se iteran las dos etapas hasta que se cumpla que el criterio de minimización de la inercia intragrupos se estabilice o hasta una cantidad de iteraciones fijas. En el **Anexo F** se proporciona información más detallada al respecto.

Se aplica entonces la función “kmeans” en RStudio, con $k = 3$, a la matriz de sonidos de la Tanda 1, obteniéndose como resultado el ploteo mostrado en el **Gráfico 6-33**.

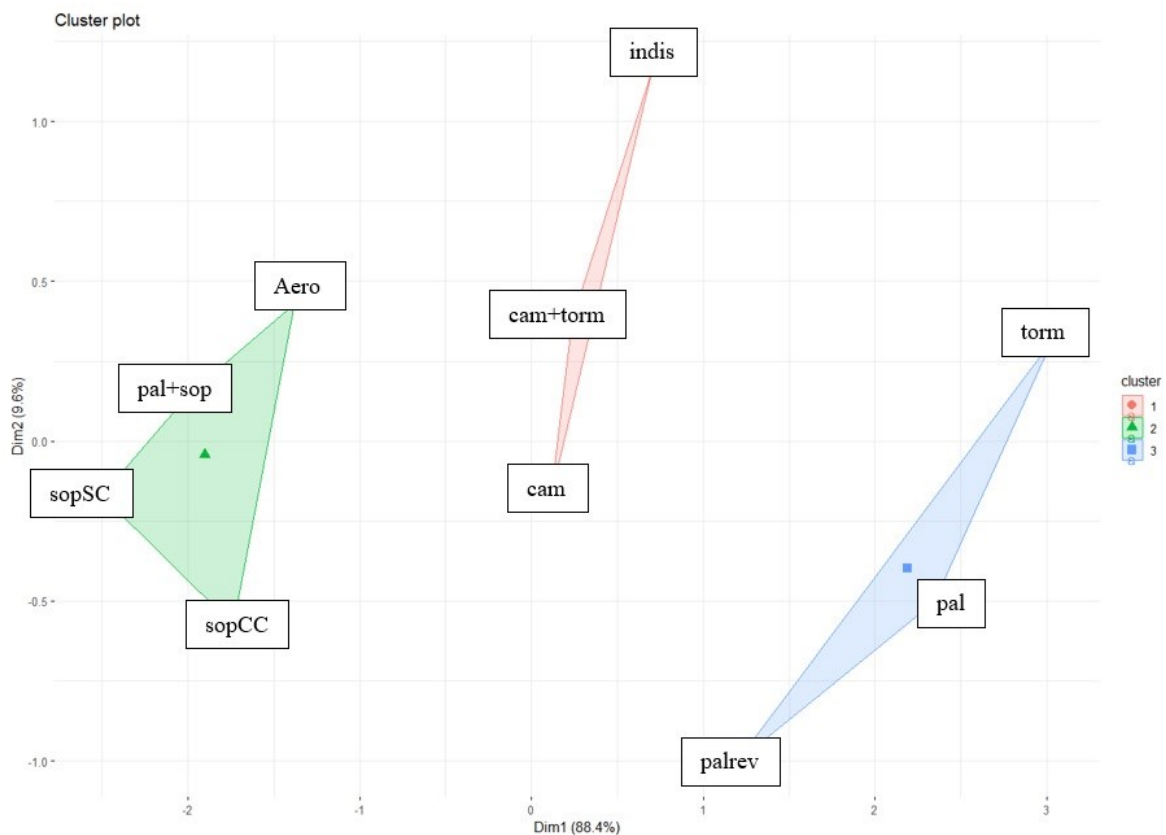


Gráfico 6-33 - K-means Sonidos Tanda 1 con $k=3$.

Al observar el **Gráfico 6-33**, se ve que el agrupamiento propuesto resulta sumamente razonable y claro si se profundiza en qué sonidos quedaron dentro de cada grupo, y la posición de los mismos en el plano compuesto por las dos primeras componentes principales (y lo que ellas representan). De izquierda a derecha, se observa:

- El cluster 2 (verde) compuesto por los sonidos que resultaron más molestos, fundamentalmente provenientes de fuentes mecánicas. Se vuelve a observar cómo el grado de molestia asociado al audio donde se superpuso el soplante sin cubierta con la palabra hablada, quedó completamente dominado por el soplante.
- El cluster 1 (rojo), integrado por los audios que generaron un grado de molestia intermedio, donde se entremezclan fuentes antropogénicas mecánicas, no mecánicas y naturales. Aquí también se observa cómo el grado de molestia asociado al audio donde se superpuso el camión diésel con la tormenta, quedó dominado por el camión.
- El cluster 3 (azul), compuesto por el audio con la tormenta, el de la palabra hablada, y el de la palabra hablada en reverso. Aquí vale mencionar que, si bien la palabra hablada en reverso quedó dentro de este cluster, el cual representa los sonidos que generaron menor grado de molestia, también podría ser razonable que dicho audio fuera agrupado en el cluster 1, quedando por separado los audios de la palabra hablada y la tormenta, que claramente fueron los menos molestos.

6.9.1.2. Tanda 2

Se procede de manera análoga con la matriz de sonidos correspondiente a la Tanda 2 de escuchas. Obsérvese que solamente cambian las primeras tres variables (connotación promedio, molestia numérica promedio y molestia verbal promedio), dado que el RMS Total no cambió para cada sonido entre la Tanda 1 y la Tanda 2.

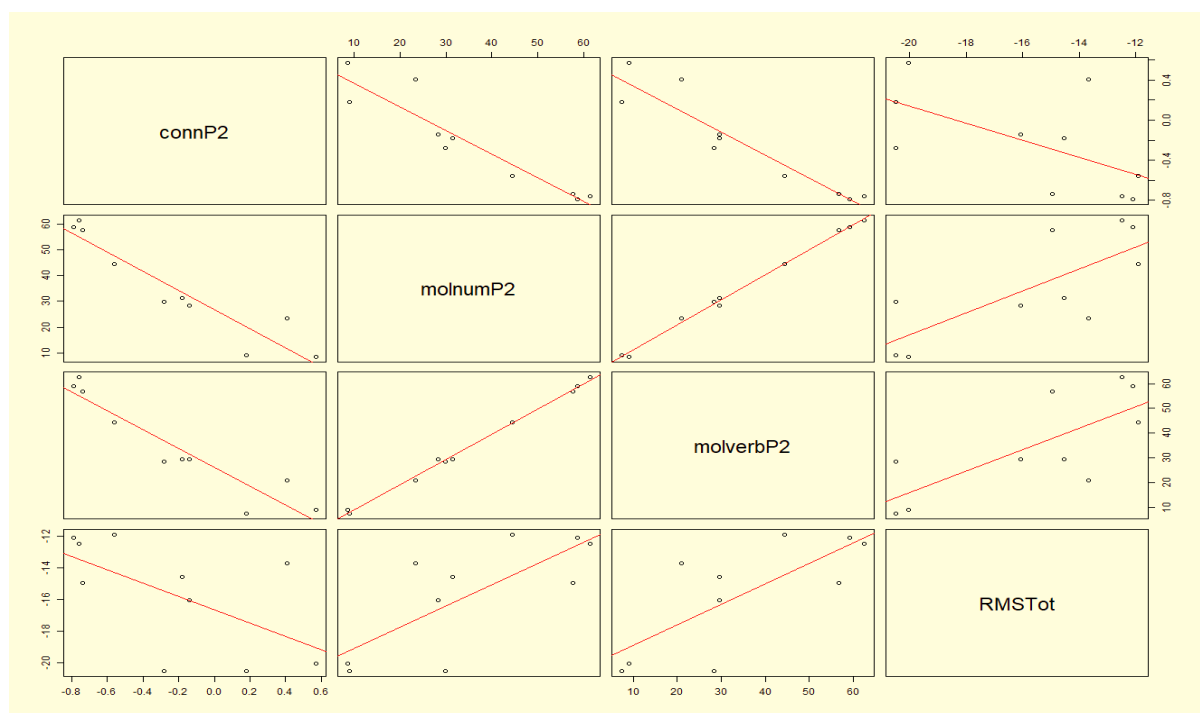


Gráfico 6-34 - Gráficos de dispersión - matriz de sonidos Tanda 2.

Al igual que para la Tanda 1, se observa en el **Gráfico 6-34**, que la connotación tiene un alto grado de correlación negativo con ambas escalas de molestia, las cuales a su vez presentan un cierto grado de correlación positiva con el RMS Total. Esto también es posible visualizarlo numéricamente al generar la matriz de correlaciones (**Tabla 6-44**).

	connP2	molnumP2	molverbP2	RMSTot
connP2	1.0000000	-0.9385965	-0.9376291	-0.5991204
molnumP2	-0.9385965	1.0000000	0.9982006	0.7550361
molverbP2	-0.9376291	0.9982006	1.0000000	0.7502240
RMSTot	-0.5991204	0.7550361	0.7502240	1.0000000

Tabla 6-44 - Matriz de correlación - Sonidos Tanda 2.

La matriz de rotación (**Tabla 6-45**) para este caso, presenta muchas similitudes respecto a la Tanda 1. La primera componente principal (PC1) está correlacionada con las cuatro variables, aunque en mayor medida con las variables molestia verbal y numérica. La componente PC2 por otra parte, está gobernada fundamentalmente por el RMS Total y en menor medida la connotación promedio.

	PC1	PC2	PC3	PC4
connP2	0.5000334	0.4661290	0.7296539	-0.01719095
molnumP2	-0.5290885	-0.1320868	0.4300150	-0.71951759
molverbP2	-0.5283507	-0.1405601	0.4682292	0.69415399
RMSTot	-0.4368953	0.8634348	-0.2519000	0.01221262

Tabla 6-45 - Matriz de rotación – PCA Sonidos Tanda 2.

En el biplot del **Gráfico 6-35**, se observa un cierto agrupamiento entre sonidos, sin embargo, a diferencia de la Tanda 1, aquí no está tan claro que sean 3 grupos. El audio con los sonidos indistinguibles y la palabra hablada en reverso parecen haber cambiado levemente su posición si se las compara con el biplot de la Tanda 1 mostrado en el **Gráfico 6-30**. Las correlaciones observadas entre variables sí tienen la misma interpretación que para la Tanda 1, donde las variables de molestia están sumamente correlacionadas entre sí y a su vez estas están correlacionadas negativamente con la connotación, y la variable RMS total presenta un grado de correlación menor con el resto de las variables.

Al calcular la proporción de la varianza de los datos explicado por las dos primeras componentes principales, se obtiene un 98,7 % (**Gráfico 6-36**), lo cual indica que, al considerar estas dos primeras variables, se tiene una representación casi completa de la información de los datos.

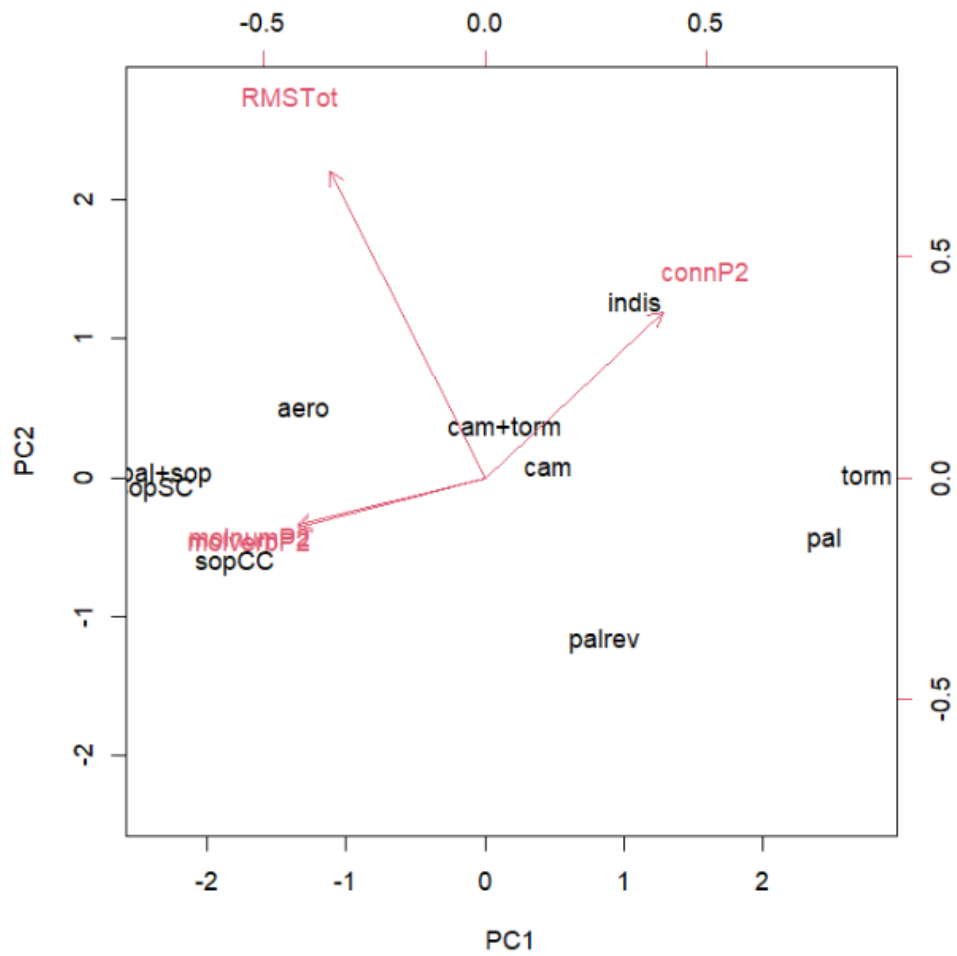


Gráfico 6-35 - Biplot PCA - Sonidos Tanda 2.

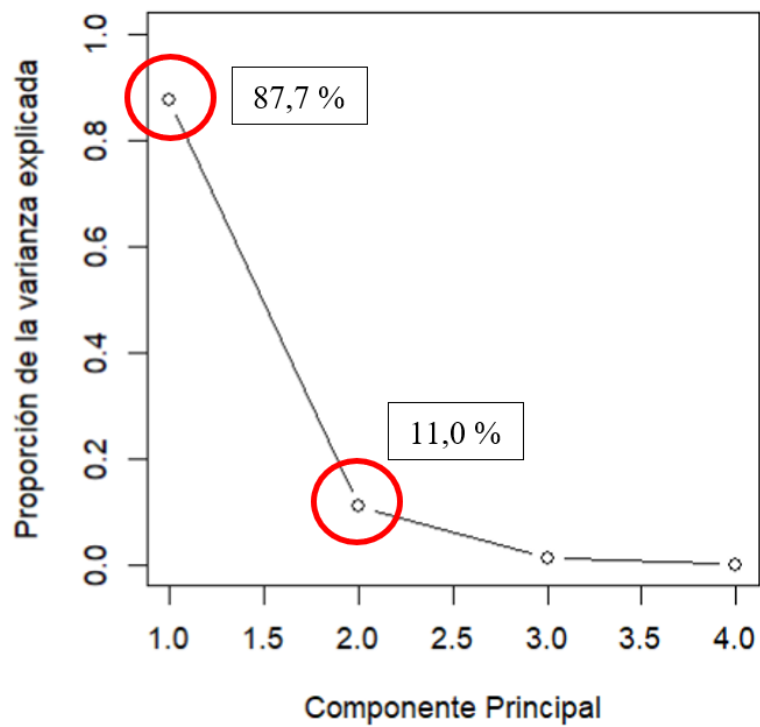


Gráfico 6-36 - Proporción de la varianza explicada PCA - Tanda 2.

Al construir el heatmap (**Figura 6-14**), se puede observar que, si bien se observan franjas de agrupamiento, se podrían distinguir tanto dos como tres franjas, según como se perciba. Esto reafirma lo observado a través del biplot anteriormente, donde se observaron agrupamientos, pero la selección del número de grupos no es tan clara.

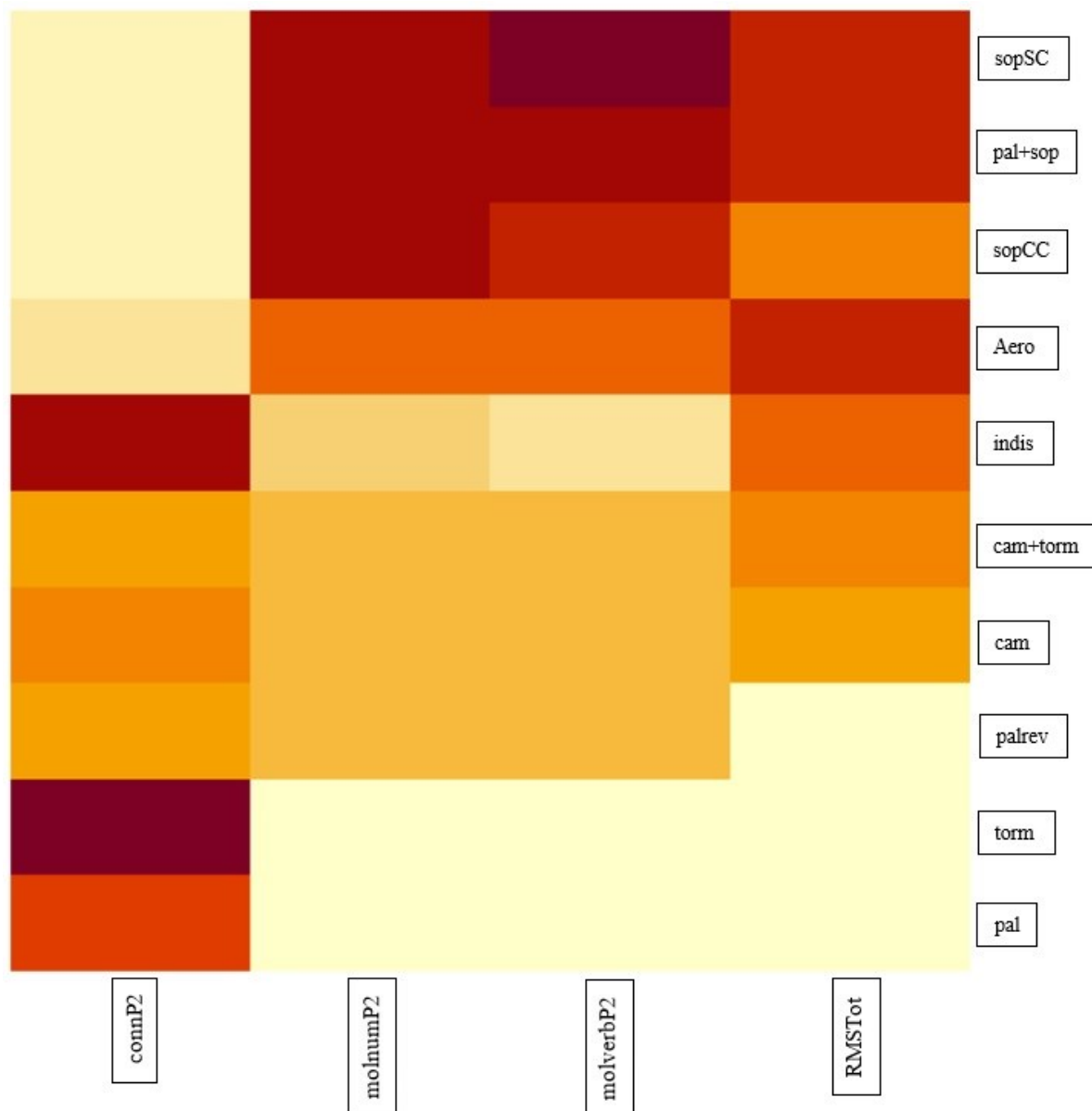


Figura 6-14 - Heatmap Sonidos Tanda 2.

Al igual que para la Tanda 1, se calcula el coeficiente de correlación entre la matriz de distancias de las observaciones (utilizando la distancia euclidiana) y la matriz de distancias cofenéticas. Se recuerda que cuanto más cercano a 1 sea el valor de correlación entre las mencionadas matrices, mejor reflejará el dendrograma la similitud real entre observaciones y valores superiores a 0,75 suelen ser considerados como buenos. Al calcular el coeficiente para los siete métodos mencionados en la sección 6.9.1.1, se obtuvieron los resultados expuestos en la **Tabla 6-46**. Allí se puede ver nuevamente que el método “Average” fue el que generó el coeficiente más alto (Coeficiente de correlación = 0,794), y con dicho método se construye el dendrograma (**Figura 6-15**).

Método	Coefficiente de correlación
Ward	0,780
Single	0,715
Complete	0,786
Average	0,794
Mcquitty	0,792
Median	0,775
Centroid	0,788

Tabla 6-46 - Coeficientes de correlación según métodos de distancia entre conjuntos (Tanda 2).

A partir de dendrograma generado, parece razonable seleccionar $k = 3$ o $k = 2$ como número de clusters. También es interesante observar que los audios correspondientes a los sonidos indistinguibles y a la palabra en reverso presentaron una distancia importante al momento de ser incorporados al conjunto más cercano, lo cual indica que fueron en cierta medida diferentes al resto. Siguiendo nuevamente la lógica aplicada en la Tanda 1, se decidió proseguir el análisis con $k = 3$. El dendrograma con este corte se muestra en la **Figura 6-16**.

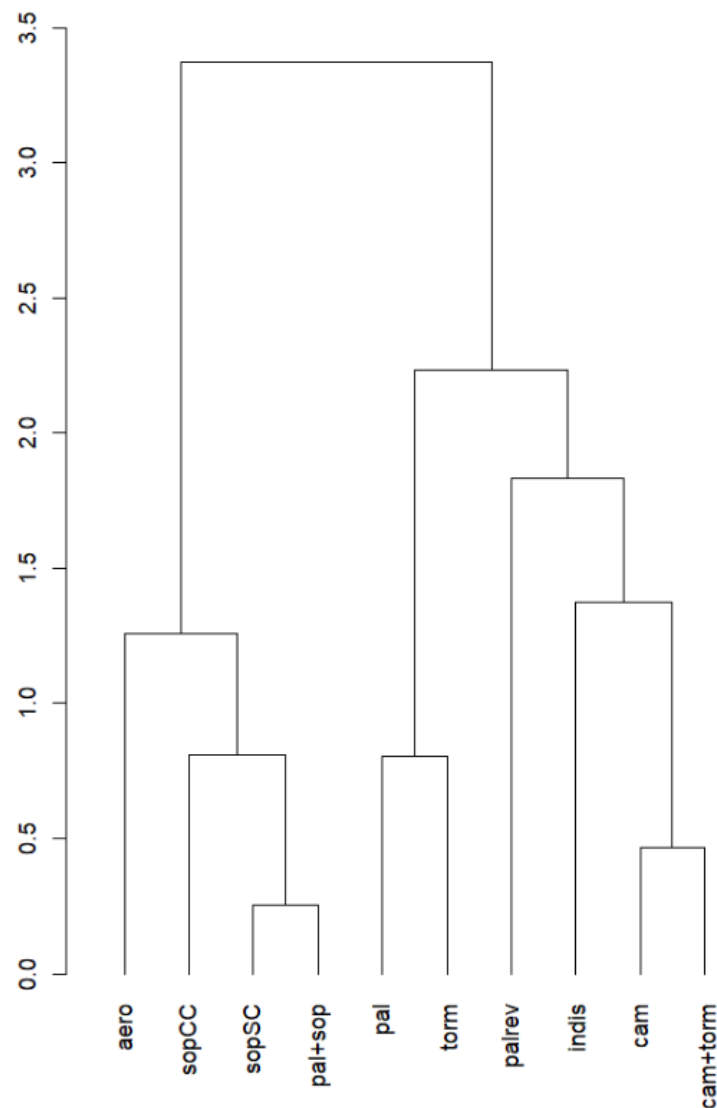


Figura 6-15 - Dendrograma Sonidos Tanda 2 (Average linkage).

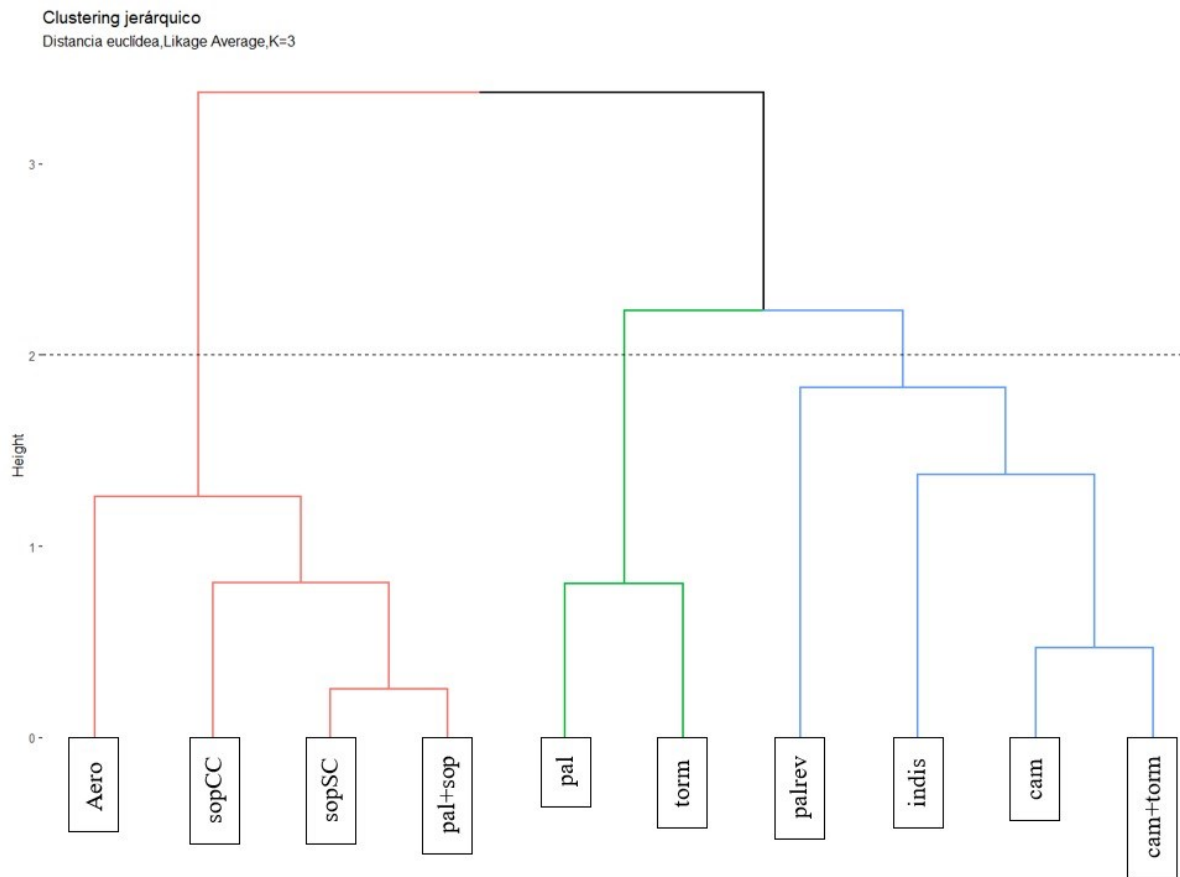


Figura 6-16 - Corte del dendrograma por sonidos Tanda 2 para $k = 3$ (Average linkage).

Se calcula ahora el coeficiente de Silhouette para diferentes valores de k (número de clusters), de manera de conocer con qué k se genera el valor más alto, el cual corresponde al número óptimo de clusters. El resultado de esto se puede observar en el **Gráfico 6-37**, de donde se obtuvo que para $k = 2$ el coeficiente de Silhouette (SC) vale 0,54. A partir de la **Tabla 6-42** donde se expuso la interpretación de los coeficientes por parte de Kaufman y Rousseeuw (1990) se concluye que la estructura encontrada es razonable, al igual que para la Tanda 1.

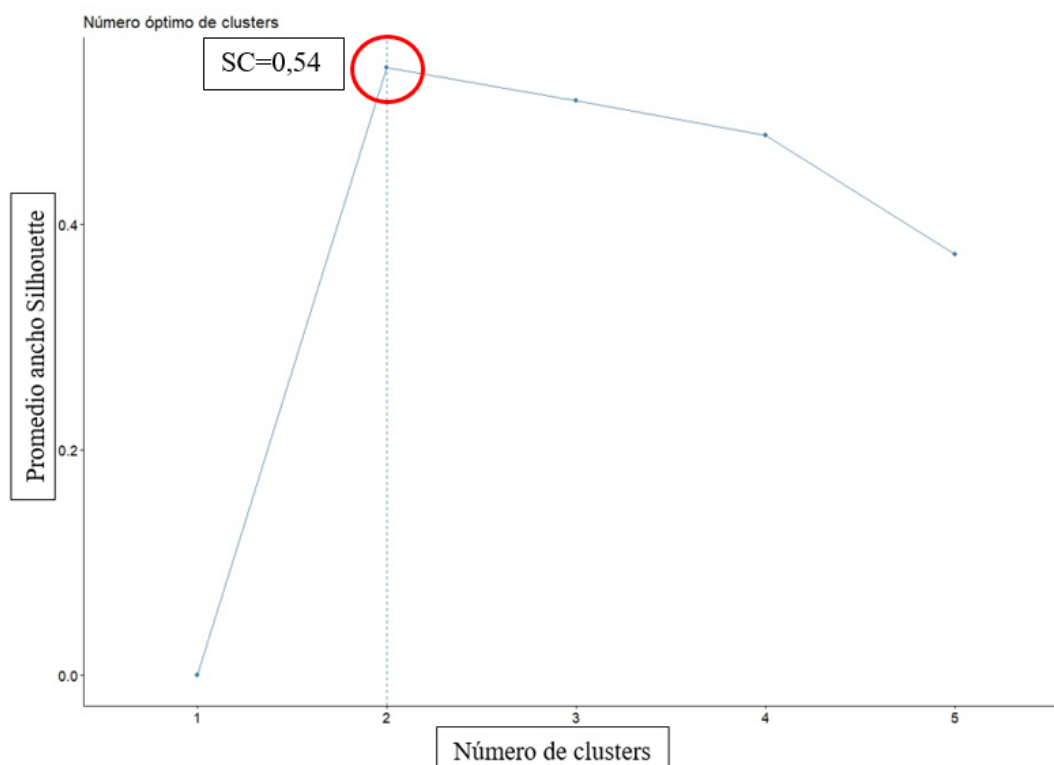


Gráfico 6-37 - Número óptimo de clusters método Silhouette promedio - Sonidos Tanda 2.

Por último, a modo de criterio definitivo para seleccionar el número óptimo de clusters, se aplica la función “NbClust”, la cual contiene una batería de 27 índices para dicha selección. Al igual que para la Tanda 1, se aplica variando la distancia entre observaciones (euclidiana, manhattan, máximo). Un resumen de los resultados obtenidos se incluye en la **Tabla 6-47**.

Función	Resultado
NbClust (distancia=euclidiana)	9 índices propusieron k=2 como el óptimo
	7 índices propusieron k=3 como el óptimo
	3 índices propusieron k=4 como el óptimo
	8 índices propusieron k=5 como el óptimo
NbClust (distancia=Manhattan)	9 índices propusieron k=2 como el óptimo
	8 índices propusieron k=3 como el óptimo
	3 índices propusieron k=4 como el óptimo
	7 índices propusieron k=5 como el óptimo
NbClust (distancia=máximo)	8 índices propusieron k=2 como el óptimo
	8 índices propusieron k=3 como el óptimo
	2 índices propusieron k=4 como el óptimo
	9 índices propusieron k=5 como el óptimo

Tabla 6-47 - Número óptimo de k según función NbClust variando la distancia (Tanda 2).

A partir de la **Tabla 6-47**, y de todo el análisis anterior, es posible decir que para la Tanda 2 también existen indicios de agrupamientos respecto a los sonidos. Para este caso, el número óptimo de clusters sería $k = 2$, con una estructura razonable. Sin embargo, también existen evidencias de que con $k > 2$, los agrupamientos podrían ser razonables también.

Se decide aplicar entonces k-means con $k = 2$ para particionar el conjunto de observaciones, obteniéndose así el gráfico mostrado en el **Gráfico 6-38**.

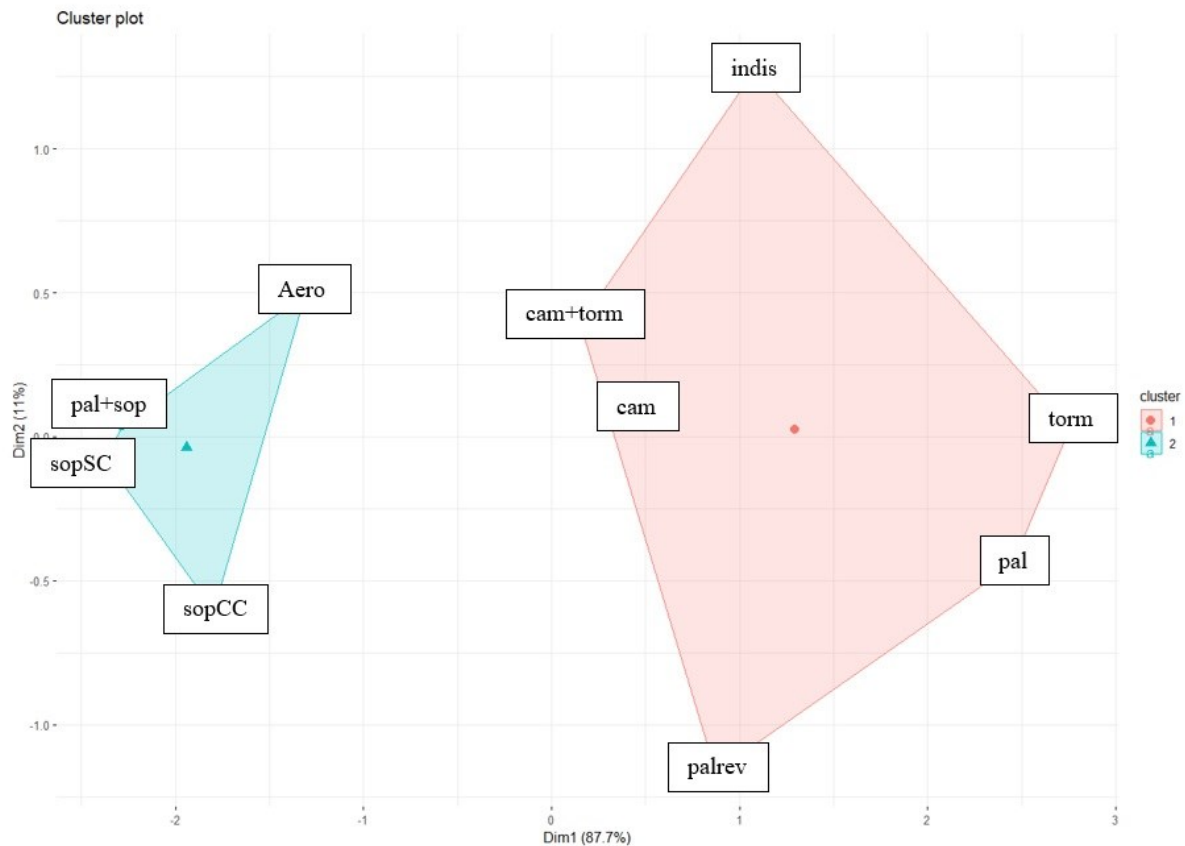


Gráfico 6-38 - K-means Sonidos Tanda 2 con $k=2$.

Al observar el **Gráfico 6-38**, se ve que el agrupamiento propuesto resulta razonable (al igual que para la Tanda 1), sobre todo al tener en cuenta los sonidos que quedaron incluidos en cada cluster y su posición en el plano de las dos componentes principales. Esencialmente se observa:

- Cluster 1 (rojo) compuesto por los sonidos que en promedio resultaron menos molestos y con connotaciones menos negativas.
- Cluster 2 (azul) compuesto por los sonidos que generaron el mayor grado de molestia, los cuales a su vez presentaron las connotaciones más negativas.

6.9.2. Matrices de individuos

En esta segunda etapa del análisis multivariado, se profundizará ahora en el estudio de los datos por individuos. Es decir, las matrices de datos estarán conformadas por las respuestas individuales a las preguntas personales y por los promedios individuales a las preguntas sobre los audios. A diferencia del caso anterior para las matrices de sonidos, aquí se incluyen variables categóricas, por lo cual, las herramientas de análisis deben ser ajustadas en tal sentido.

En este caso, se aplicará una técnica de análisis denominada Análisis Factorial de Datos Mixtos (FAMD por sus siglas en inglés), la cual permite estudiar en simultáneo datos categóricos y cuantitativos (Kassambara, 2017), como es el caso de la matriz de individuos. Es decir, es una

técnica análoga a PCA (utilizada para variables continuas), pero donde se respeta la naturaleza de los datos, con el fin de analizar qué tan similares son los individuos teniendo en cuenta todas las variables, y qué relación tienen todas las variables. Es importante recalcar que tanto las variables cualitativas como las cuantitativas serán estandarizadas durante el análisis, dado que las unidades de medida son diferentes.

Como paso previo a la aplicación de esta técnica, se aplicará PCA a la matriz de datos de los individuos, pero sin incluir las variables categóricas. Esto se hace con el objetivo de poder detectar posibles observaciones atípicas (“outliers”), las cuales podrían alterar los resultados del análisis y distorsionar la posible observación de agrupamientos. Al igual que para el caso de los sonidos, para los individuos también habrá dos matrices, una para la Tanda 1 de escuchas, y otra para la Tanda 2.

6.9.2.1. Tanda 1

Al hacer esto para la Tanda 1, con los 44 individuos y las 6 variables (edad, condición de salud, grado de exposición habitual al ruido, sensibilidad al ruido, molestia promedio según escala numérica, molestia promedio según escala verbal), se obtuvo el biplot mostrado en el **Gráfico 6-39**, para las dos primeras componentes principales. En dicho gráfico, es posible observar en primer lugar que las variables de molestia se correlacionan positivamente en cierto grado con las variables “edad” y “exposición al ruido”, mientras que con las variables “sensibilidad al ruido” y “condición de salud” están prácticamente incorrelacionadas. Estas relaciones serán corroboradas luego de la eliminación de outliers.

Visualizando ahora la ubicación de las observaciones en el **Gráfico 6-39**, se destacan en color magenta dos individuos (denominados “i1” e “i17”) que claramente se encuentran separados del resto de la nube de puntos. Si bien es importante recordar que aquí se representan solamente las dos primeras componentes principales, las cuales en este caso logran explicar el 59 % de la varianza total del set de datos y en este primer análisis no se incluyeron las variables categóricas, se decide prescindir de estas dos observaciones para el análisis posterior, por la posible distorsión que pudieran incorporar a los resultados. Se destaca además que no se trata de individuos con características similares (un hombre y una mujer de diferentes franjas etarias, entre otras diferencias), ya que si eso sucediera, la eliminación de las observaciones podría no ser una buena alternativa.

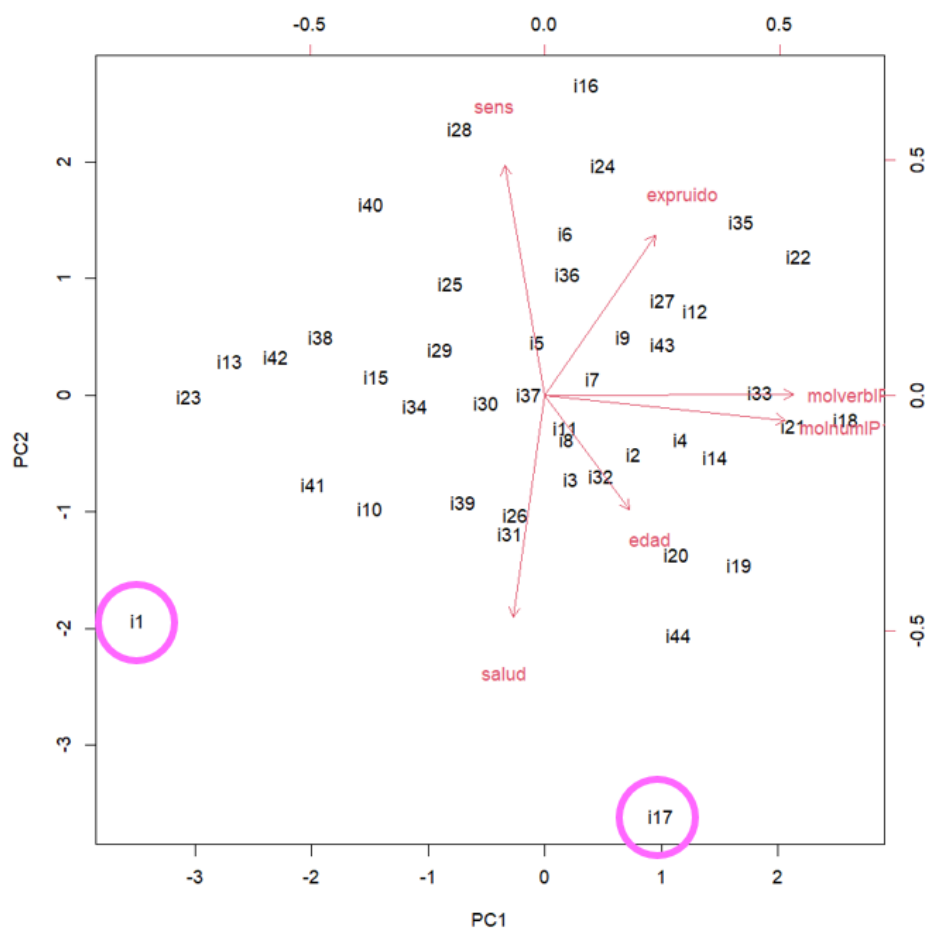


Gráfico 6-39 - Biplot PCA individuos Tanda 1.

Hecho esto, el análisis factorial de datos mixtos (FAMD) será aplicado al set de datos compuesto por los 42 individuos resultantes y las diez variables mostradas en la **Tabla 6-48**. Se puede ver que se trata de una matriz de 42 filas y 10 columnas, donde existen 4 variables categóricas (género, estado de ánimo inicial, horas de trabajo semanales, alérgico) y 6 variables cuantitativas (edad, condición de salud, grado de exposición habitual al ruido, sensibilidad al ruido, molestia numérica promedio, molestia verbal promedio). Cabe destacar que solamente tres variables cambiarán sus datos entre tandas: estado de ánimo, molestia numérica promedio y molestia verbal promedio.

Edad	Género	Salud	Ánimo0	Horas	Exp.ruido	Sens.	Alérgico	Mol.num.P1	Mol.verb.P1
45	Hombre	8	Positivo	<40	4,5	26	No alérgico	39	42,5
25	Hombre	8	Neutro	<40	6,5	15	No alérgico	35	32,5
58	Hombre	7	Positivo	40-60	6	23	No alérgico	35	40
39	Hombre	7	Negativo	<40	5,5	26	No alérgico	34	30
28	Mujer	7	Positivo	<40	7	27	Alérgico	35	32,5
34	Mujer	7	Positivo	<40	6,5	20	No alérgico	30	37,5
47	Hombre	8	Positivo	40-60	5	26	Alérgico	33	35
33	Hombre	8	Positivo	40-60	7	25	No alérgico	40	35
53	Mujer	8	Positivo	40-60	5,5	21	No alérgico	12	17,5

Tabla 6-48 - Matriz de datos – individuos Tanda 1.

Edad	Género	Salud	Ánimo0	Horas	Exp.ruido	Sens.	Alérgico	Mol.num.P1	Mol.verb.P1
54	Hombre	8	Positivo	40-60	5,5	27	No alérgico	28	35
48	Mujer	6	Positivo	40-60	8	21	No alérgico	34	37,5
35	Hombre	7	Positivo	<40	5,5	23	No alérgico	10	5
46	Hombre	7	Positivo	40-60	4,5	23	No alérgico	47	45
28	Mujer	8	Positivo	40-60	5,5	24	Alérgico	20	22,5
26	Mujer	6	Positivo	40-60	9	28	Alérgico	30	32,5
45	Mujer	5	Negativo	<40	4,5	19	No alérgico	57	52,5
42	Hombre	8	Positivo	<40	6	15	No alérgico	47	42,5
37	Hombre	7	Negativo	40-60	6	11	No alérgico	41	37,5
33	Mujer	7	Negativo	<40	5,5	20	No alérgico	55	50
28	Mujer	7	Positivo	<40	7,5	25	No alérgico	52	50
38	Mujer	8	Positivo	40-60	4	28	Alérgico	6	10
29	Mujer	6	Positivo	<40	8	26	No alérgico	35	32,5
30	Mujer	7	Negativo	40-60	6,5	25	Alérgico	24	25
27	Hombre	7	Positivo	<40	5,5	12	No alérgico	29	30
36	Mujer	7	Positivo	40-60	6	27	No alérgico	38	45
42	Hombre	3	Positivo	40-60	5,5	27	Alérgico	26	20
35	Mujer	7	Positivo	<40	5,5	24	No alérgico	18	30
32	Hombre	8	Negativo	<40	4,5	26	Alérgico	31	32,5
38	Mujer	8	Positivo	<40	4,5	19	No alérgico	32	30
31	Mujer	9	Negativo	<40	6	21	No alérgico	35	40
52	Mujer	8	Positivo	<40	7,5	25	No alérgico	50	37,5
40	Mujer	5	Negativo	<40	3	21	No alérgico	24	25
52	Mujer	5	Negativo	40-60	8,5	23	No alérgico	29	45
29	Hombre	6	Neutro	40-60	5,5	25	Alérgico	39	32,5
22	Hombre	8	Positivo	<40	6	21	No alérgico	37	30
30	Mujer	6	Neutro	<40	5,5	20	No alérgico	8	20
49	Hombre	8	Negativo	<40	7,5	16	No alérgico	16	20
29	Mujer	5	Positivo	40-60	4,5	28	No alérgico	24	20
30	Mujer	7	Positivo	<40	3,5	19	No alérgico	22	15
28	Hombre	8	Negativo	40-60	6	24	Alérgico	15	10
33	Mujer	6	Neutro	40-60	7	18	Alérgico	41	35
39	Hombre	10	Negativo	<40	6,5	15	No alérgico	41	40

Tabla 6-48 - Matriz de datos – individuos Tanda 1 (continuación).

Se debe tener en cuenta que, para la conformación de las categorías de estado de ánimo inicial y final, se definió el siguiente criterio:

- Si la selección fue: Calmado, Relajado, Distendido, Tranquilo, Sorprendido, Animado, Alegre o Motivado, se consideró como “Positivo”.
- Si la selección fue: Ansioso, Estresado, Tenso, Molesto, Malhumorado, Exhausto, Decaído o Cansado, se consideró como “Negativo”.
- Si se seleccionaron varios estados de ánimo, se efectuó una valoración de los mismos para clasificar como “Positivo”, “Neutro” o “Negativo”.

Luego de aplicar la función “FAMD” en RStudio, en la **Tabla 6-49** se muestran algunas características de las cinco primeras dimensiones principales calculadas por dicha herramienta. Estas dimensiones, son combinaciones lineales de las variables originales y si bien existen más dimensiones principales, en la tabla se muestran solamente las que presentan valores propios mayores a 1 (columna 2 de la **Tabla 6-49**), lo cual significa que reportan más varianza que alguna de las variables originales. En la tercera columna de la mencionada tabla, se muestra el porcentaje de varianza explicado por cada una de las cinco primeras dimensiones principales (lo cual a su vez se grafica en el **Gráfico 6-40** junto a los valores propios). Por último, en la cuarta columna, se muestra el porcentaje acumulado de varianza explicada a medida que se van sumando las dimensiones. Vale la pena observar que, con estas cinco dimensiones, se logra explicar algo más que el 71 % de la varianza total del set de datos y si solo se toman en cuenta las dos primeras dimensiones principales, este porcentaje es igual a 37,7 %. Esto indica que los datos presentan una complejidad importante, ya que no es posible reducir sustancialmente las variables sin perder información de los mismos.

	eigenvalue	variance.percent	cumulative.variance.percent
Dim.1	2.436189	22.147170	22.14717
Dim.2	1.714380	15.585268	37.73244
Dim.3	1.445968	13.145159	50.87760
Dim.4	1.205518	10.959256	61.83685
Dim.5	1.019483	9.268023	71.10488

Tabla 6-49 - Características de las cinco dimensiones principales - FAMD Tanda 1 Individuos.

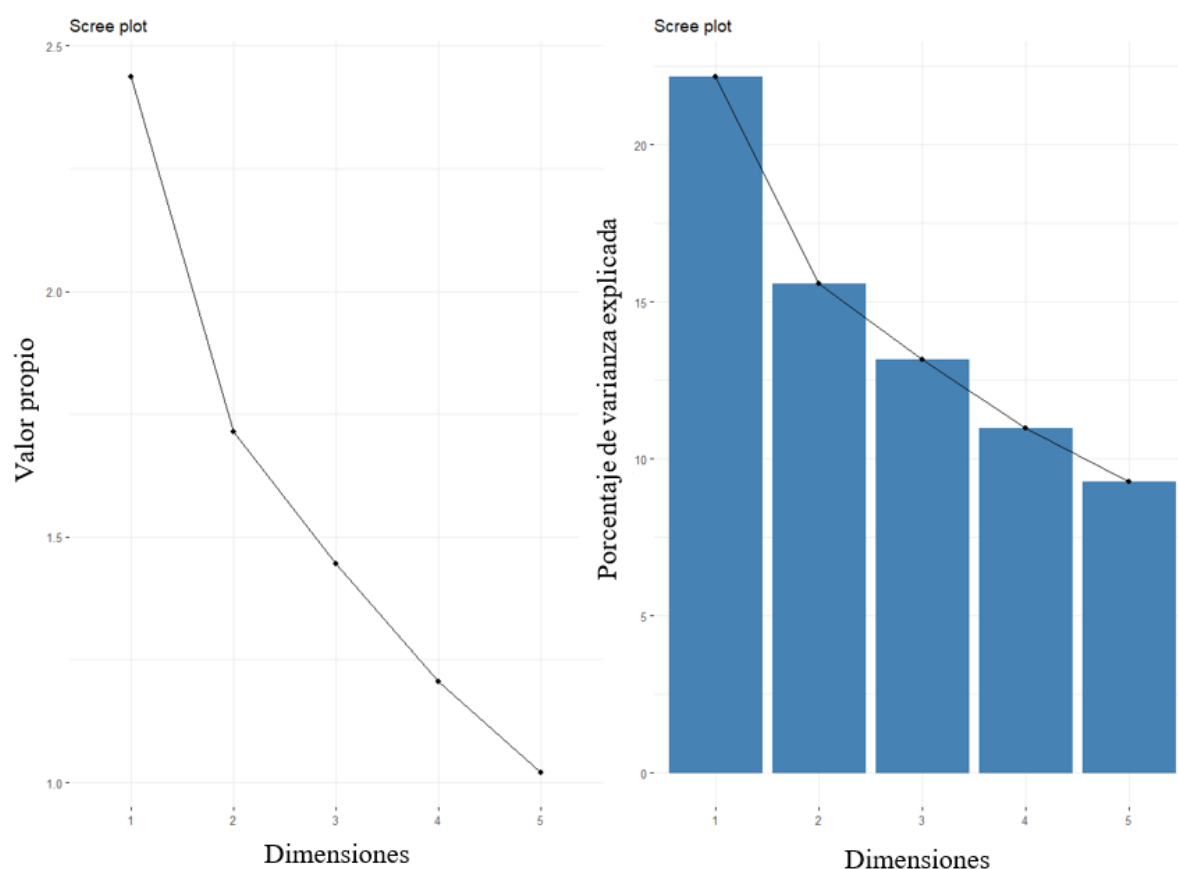


Gráfico 6-40 - Valores propios y varianza explicada por las cinco primeras dimensiones principales (FAMD Tanda 1).

De forma de detallar cuáles son las variables que más aportan a cada una de las tres primeras dimensiones principales, se construyen los gráficos **Gráfico 6-41**, **Gráfico 6-42** y **Gráfico 6-43**. En dichos gráficos, la línea roja punteada representa la contribución promedio, es decir, el 100 % de contribución dividido entre las diez variables en estudio (= 10 %).

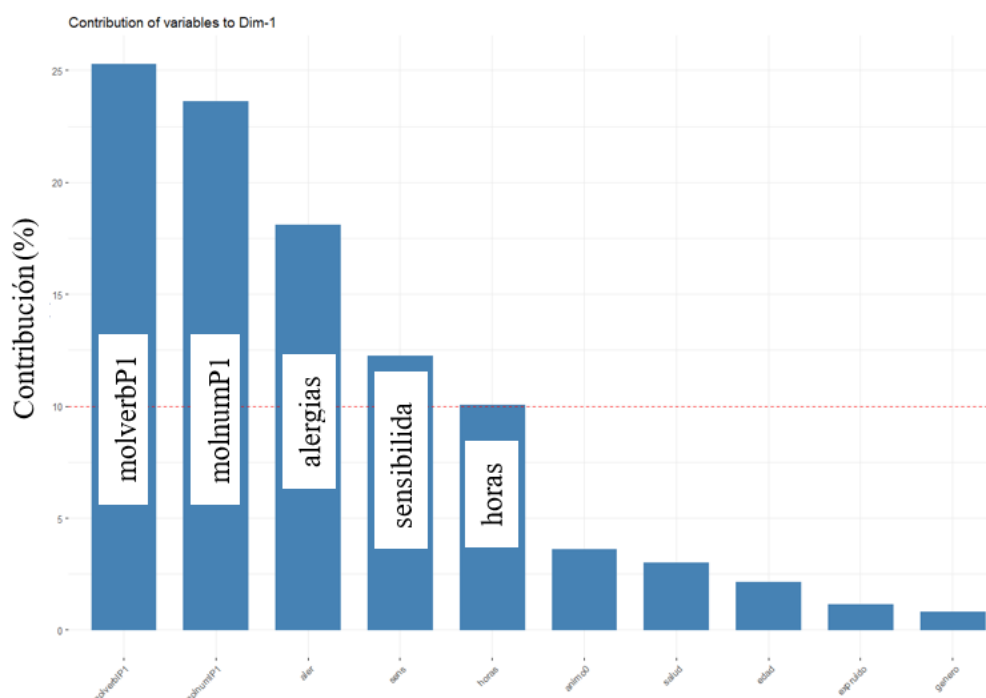


Gráfico 6-41 - Contribución de las variables a la dimensión 1 - Tanda 1.

Se observa como la dimensión 1 (**Gráfico 6-41**) está gobernada fundamentalmente por las variables de molestia (numérica y verbal) y alergia, presentando también una contribución menos significativa de la sensibilidad al ruido.

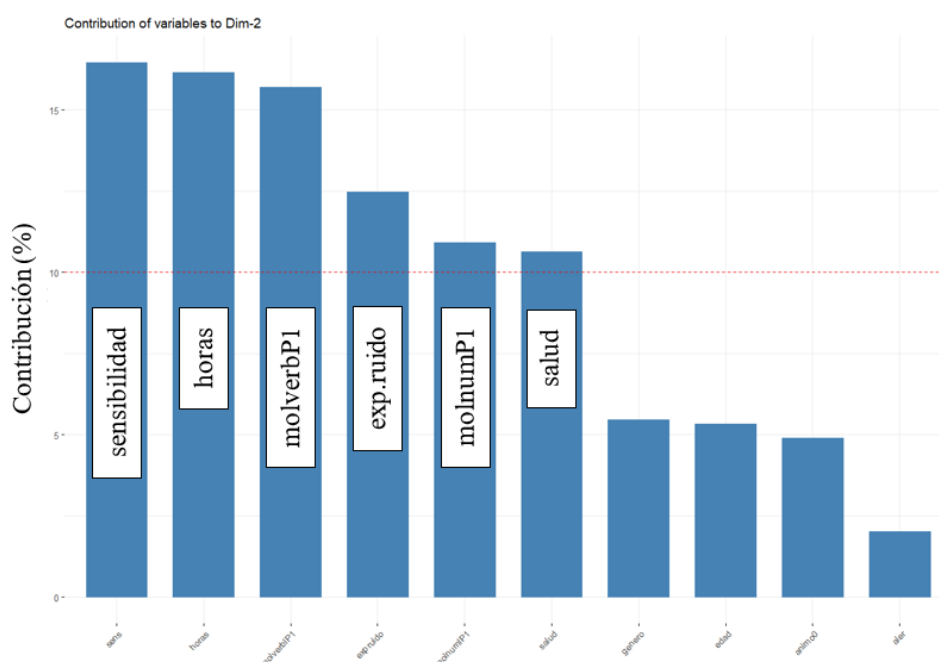


Gráfico 6-42 - Contribución de las variables a la dimensión 2 - Tanda 1.

Por su parte, la dimensión 2 (**Gráfico 6-42**) está representada principalmente por la sensibilidad al ruido, las horas de trabajo semanales y la molestia en escala verbal, con aportes menores del grado de exposición habitual al ruido, la molestia en escala numérica y la condición de salud.

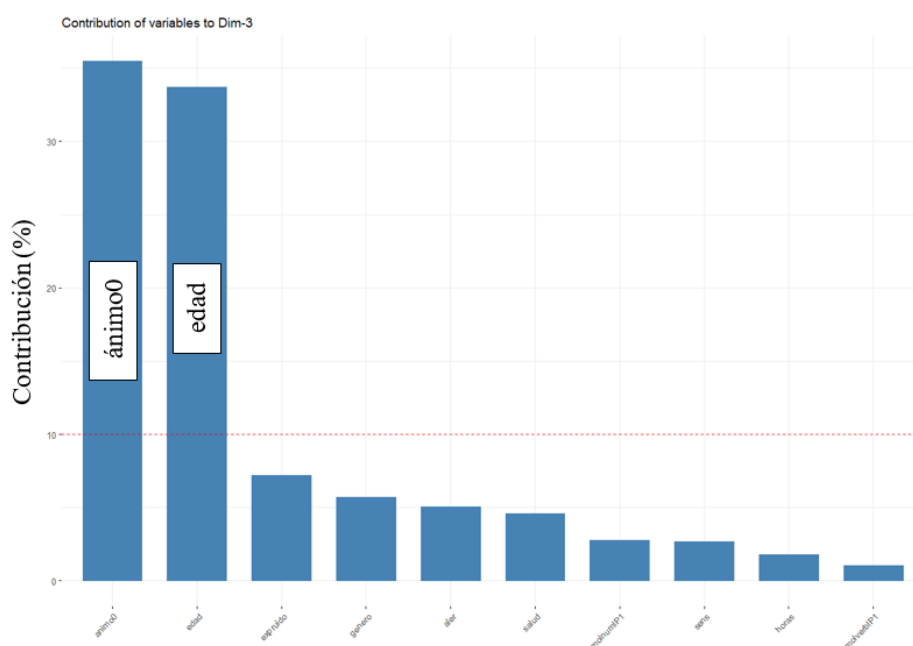


Gráfico 6-43 - Contribución de las variables a la dimensión 3 - Tanda 1.

Finalmente, la dimensión 3 (**Gráfico 6-43**) está ampliamente gobernada por el estado de ánimo inicial y la edad. Una observación relevante es que la variable “género” no tiene una contribución significativa en ninguna de las tres primeras dimensiones principales.

Otra forma de ver parte del resultado anterior es a través del **Gráfico 6-44**. Allí se muestra la correlación existente entre cada una de las variables (categóricas y numéricas) y las dos primeras dimensiones principales, las cuales como se vio, logran explicar un 37,7 % de la varianza total del set de datos.

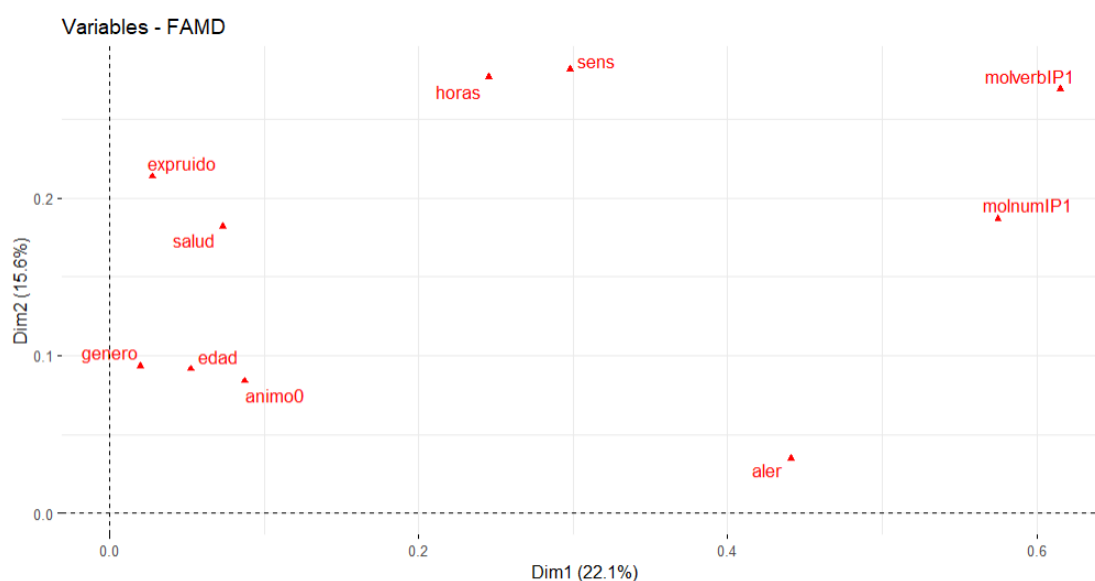


Gráfico 6-44 - Correlación entre variables y las dos dimensiones principales - Tanda 1.

Como siguiente paso, se grafica el set de las 42 observaciones en un espacio tridimensional, cuyos ejes representan las coordenadas en las primeras tres dimensiones principales (con las cuales se logra explicar un 50,9 % de la varianza total). La característica de estos gráficos 3D es que se realiza una distinción de colores según las variables categóricas (género, estado de ánimo inicial, horas de trabajo semanales, alérgico), de manera de poder visualizar posibles agrupamientos en función de estas variables en las tres primeras dimensiones principales.

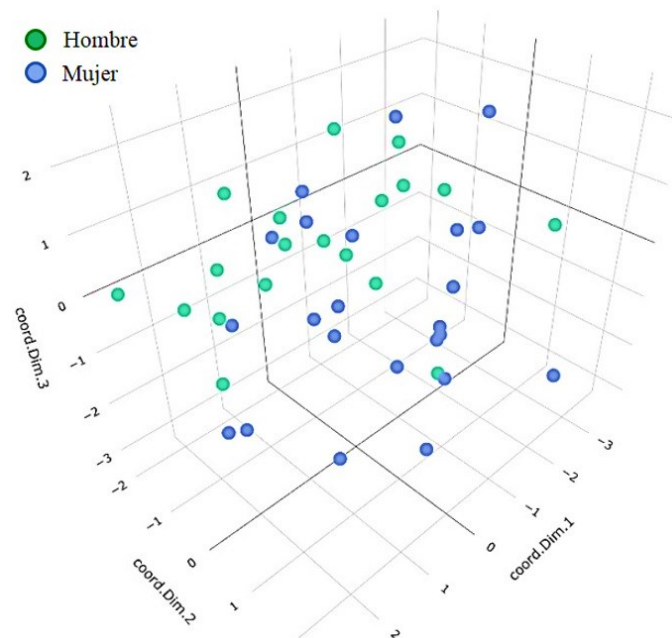


Gráfico 6-45 - Gráfico 3D de dimensiones principales para individuos en Tanda 1 (género).

A partir del **Gráfico 6-45** y habiendo efectuado la rotación de ejes en RStudio para visualizar diferentes ángulos, no fue posible divisar ningún tipo de agrupamiento según la variable género.

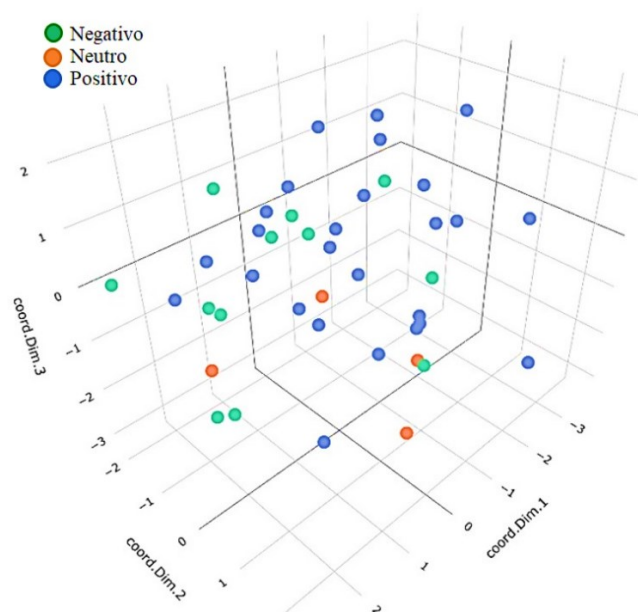


Gráfico 6-46 - Gráfico 3D de dimensiones principales para individuos en Tanda 1 (estado de ánimo inicial).

Para el caso de la variable “estado de ánimo inicial”, si bien en el **Gráfico 6-46** no parece haber ninguna separación clara, al rotar los ejes se obtuvo el **Gráfico 6-47**, donde sí es posible ver un agrupamiento de los individuos cuyo estado de ánimo inicial fue clasificado como “neutro”. Sin embargo, para el resto de las categorías no parece haber ninguna separación ni agrupamiento en estas tres dimensiones principales.

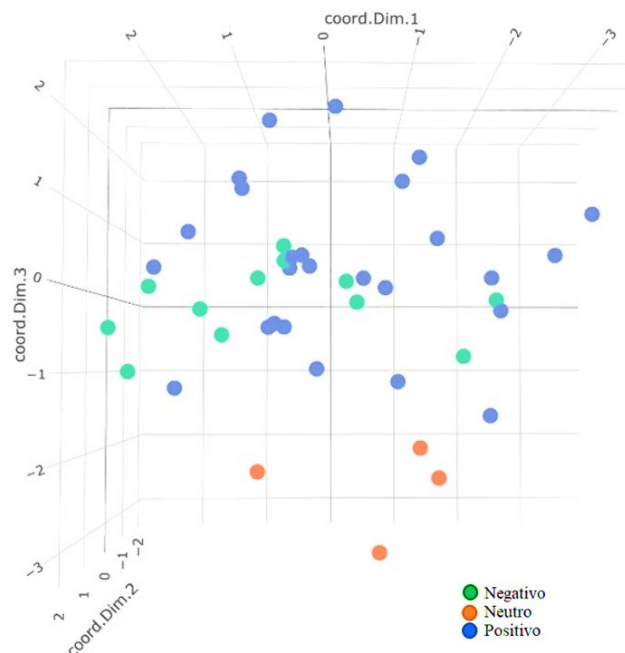


Gráfico 6-47 - Rotación de ejes de Gráfico 6-46.

En el **Gráfico 6-48** correspondiente a las horas de trabajo semanales, es posible divisar un cierto agrupamiento de las observaciones. Al rotar los ejes, es posible mejorar esta visualización al observar el plano compuesto por las dos primeras dimensiones principales (**Gráfico 6-49**). Se distinguen en color amarillo y azul los agrupamientos mencionados.

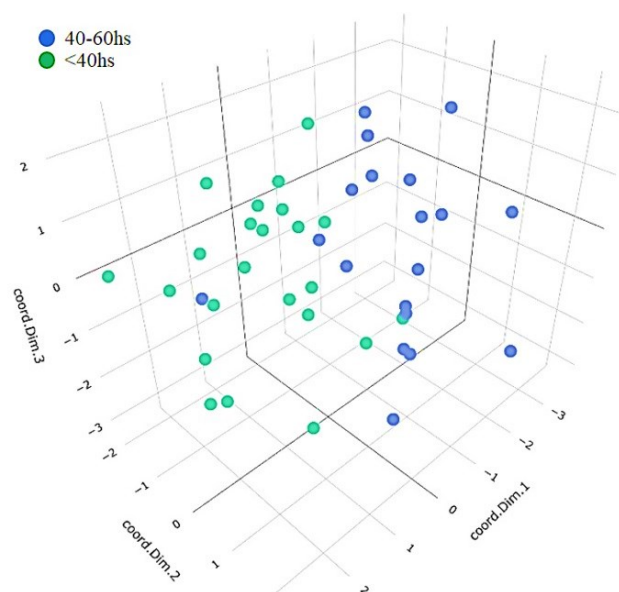


Gráfico 6-48 - Gráfico 3D de dimensiones principales para individuos en Tanda 1 (horas de trabajo semanales).

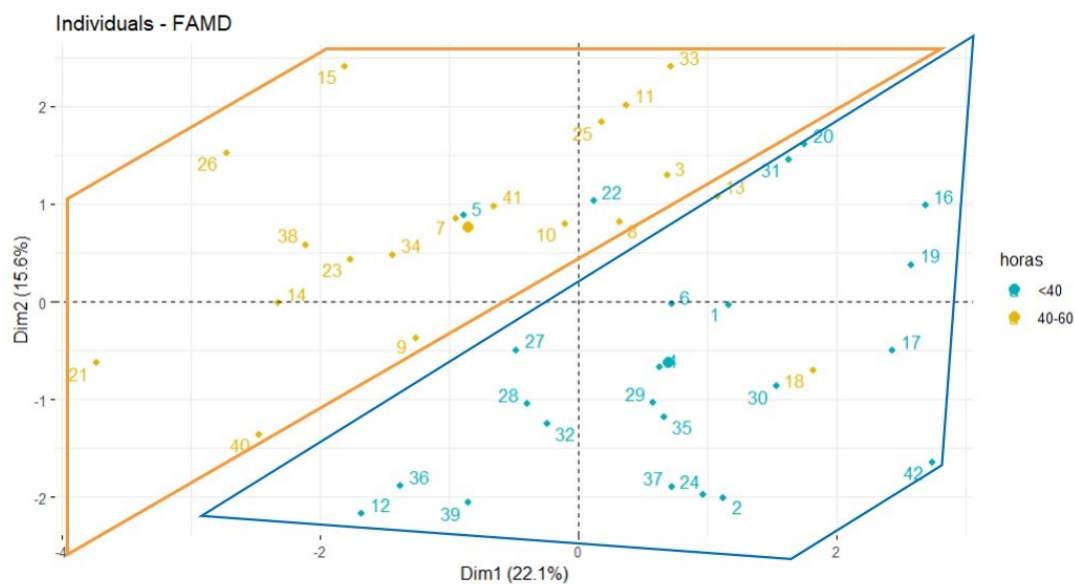


Gráfico 6-49 - Posiciones de individuos primeras dos dimensiones principales según horas de trabajo semanales (Tanda 1).

Finalmente, se realiza el gráfico distinguiendo según individuos alérgicos y no alérgicos (**Gráfico 6-50**). Para este caso, al igual que para las horas de trabajo semanales, parece haber un indicio de agrupamiento, pero el mismo no es claro sin realizar la rotación de ejes.

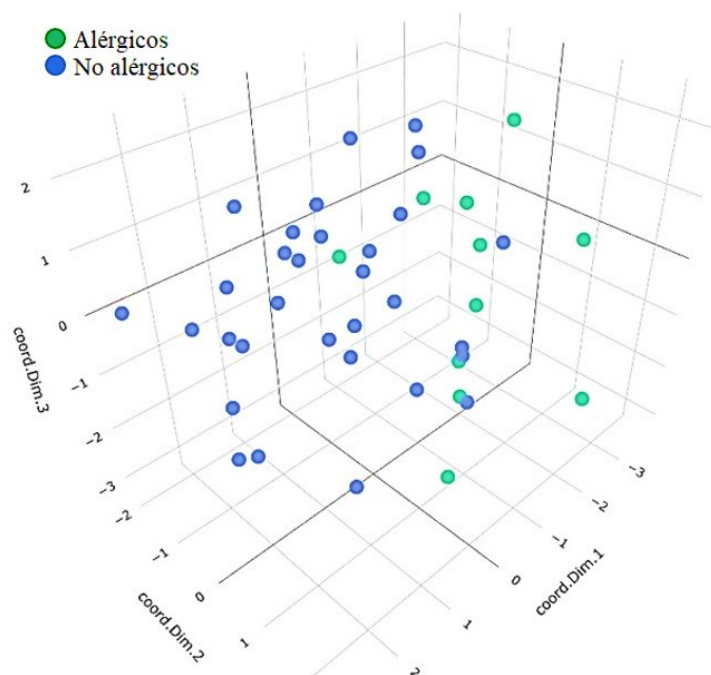


Gráfico 6-50 - Gráfico 3D de dimensiones principales para individuos en Tanda 1 (alérgico).

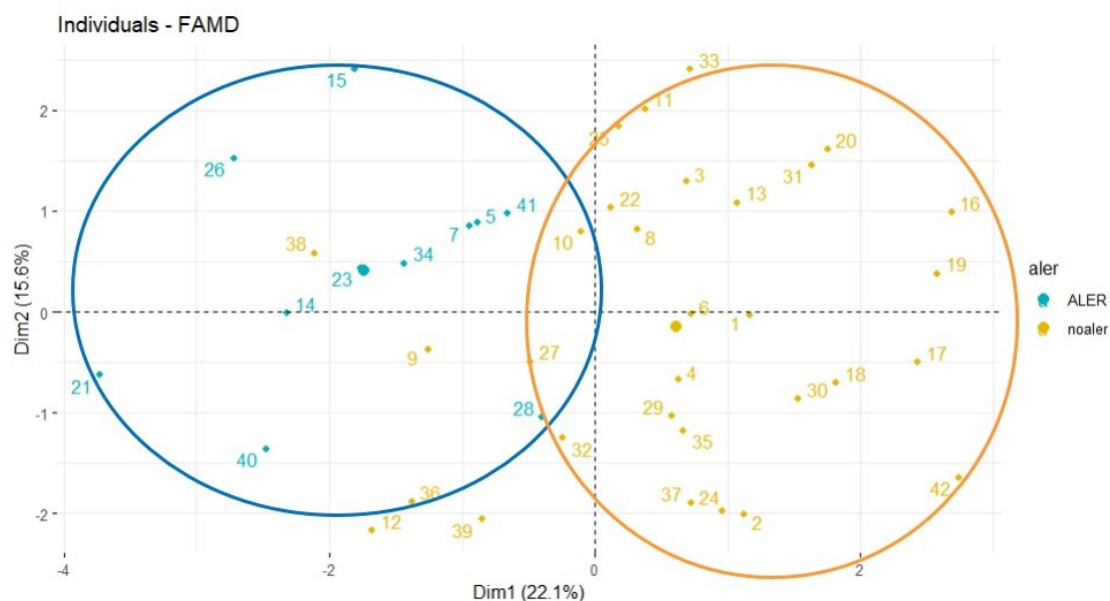


Gráfico 6-51 - Posiciones de individuos primeras dos dimensiones principales según alérgico (Tanda 1).

Al efectuar la rotación de ejes, nuevamente el plano compuesto por las dos primeras dimensiones principales es el que resulta más útil (**Gráfico 6-51**). Allí es posible divisar una cierta separación algo difusa entre individuos alérgicos y no alérgicos.

Se buscará en los siguientes pasos del análisis verificar los indicios de separación descritos anteriormente, además de efectuar la misma técnica para la Tanda 2. Es importante resaltar que el hecho de que para la variable “género” no se hayan observado agrupamientos en los gráficos, no significa que no los haya, ya que los mismos podrían no responder a relaciones lineales o quizás la cantidad de datos no sea suficiente, entre otras cosas.

Otro de los resultados de la función FAMD es el círculo de correlaciones (**Gráfico 6-52**), en el cual se puede ver qué variables se encuentran más correlacionadas entre sí y qué tan bien se encuentran representadas por las primeras dos dimensiones principales. Como se puede observar, las dos variables de molestia (numérica y verbal) se encuentran sumamente correlacionadas entre sí, lo cual corrobora lo expuesto en la sección 6.8.4 para los sonidos. Además, estas dos variables se encuentran muy bien representadas por las dos primeras componentes principales (posición de las flechas muy cercana al círculo). También se deduce que existió un cierto grado de correlación (positivo) entre el grado de exposición al ruido y la molestia, así como entre la edad y la molestia. Esto se desprende del ángulo formado entre las variables, donde ángulos más pequeños indican mayor correlación y ángulo recto indica incorrelacionadas. En este sentido, se puede observar también que tanto la sensibilidad al ruido como la condición de salud, estuvieron prácticamente incorrelacionadas con las variables de molestia. La sensibilidad al ruido tuvo una correlación negativa casi perfecta con la condición de salud, es decir, los individuos más sensibles al ruido se autoevaluaron con una condición de salud pobre en relación a la muestra.

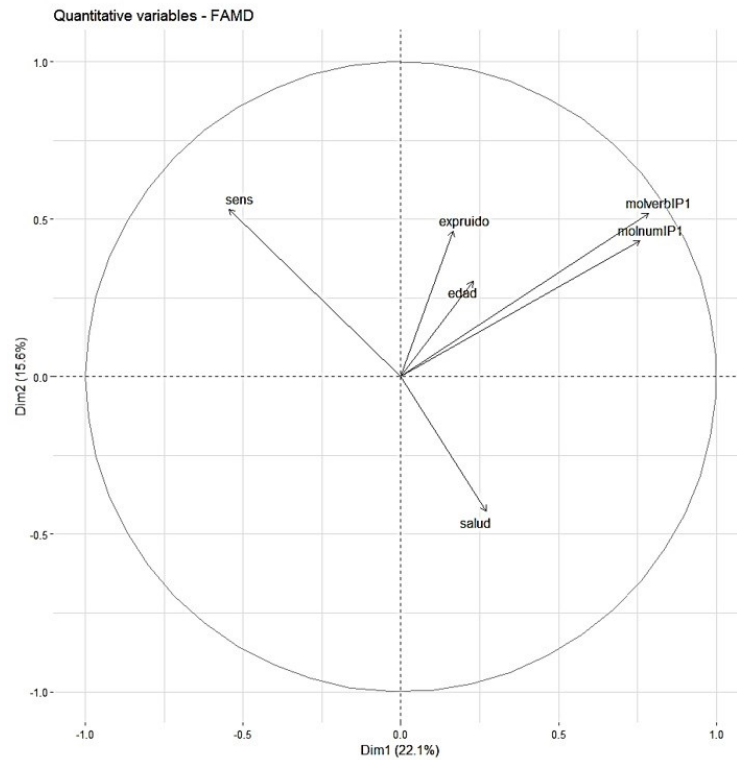


Gráfico 6-52 - Círculo de correlaciones entre variables cuantitativas - Tanda 1.

También es posible en el mismo círculo de correlaciones resaltar las variables según la calidad de representación de las mismas en el mapa factorial de las dos primeras dimensiones principales (**Gráfico 6-53**). Si una variable está bien representada por estas dos dimensiones, el valor de $\cos^2$ estará cercano a 1.

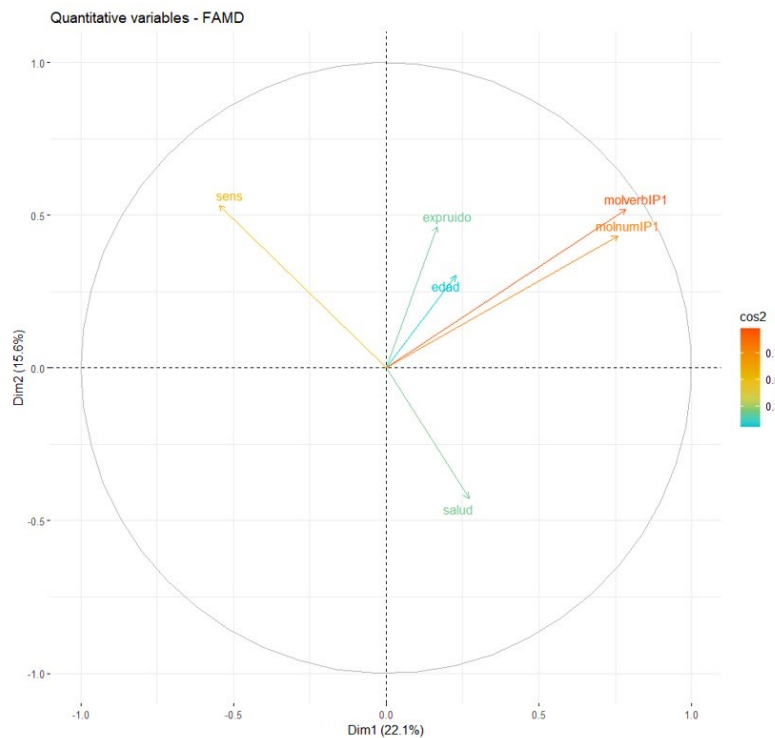


Gráfico 6-53 - Calidad de representación - variables cuantitativas - Tanda 1.

Se observa cómo las variables de molestia y en menor medida la sensibilidad al ruido, se encuentran bien representadas por las dos primeras componentes. Para el resto de las variables cuantitativas son necesarias más de dos componentes para que representen bien al set de datos.

De manera similar, se muestra en el **Gráfico 6-54** la calidad de representación de las variables cualitativas en las dos primeras dimensiones principales. Para este caso, las variables “alergias” y “horas de trabajo semanales” son las que mejor se ven representadas.

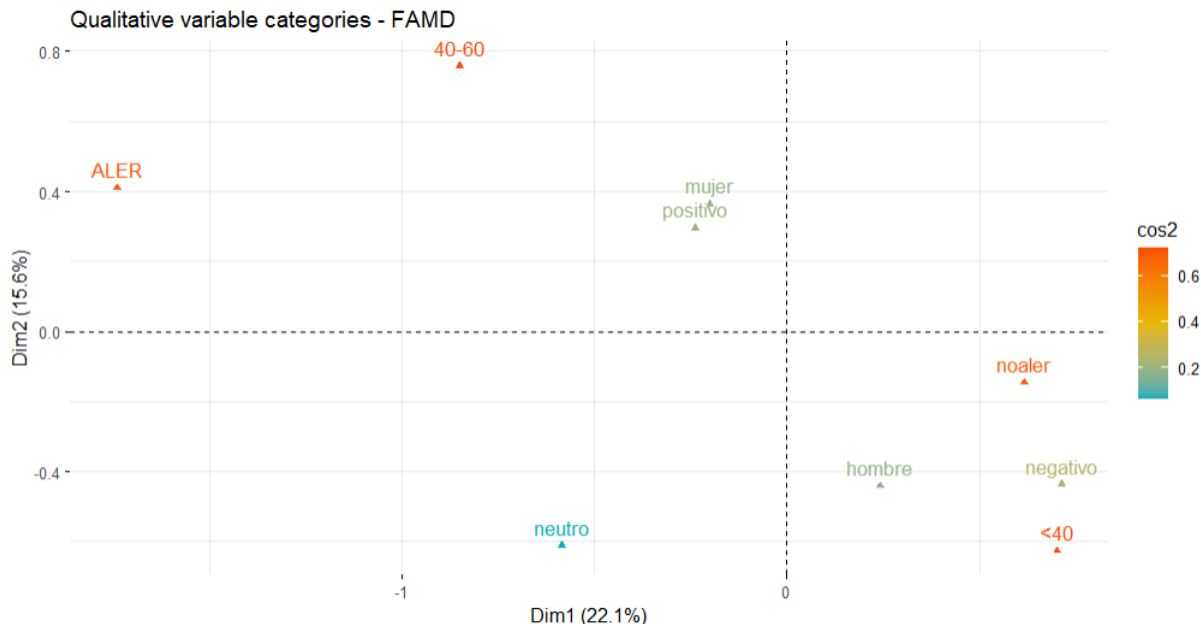


Gráfico 6-54 - Contribución variables cualitativas - individuos Tanda 1.

Del análisis efectuado hasta este punto, es posible decir que para los individuos en la Tanda 1, las variables de molestia verbal y numérica se encontraron sumamente correlacionadas y que tanto el grado de exposición al ruido como la edad también tuvieron una correlación positiva con las respuestas de molestia percibida. Además, existieron indicios de agrupamientos en función de las variables “alergias” y “horas de trabajo semanales”, mientras que para la variable “estado de ánimo” parecería haber existido un indicio de agrupamiento, sin embargo, es necesario seguir profundizando.

Al resultado de FAMD se le aplica la función “HCPC”, la cual efectúa un algoritmo de clustering aglomerativo jerárquico, permite visualizar el dendrograma y complementar el análisis de componentes principales para resaltar mejor las características principales del set de datos (Husson et al., 2010). Además, como parte de los resultados, provee una descripción de los clusters generados.

En la **Figura 6-17** se muestra el dendrograma resultante, en el cual además se resaltan los tres clusters sugeridos por la función. El criterio de selección del número de clusters está basado en los cambios en la inercia (varianza) al ir modificando el número de clusters (Husson et al., 2010). En dicho artículo, se menciona que cuando el aumento en la inercia inter-clúster al pasar de k-1 a k clusters es mucho mayor al de pasar de k a k+1 clusters, se sugiere la división en k clusters.

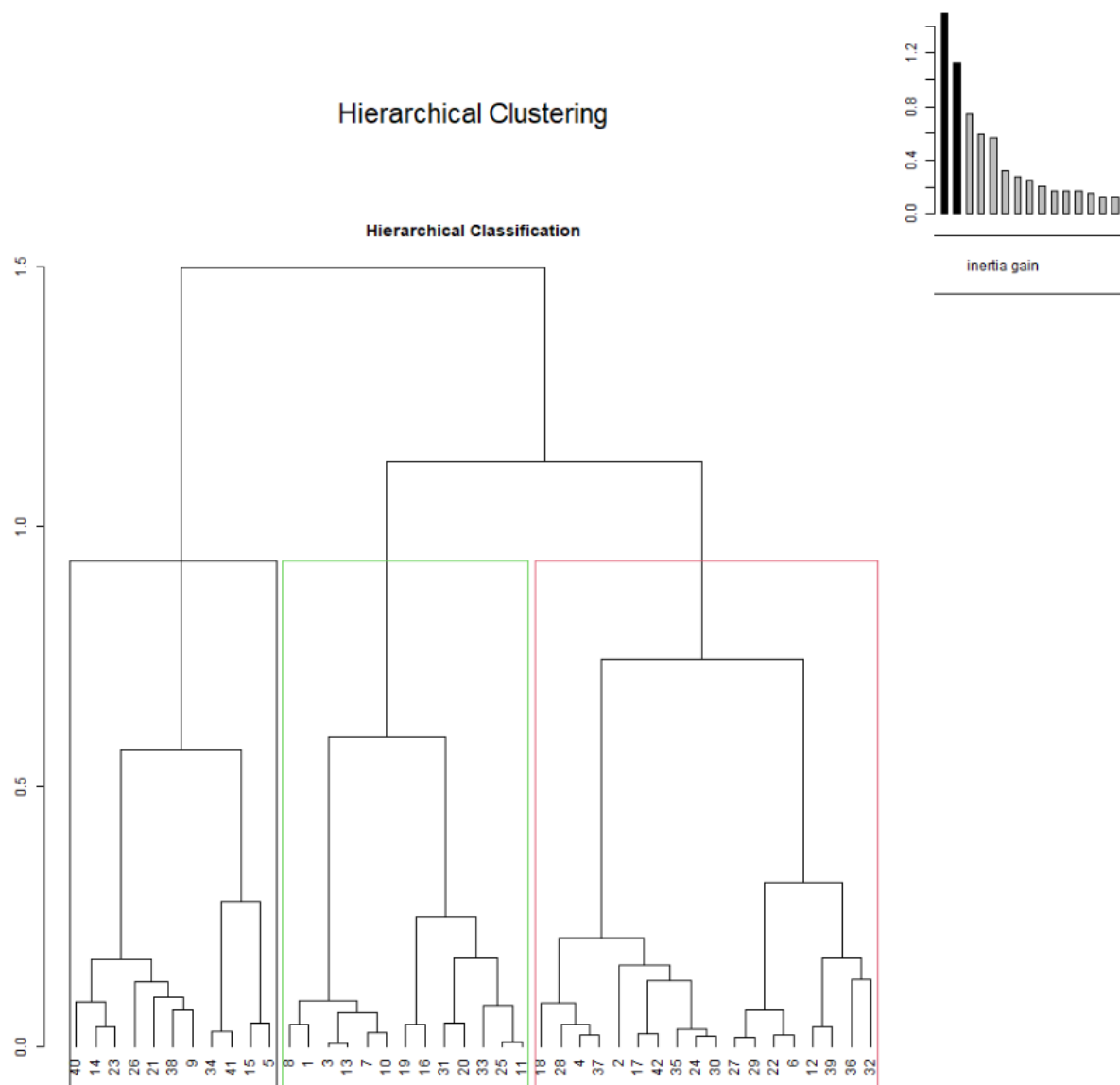


Figura 6-17 - Clustering jerárquico individuos - Tanda 1.

En la **Figura 6-18** se muestra una representación en tres dimensiones del clúster jerárquico generado, en el plano creado por las primeras dos dimensiones principales. Es una forma algo diferente de observar los resultados y así poder interpretar mejor los agrupamientos obtenidos. Si se remueve el dendrograma y se observan los clusters diferenciados por color el plano de las dos primeras dimensiones (**Gráfico 6-55**), se comienzan a divisar ciertas características de los mismos a partir de lo que representan las dimensiones principales.

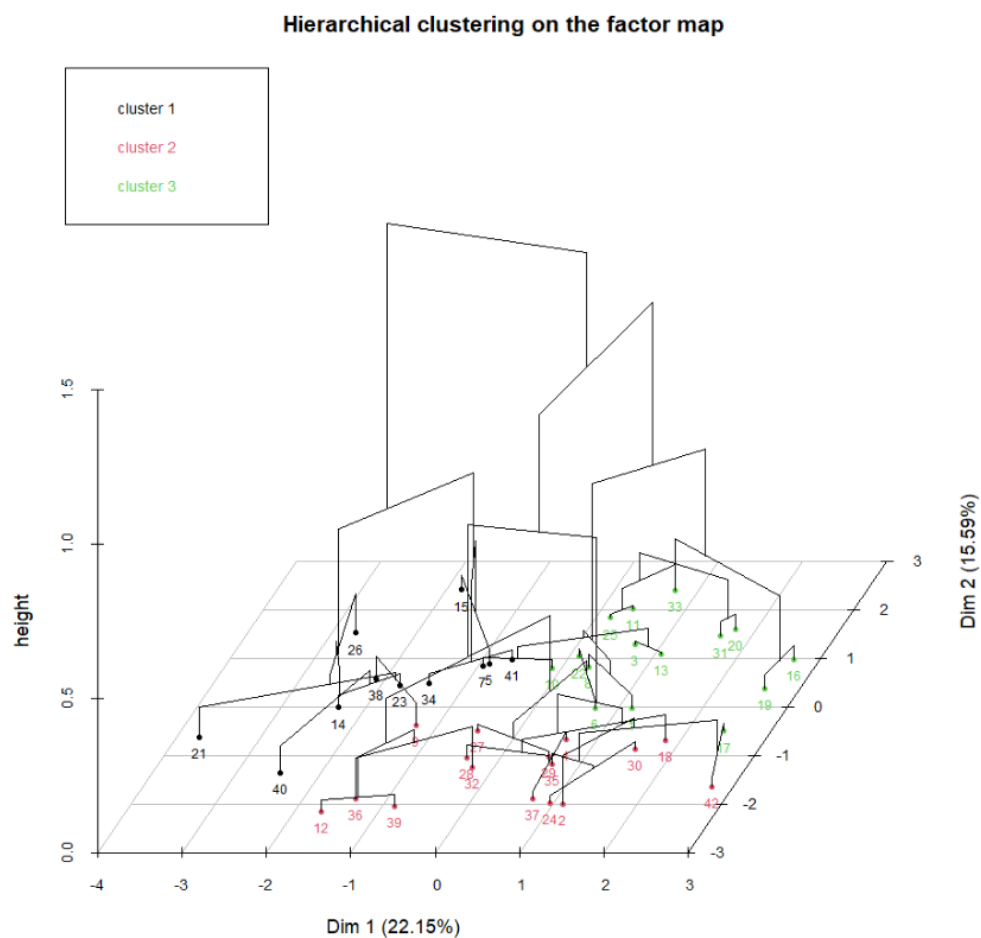


Figura 6-18 - Clustering jerárquico individuos Tanda 1 en mapa de dimensiones principales.

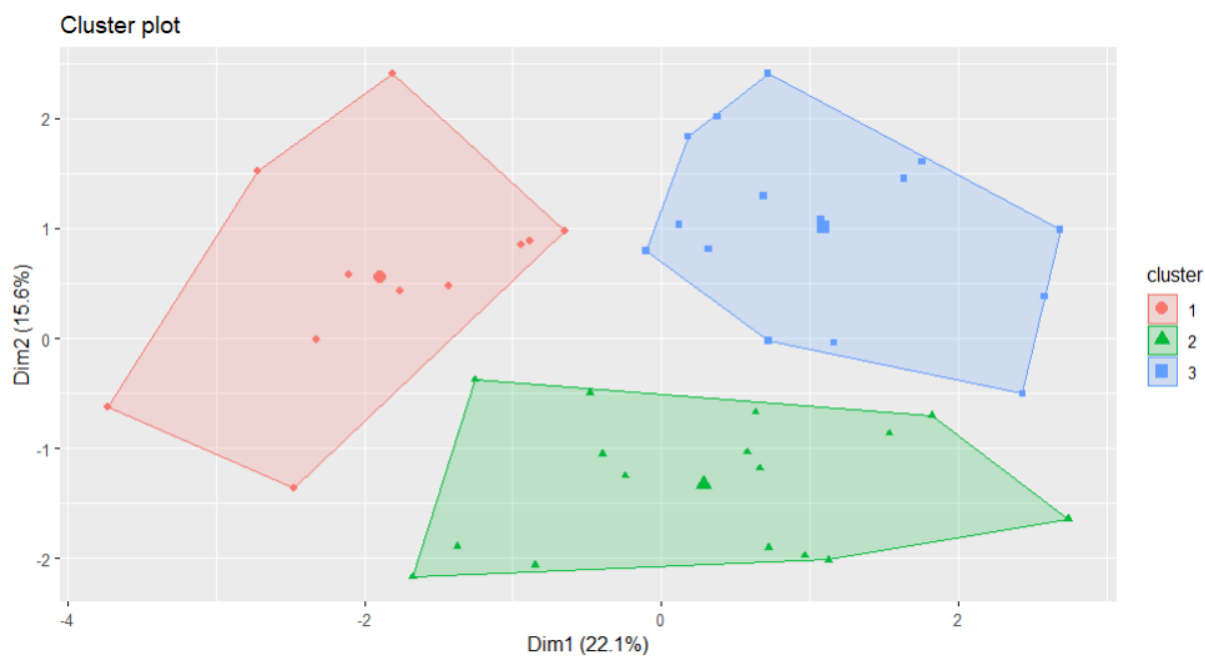


Gráfico 6-55 - Ploteo HCPC individuos Tanda 1 - $k = 3$.

La función HCPC también realiza una descripción de los clusters generados, a partir de todo el set de variables de la matriz de datos. Un resumen de esto se muestra en la **Tabla 6-50**, donde

para cada uno de los tres clusters, se detallan las características representativas de los individuos que lo componen.

Clúster	Características representativas
1	• 11 individuos • Sensibilidad al ruido > media • Molestia (esc. verbal) < media • 91 % de alérgicos • 91 % trabaja entre 40 y 60 hs semanales
2	• 16 individuos • Molestia (esc. verbal y numérica) < media • Sensibilidad al ruido < media • 88 % trabaja menos de 40 hs semanales • 94 % de no alérgicos
3	• 15 individuos • Molestia (esc. verbal y numérica) >> media • Edad > media • 100 % de no alérgicos

Tabla 6-50 - Características representativas Clusters individuos - Tanda 1.

Los agrupamientos obtenidos y las características representativas de los mismos resultan sumamente interesantes. Al parecer, para la Tanda 1 existieron dos grupos que no percibieron un alto grado de molestia: uno caracterizado por individuos mayoritariamente alérgicos, de alta sensibilidad y que trabajan entre 40 y 60 horas semanales; mientras que el otro grupo se caracterizó por personas no alérgicas, de baja sensibilidad y que trabajan menos de 40 horas semanales. Por último, quienes sí resultaron altamente molestos fueron personas no alérgicas y con un promedio de edad alto en relación a la muestra.

A modo de cierre del análisis de la Tanda 1 para los individuos, teniendo en cuenta que al parecer los individuos que percibieron mayor molestia se ubicaron en el primer cuadrante del plano conformado por las dos primeras dimensiones principales y los que percibieron menor molestia se ubicaron en el tercer cuadrante, en la **Tabla 6-51** se calcularon algunos parámetros promedio para dichos individuos. Como se puede observar en dicha tabla, al parecer existieron diferencias en la edad y el grado de exposición al ruido entre quienes percibieron mayor y menor molestia. Los de mayor molestia se caracterizaron por una edad mayor al promedio y un alto grado de exposición habitual al ruido y los de menor molestia, por una edad menor al promedio y un bajo grado de exposición al ruido.

Variable	Individuos 1er.cuadrante (Dim.1-2)	Individuos 3er.cuadrante (Dim.1-2)
Edad	41,8	34,9
Grado de exposición al ruido	6,64	4,85
Molestia escala numérica	42,9	16,6
Molestia escala verbal	42,7	18,8

Tabla 6-51 - Comparación individuos cuadrantes 1 y 3 - Tanda 1.

6.9.2.2. Tanda 2

Al igual que para la Tanda 1, las cinco primeras dimensiones principales obtenidas a partir de la aplicación de la función “FAMD” logran explicar algo más del 72 % de la varianza total del set de datos (**Tabla 6-52**). Para las primeras tres dimensiones principales, el porcentaje de varianza explicado es relativamente similar al obtenido para el caso anterior (Tanda 1), con ciertas diferencias en las dimensiones 1 y 3. Se grafica parte de los datos de la mencionada tabla en el **Gráfico 6-56**. Nuevamente vale el comentario respecto a la complejidad que presentan los datos, ya que no es posible reducir sustancialmente las variables sin perder información de los mismos.

	eigenvalue	percentage of variance	cumulative percentage of variance
comp 1	2.205275	20.047956	20.04796
comp 2	1.842560	16.750543	36.79850
comp 3	1.660938	15.099432	51.89793
comp 4	1.189860	10.816908	62.71484
comp 5	1.058079	9.618903	72.33374

Tabla 6-52 - Características de las cinco dimensiones principales - FAMD Tanda 2 Individuos.

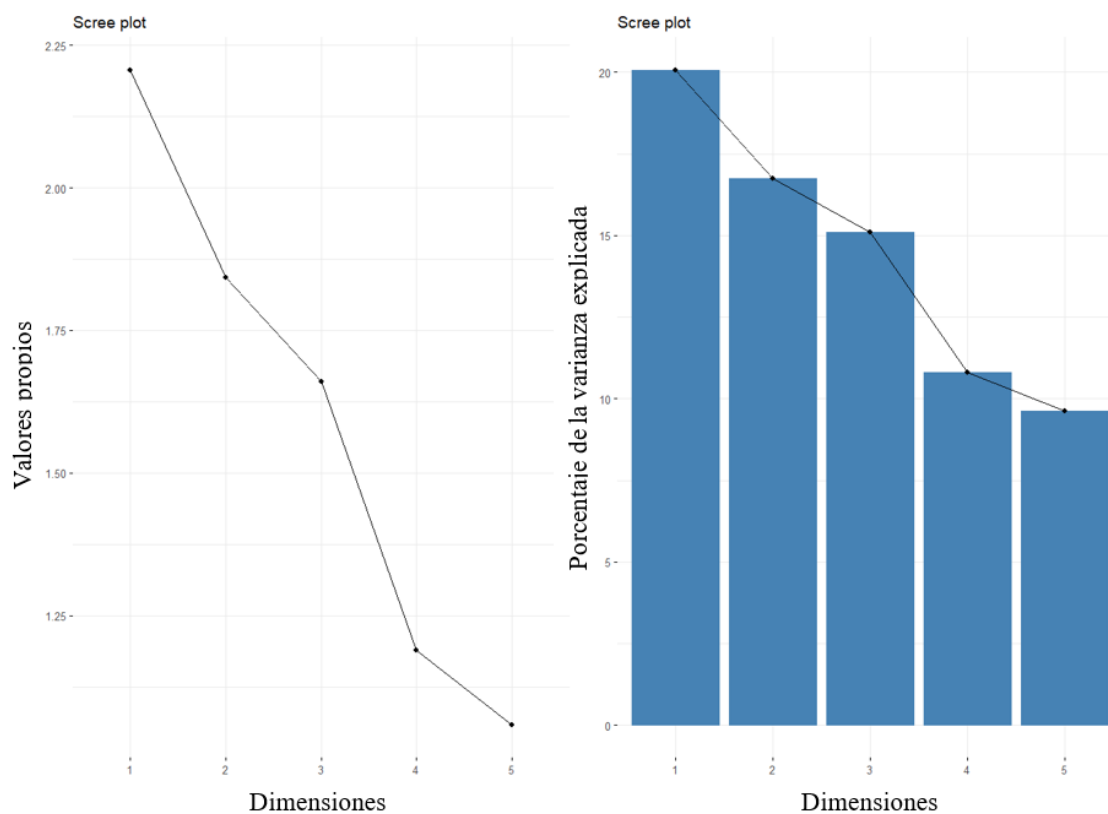


Gráfico 6-56 - Valores propios y varianza explicada por las cinco primeras dimensiones principales (FAMD Tanda 2).

Se construyen los gráficos: **Gráfico 6-57**, **Gráfico 6-58** y **Gráfico 6-59** para investigar qué variables son las más contribuyentes en las primeras tres dimensiones principales.

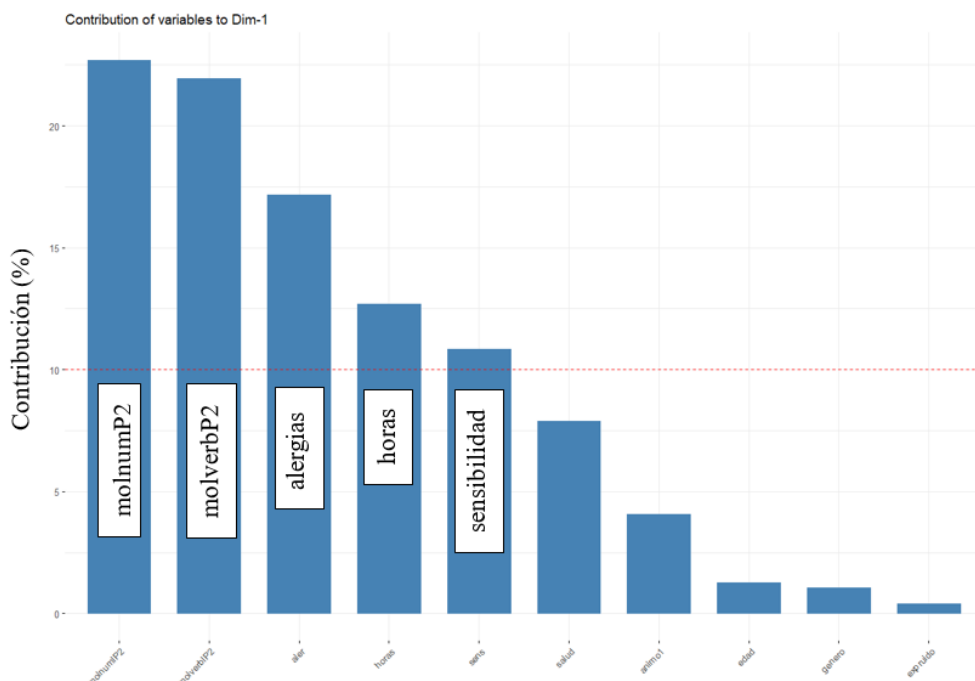


Gráfico 6-57 - Contribución de las variables a la dimensión 1 - Tanda 2.

Se observa como la dimensión 1 (**Gráfico 6-57**) está gobernada fundamentalmente por las variables de molestia (numérica y verbal) y alergia, presentando también una contribución menos significativa de las horas de trabajo semanales y la sensibilidad al ruido.

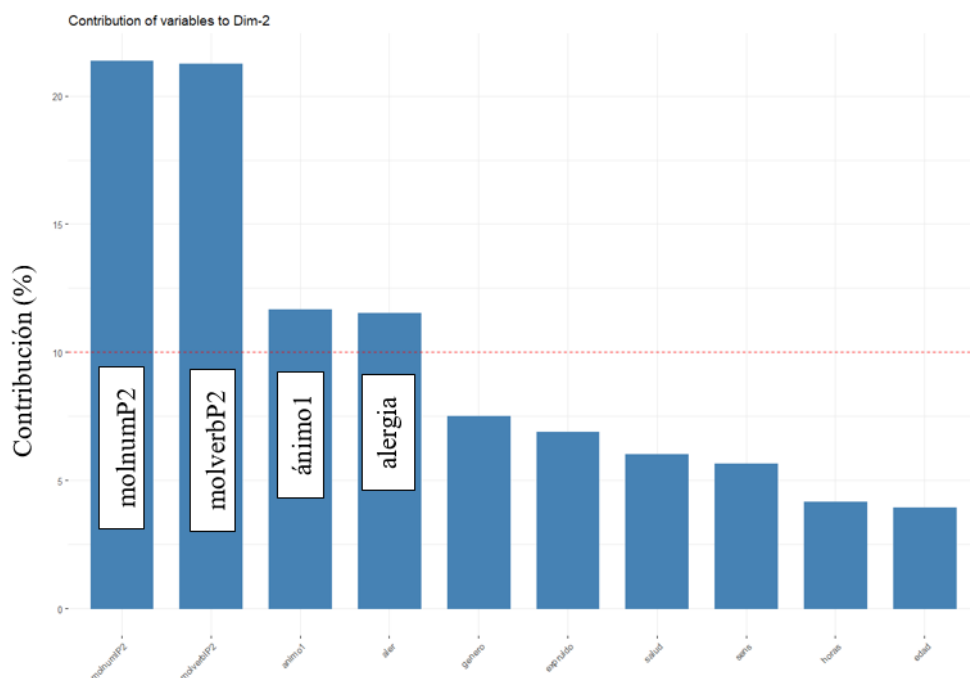


Gráfico 6-58 - Contribución de las variables a la dimensión 2 - Tanda 2.

Para el caso de la dimensión 2 (**Gráfico 6-58**), la misma representa ampliamente a las dos variables de molestia (numérica y verbal) y en mucho menor medida al estado de ánimo final y las alergias. Aquí hay una diferencia grande respecto a la Tanda 1, ya que en este caso existe

una contribución sumamente significativa de las variables de molestia en las dos primeras dimensiones principales, no así para la Tanda 1.

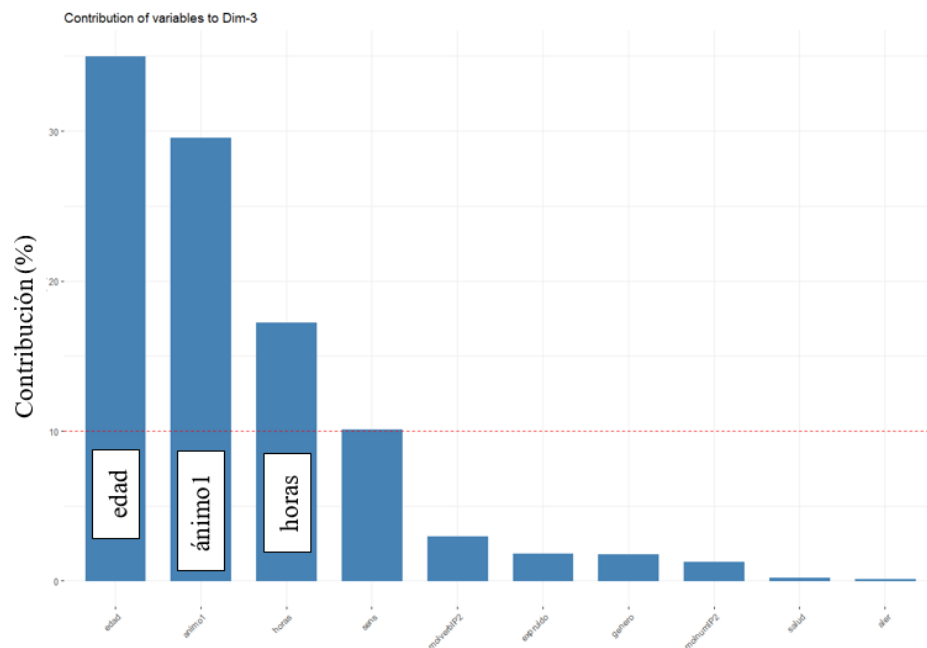


Gráfico 6-59 - Contribución de las variables a la dimensión 3 - Tanda 2.

Finalmente, la dimensión 3 (**Gráfico 6-59**) está esencialmente dominada por la edad, el estado de ánimo final y las horas de trabajo semanales. Por tanto, las variables de condición de salud, género y grado de exposición al ruido no contribuyen significativamente a ninguna de las tres primeras dimensiones principales.

Un resumen de lo comentado anteriormente se muestra en el **Gráfico 6-60**, donde se puede ver la correlación existente entre cada una de las variables (categóricas y numéricas) y las dos primeras dimensiones principales.

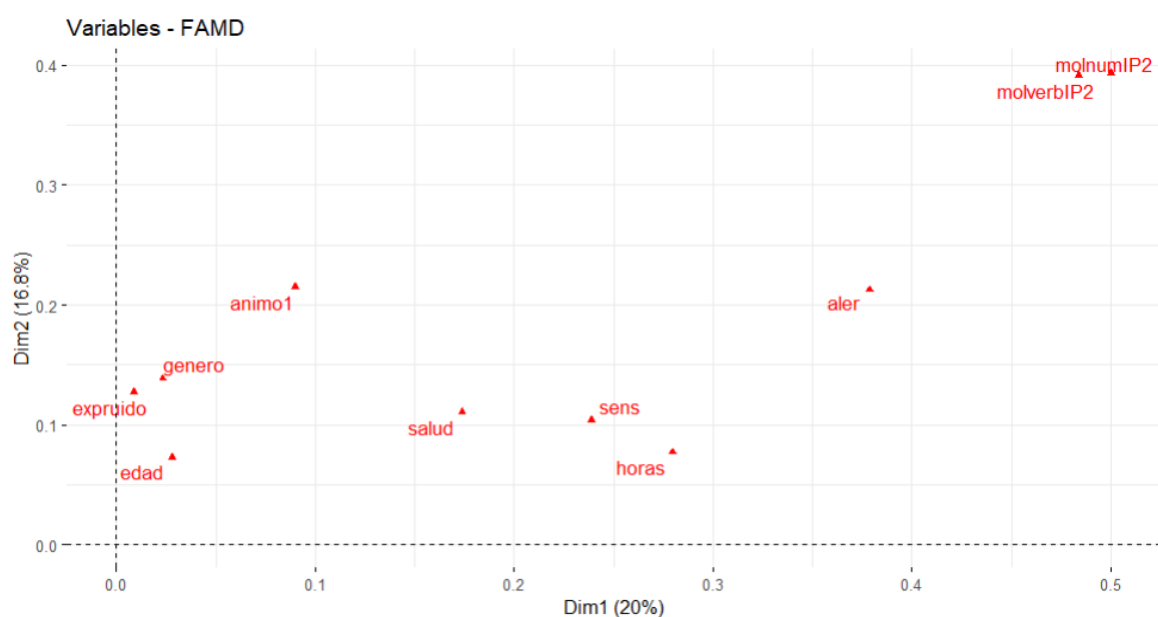


Gráfico 6-60 - Correlación entre variables y las dos dimensiones principales - Tanda 2.

Nuevamente se estudian indicios de agrupamientos a través de los gráficos tridimensionales, distinguiendo las observaciones según las diferentes variables categóricas.

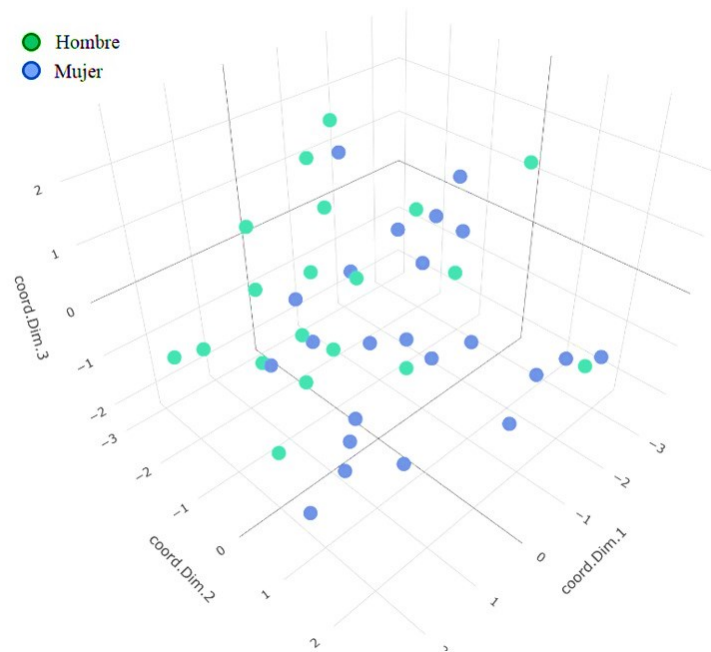


Gráfico 6-61 - Gráfico 3D de dimensiones principales para individuos en Tanda 2 (género).

Al igual que para la Tanda 1, a partir del **Gráfico 6-61** y habiendo efectuado la rotación de ejes en RStudio, no fue posible divisar ningún tipo de agrupamiento según la variable género.

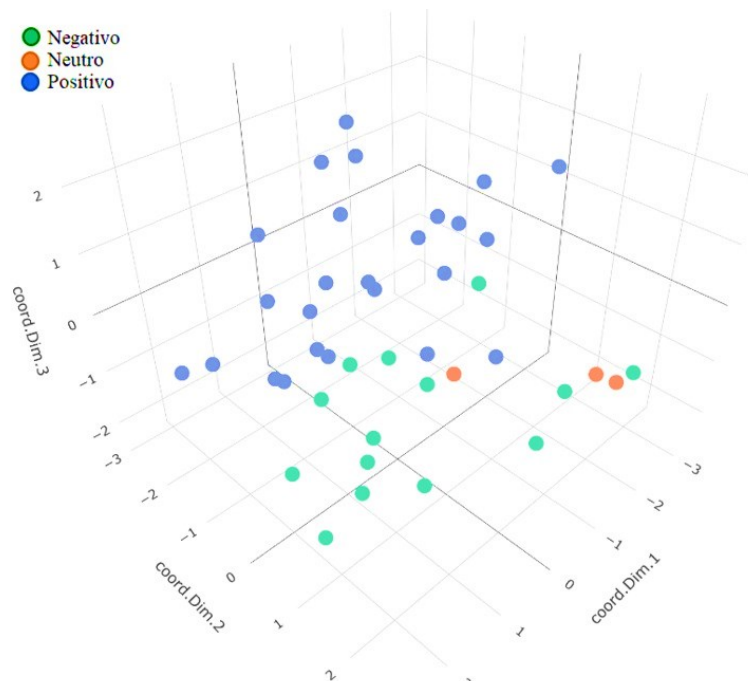


Gráfico 6-62 - Gráfico 3D de dimensiones principales para individuos en Tanda 2 (estado de ánimo final).

A diferencia de la Tanda 1, para el caso de la variable “estado de ánimo final”, ya en el **Gráfico 6-62** es posible divisar una posible separación entre categorías. Este agrupamiento se observa

más claramente al rotar los ejes en el **Gráfico 6-63**, en el plano de las dimensiones principales 2 y 3.

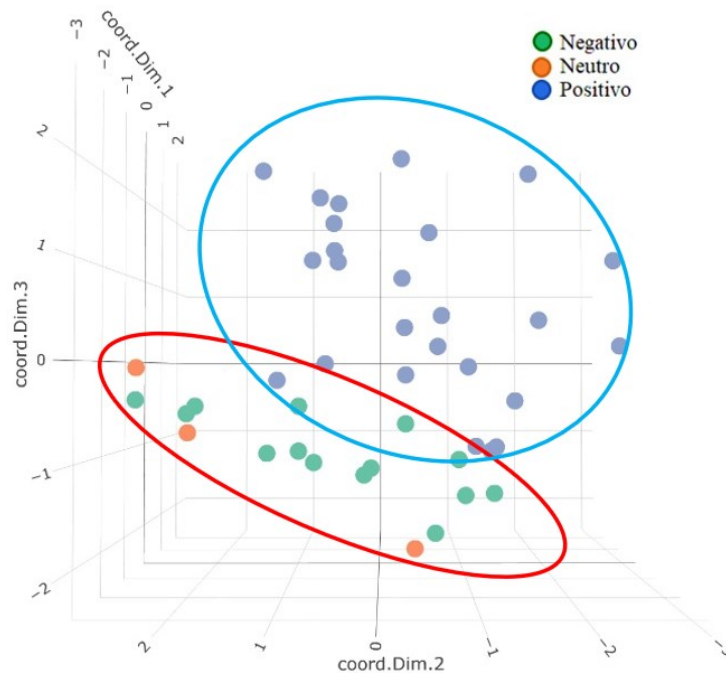


Gráfico 6-63 - Rotación de ejes de Gráfico 6-63.

También para el caso de las horas de trabajo semanales, es posible divisar una separación entre las dos categorías en el **Gráfico 6-64**. Rotando los ejes hasta llegar al plano de las dimensiones principales 1 y 3, se mejora la visualización de la mencionada separación (**Gráfico 6-65**), siendo la misma algo difusa.

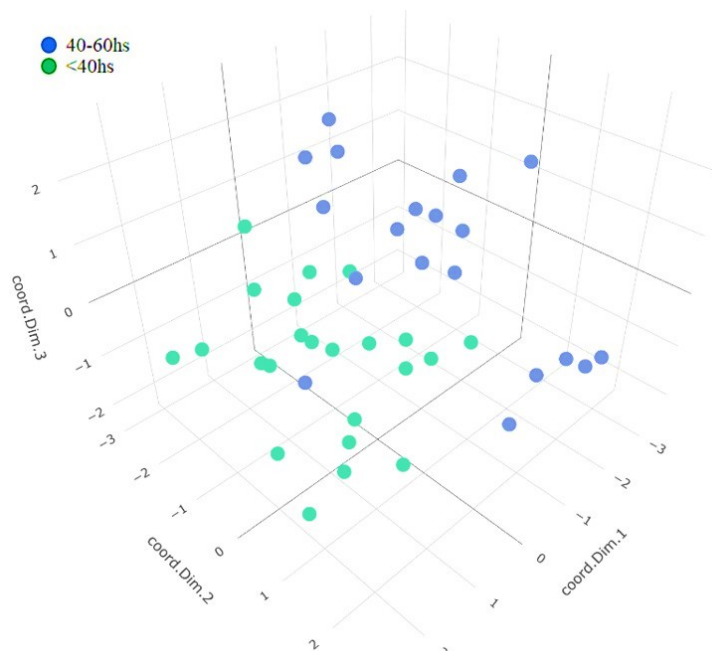


Gráfico 6-64 - Gráfico 3D de dimensiones principales para individuos en Tanda 2 (horas de trabajo semanales).

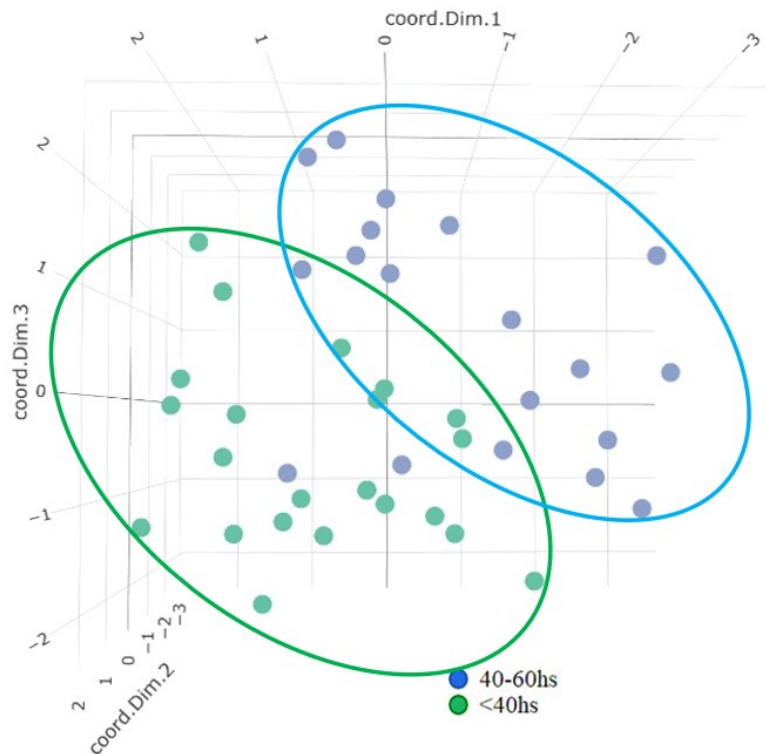


Gráfico 6-65 - Rotación de ejes de Gráfico 6-65.

Finalmente, se realiza el gráfico distinguiendo según individuos alérgicos y no alérgicos (**Gráfico 6-66**). Al igual que para la Tanda 1, parece existir un cierto agrupamiento de los individuos alérgicos, lo cual puede visualizarse mejor en el **Gráfico 6-67**, en el plano de las dos primeras dimensiones principales.

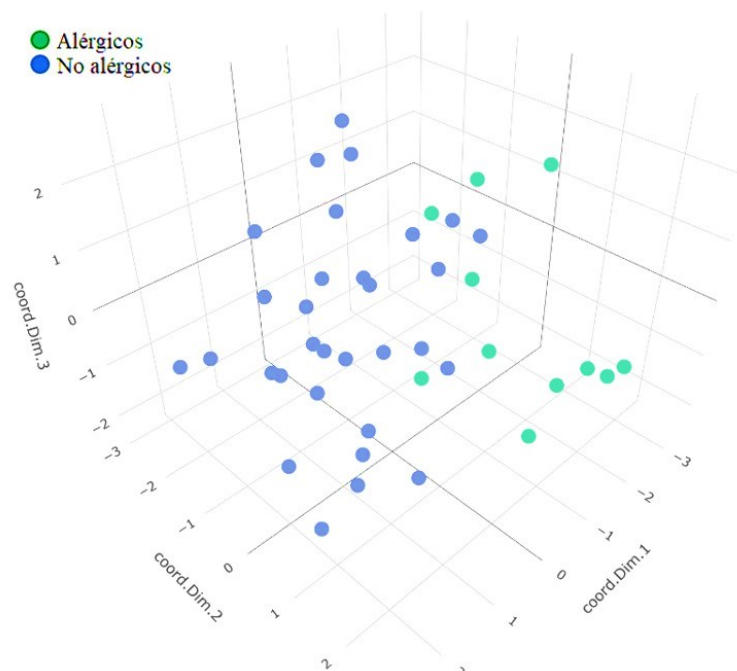


Gráfico 6-66 - Gráfico 3D de dimensiones principales para individuos en Tanda 2 (alérgico).

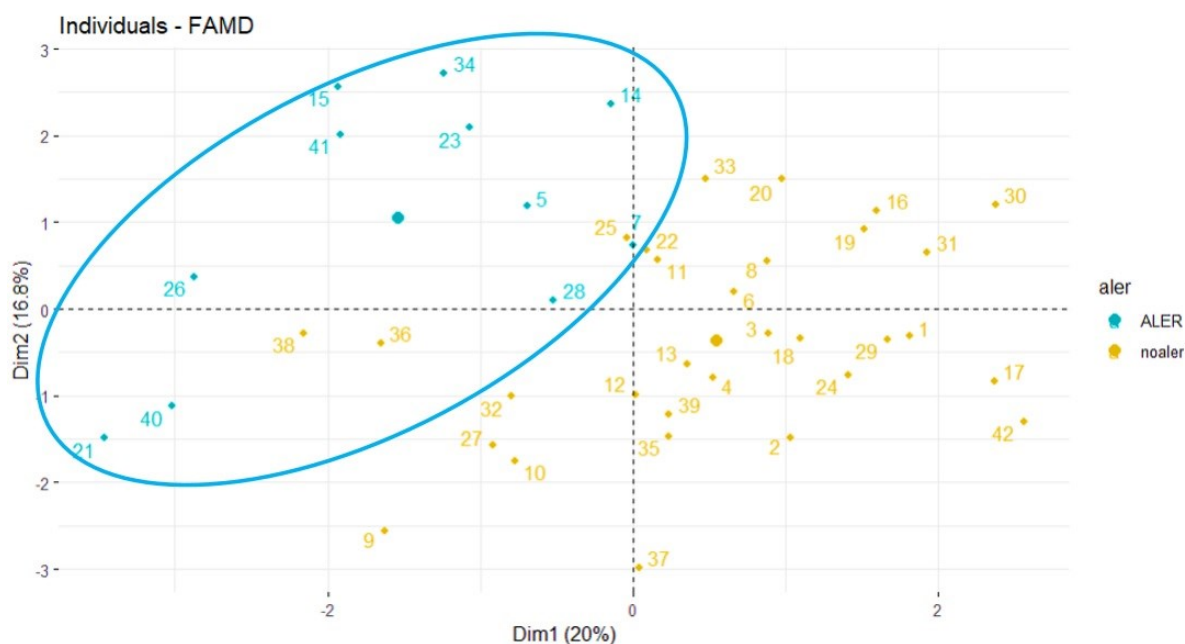


Gráfico 6-67 - Posiciones de individuos primeras dos dimensiones principales según alérgico (Tanda 2).

Se buscará, por tanto, verificar los indicios de separación encontrados en los gráficos anteriores, los cuales coinciden con los vistos en la Tanda 1, a diferencia de la variable “estado de ánimo”, donde la separación es más clara para la Tanda 2.

Al observar el círculo de correlaciones (**Gráfico 6-68**), se ve cómo las dos variables de molestia (numérica y verbal) se encuentran sumamente correlacionadas (al igual que para la Tanda 1) y que el grado de exposición al ruido estuvo correlacionado positivamente con la molestia. Nuevamente, la sensibilidad al ruido y la condición de salud (autoevaluada) estuvieron prácticamente incorrelacionadas con las variables de molestia. Por último, la edad no presentó un grado de correlación significativo con las variables de molestia, sino que estuvo correlacionada positivamente con la condición de salud y negativamente con la sensibilidad al ruido.

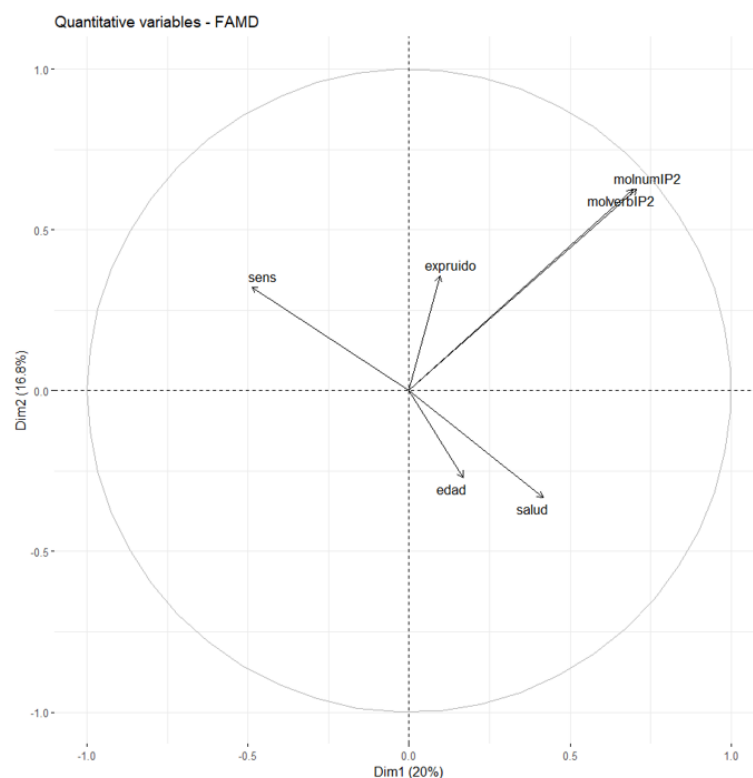


Gráfico 6-68 - Círculo de correlaciones entre variables cuantitativas - Tanda 2.

En el **Gráfico 6-69** se puede ver como en las dos primeras dimensiones principales, las variables mejor representadas son las correspondientes a molestia percibida, mientras que el para el resto de las variables cuantitativas son necesarias más de dos componentes para que representen bien al set de datos.

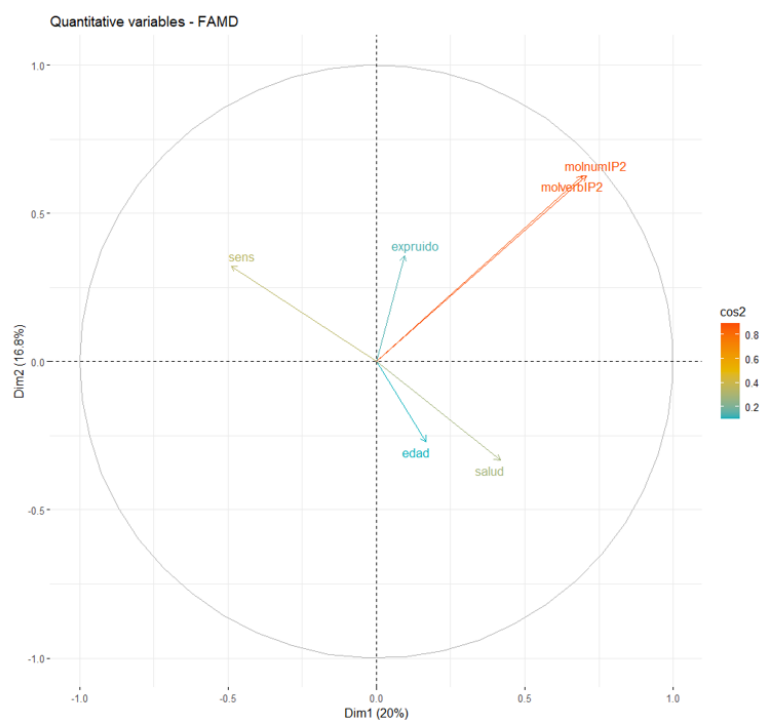


Gráfico 6-69 - Calidad de representación - variables cuantitativas - Tanda 2.

En lo que respecta a la calidad de representación de las variables cualitativas en las dos primeras dimensiones principales, en el **Gráfico 6-70** se observa que para la Tanda 2 nuevamente las variables “alergias” y “horas de trabajo semanales” son las que mejor se ven representadas.

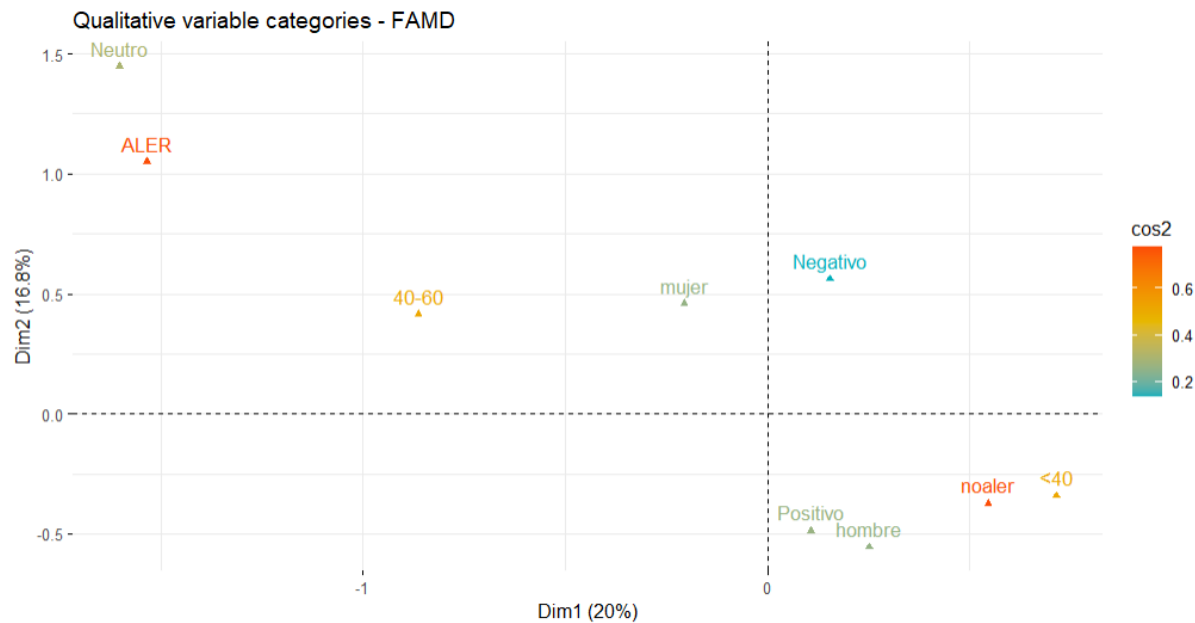


Gráfico 6-70 - Contribución variables cualitativas - individuos Tanda 2.

Se aplica la función “HCPC” al resultado de FAMD para la Tanda 2. En la **Figura 6-19** se muestra el dendrograma resultante, en donde en este caso, se resaltan cinco clusters sugeridos por la función a partir de los cambios en la inercia (varianza).

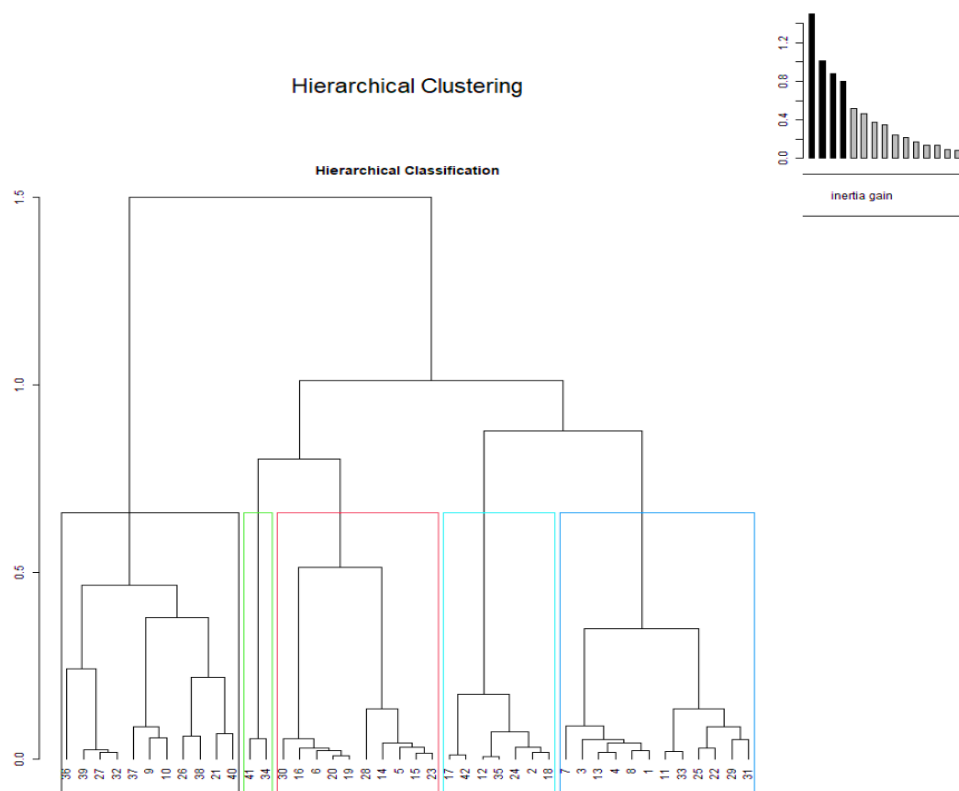


Figura 6-19 - Clustering jerárquico individuos - Tanda 2.

En la **Figura 6-20** se ve cómo para este segundo caso, la representación en tres dimensiones del clúster jerárquico generado resulta más compleja de visualizar en el plano creado por las primeras dos dimensiones principales.

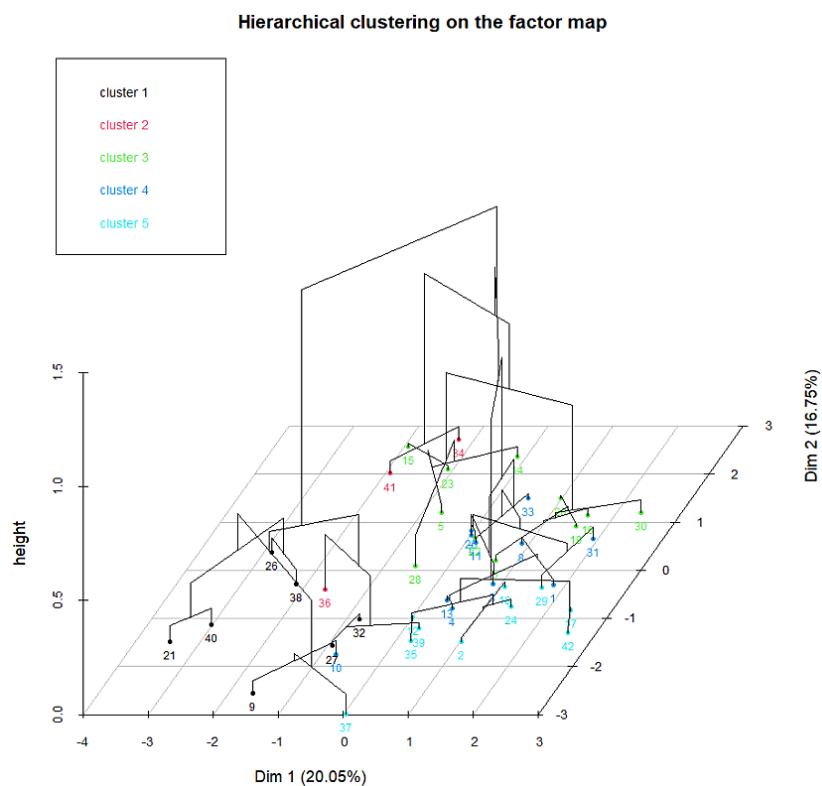


Figura 6-20 - Clustering jerárquico individuos Tanda 2 en mapa de dimensiones principales.

Al remover el dendrograma y observar los clusters en el plano de las dos primeras dimensiones principales (**Gráfico 6-71**), se verifica que, para este caso, las separaciones (en este plano) ya no son tan claras como en la Tanda 1.

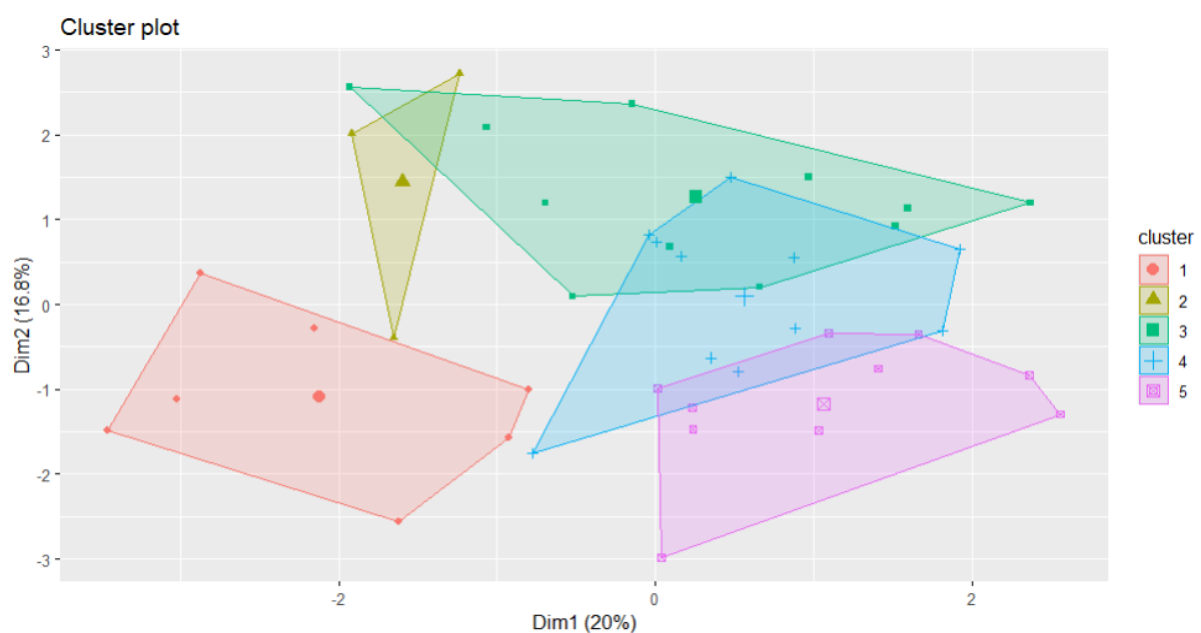


Gráfico 6-71 - Ploteo HCPC individuos Tanda 2 - k = 5.

En la **Tabla 6-53** se muestra un resumen de las características representativas de los individuos que componen los clusters generados, a partir de todo el set de variables de la matriz de datos. Para esta segunda tanda, los vínculos entre variables y la interpretación resultaron ser más complejos que para la Tanda 1.

Clúster	Características representativas
1	• 7 individuos • Grado de exposición habitual al ruido < media • Molestia (esc. verbal y numérica) << media
2	• 3 individuos • 100 % de individuos con estado de ánimo neutro
3	• 11 individuos • Molestia (esc. numérica) > media • Edad < media • 82 % de individuos con estado de ánimo negativo • 91 % de mujeres
4	• 11 individuos • Edad >> media • Molestia (esc. verbal) > media • Sensibilidad al ruido > media • 100 % de individuos con estado de ánimo positivo • 73 % de individuos trabaja entre 40 y 60 hs semanales
5	• 10 individuos • Condición de salud (autoevaluada) > media • Sensibilidad al ruido << media • 90 % de individuos trabajan menos de 40 hs semanales • 80 % de hombres • 100 % de no alérgicos

Tabla 6-53 - Características representativas Clusters individuos - Tanda 2.

La primera observación interesante resulta ser que en el clúster 2 quedaron agrupados los individuos con estado de ánimo final neutro, lo cual parecería indicar que presentaron respuestas algo diferenciadas del resto. El clúster 1 parece ser el mejor separado del resto (al menos en el plano de las dos primeras dimensiones principales) y se caracterizó por individuos de muy baja molestia percibida y bajo grado de exposición habitual al ruido. Por otro lado, el clúster 3 presentó en su amplia mayoría mujeres de estado de ánimo final negativo, de menor edad que el promedio y de molestia numérica mayor al promedio. El clúster 4 resultó sumamente interesante, ya que quedó compuesto por individuos de bastante mayor edad que el promedio, con un grado de molestia verbal y sensibilidad al ruido mayor al promedio, donde la totalidad de sus individuos presentó estado de ánimo final positivo y la amplia mayoría trabaja entre 40 y 60 horas semanales. Finalmente, el clúster 5 lo integraron en su mayoría hombres no alérgicos que trabajan menos de 40 horas a la semana, de muy baja sensibilidad al ruido y de una buena condición de salud (autoevaluada).

Por último, se analizan nuevamente los cuadrantes 1 y 3 del plano conformado por las dos primeras dimensiones principales (teniendo en cuenta la dirección de las variables molestia en el círculo de correlaciones – **Gráfico 6-68**). Para este caso no parece haber habido una diferencia en relación a la edad (confirmando lo observado en el mencionado círculo de correlaciones), pero sí existió una diferencia en el promedio del grado de exposición habitual

al ruido (**Tabla 6-54**). Es decir, los de mayor molestia se caracterizaron por un alto grado de exposición habitual al ruido y los de menor molestia, por bajo grado de exposición al ruido.

Variable	Individuos 1er.cuadrante (Dim.1-2)	Individuos 3er.cuadrante (Dim.1-2)
Edad	40,3	38,4
Grado de exposición al ruido	6,60	4,90
Molestia escala numérica	46,8	14,5
Molestia escala verbal	45,3	19,7

Tabla 6-54 - Comparación individuos cuadrantes 1 y 3 - Tanda 2.

Como resumen de los resultados obtenidos anteriormente para las matrices de individuos en la Tanda 1 y Tanda 2, si bien es posible decir que se encontraron indicios de agrupamientos caracterizados por muchos de los factores personales en estudio, necesariamente se debe continuar profundizando en la interpretación de dichos agrupamientos y la validación de resultados. Por tanto, se dejan planteadas (al menos) las siguientes tareas a futuro:

- Aplicar otros estudios de tendencia de clusters.
- Trabajar con diferentes subconjuntos de datos (removiendo variables).
- Evaluar para su posible aplicación, otras herramientas de análisis de datos mixtos.

7. Síntesis final

En el presente capítulo se sintetizan los resultados y observaciones más relevantes expuestas en los dos capítulos anteriores.

En primer lugar, **en relación al experimento y la metodología llevada a cabo**, se sugieren las siguientes mejoras para futuras experiencias de laboratorio similares:

- En caso de dividir la muestra de participantes en grupos, prever un tiempo suficiente entre la finalización de un grupo y el comienzo del siguiente, que permita recopilar el material, ordenar el mobiliario y recibir a los participantes sin tener un solapamiento entre grupos. Se recomienda no menos de 40 minutos.
- Si se evaluara la sensibilidad al ruido mediante el cuestionario de Weinstein (original o reducido), se sugiere evaluar la posibilidad de eliminar los caracteres numéricos de la escala de Likert mostrada en cada enunciado. Se propone en su lugar, dejar los casilleros vacíos para que cada participante seleccione la casilla que por su ubicación mejor representa su respuesta. De esta forma se evitaría generar cierta confusión con la escala numérica y su cambio de orden en ciertos enunciados, sin modificar la esencia ni los resultados del cuestionario.
- Si se evaluara el grado de exposición habitual al ruido de cada participante, se sugiere mantener las preguntas generadas para el presente trabajo, pero modificando su redacción de forma de hacer énfasis en que necesariamente se debe seleccionar una opción en cada una de las secciones (a, b y c). Además, se podría incorporar una cuarta opción de respuesta en cada una de estas secciones, la cual diga “no aplica”, de manera de contemplar los casos en que por algún motivo no se pase tiempo en alguno de los tres entornos (“hogar”, “trabajo” y “lugares de ocio”).
- Cambiar el método de llenado de los cuestionarios a formato digital (PC, Tablet o similar). Esto reduciría sustancialmente el tiempo de procesamiento de datos a posteriori y evitaría posibles errores asociados a la comprensión de la letra de los participantes en las respuestas que incluyen palabras o frases escritas.
- Eliminar la pregunta 3 del cuestionario y sustituirla por otra que permita obtener información adicional relevante. Una posibilidad sería incluir una pregunta relacionada con el miedo frente a la fuente generadora de ruido, o consultar si la fuente evaluada es considerada como insalubre, ya que estos últimos factores han sido identificados como posibles predictores de la molestia por ruido.

Si bien en el experimento se logró incluir individuos de cinco franjas etarias diferentes, la distribución en franjas etarias no fue equitativa, siendo la franja entre 30 y 39 años la más numerosa. Esta y otras características de la muestra hacen que no sea posible decir que se trate de una muestra representativa de la población uruguaya, ni de la población montevideana.

Tanto para las preguntas relacionadas a los audios, como para las preguntas de índole personal, se obtuvo una excelente proporción de datos completos y válidos, lo cual probablemente sea un indicador de que los participantes comprendieron en gran medida las consignas y además contaron con tiempo suficiente para poder proporcionar las respuestas.

Por otro lado, **en relación al análisis de los resultados obtenidos**, se destacan los siguientes puntos:

- El estado de ánimo de los voluntarios reflejó en cierta medida el hecho de haber participado del experimento, ya que existió un marcado aumento de personas cansadas y un descenso de personas ansiosas al finalizar el experimento. No hubo aumento de personas que eligieran “molesto” como estado de ánimo representativo al final del experimento y el porcentaje de selección de estados de ánimo “positivos” se mantuvo similar entre el inicio y el final del experimento. Los estados de ánimo fluctuantes se canalizaron en gran medida hacia el cansancio, la sorpresa y en menor grado hacia la tensión y el malhumor.
- No se encontraron evidencias que indicaran una diferencia entre hombres y mujeres respecto a los puntajes promedio de sensibilidad al ruido (evaluada a través del cuestionario de Weinstein reducido). Sin embargo, sí se observó una diferencia importante entre hombres y mujeres en las varianzas de dichos puntajes, donde las mujeres presentaron una varianza sustancialmente menor que los hombres. Se encontraron diferencias y similitudes con los resultados de sensibilidad al ruido según el género obtenidos del trabajo González et al. (2015). Se destaca que, en ambos trabajos, la tendencia fue hacia una mayor proporción de mujeres sensibles y una menor proporción de hombres sensibles.
- No se encontraron evidencias que indicaran una diferencia en el promedio del grado de exposición habitual al ruido (evaluado a través de las preguntas del cuestionario), entre individuos de alta y baja sensibilidad al ruido. Esto último se encuentra alineado con ciertas referencias bibliográficas.
- Se observó un mayor promedio de sensibilidad al ruido en los participantes alérgicos, respecto a los no alérgicos.
- Si bien existieron diferencias entre las dos tandas de escuchas en los promedios de molestia por ruido percibida (para ambas escalas), los resultados de las dos tandas fueron consistentes de forma relativa entre los audios y la correlación entre ambas tandas fue muy buena (tanto entre sonidos como entre individuos).
- El ranking de molestia obtenido para los diez sonidos evaluados, generó tres grupos con grados de molestia bien diferenciados. Esto pudo ser verificado a través de las herramientas computacionales de análisis estadístico. Los sonidos relacionados con maquinaria (los tres que contenían soplantes y el aerogenerador) fueron los más

molestos, luego siguieron tres sonidos de molestia intermedia (los dos que contenían al camión diésel y los sonidos indistinguibles) y finalmente se situaron los tres audios menos molestos (los dos de la palabra hablada y la tormenta).

- Se observó que, para los audios con superposición de fuentes, la molestia generada estuvo ampliamente gobernada por la fuente sonora más molesta (soplante y camión diésel) y la atenuación observada respecto a las fuentes solas fue pequeña.
- Si bien los audios que contenían al soplante (con y sin cubierta) resultaron ser los más molestos del set de audios, se obtuvo una diferencia entre el promedio de molestia percibida para el soplante sin cubierta y el del soplante con cubierta. El soplante sin cubierta fue entre un 8 % y un 11 % (según se considere la escala numérica o verbal respectivamente) más molesto que el soplante con cubierta. A su vez, para los dos audios (con y sin cubierta) se observó un aumento en el grado de molestia percibido en la Tanda 2, respecto a la Tanda 1. Otro resultado relevante en relación a los soplantes, fue que los hombres percibieron entre un 25 % y un 30 % más molestia que las mujeres, y las personas mayores a 40 años, percibieron un 20 % más molestia que las menores a 40 años. Esto plantea la posibilidad de que aún para sonidos altamente molestos, pueden existir factores atenuantes y agravantes.
- Los sonidos que presentaron un mayor aumento en el grado de molestia entre la Tanda 1 y la Tanda 2, fueron a su vez los que generaron el menor grado de molestia promedio global (tormenta, palabra hablada). Esto podría deberse al cansancio que generó la escucha, lo cual se tradujo quizás en un aumento de la intolerancia.
- La correlación obtenida entre las escalas numérica y verbal de molestia fue sumamente alta. Por otra parte, al calcular el porcentaje de personas altamente molestas según ambas escalas (% HAv, % HAn), se encontraron diferencias importantes, donde los mayores porcentajes correspondieron al índice % HAv. Sin embargo, al aplicar luego la corrección por ponderación (% HAvw), los resultados obtenidos sí fueron similares. La tabla comparativa de % HA permite ver de forma muy clara, cuál fue el porcentaje de personas que realmente se sintieron molestas, es decir, sin trivializar la denominación “altamente molesto”. Además, permite ver cómo cambiaron estos porcentajes entre la Tanda 1 y la Tanda 2.
- No se encontraron evidencias para afirmar que hayan existido diferencias entre el grado de molestia promedio percibido durante el experimento para hombres y mujeres. Sin embargo, se destaca que en promedio los hombres presentaron un menor aumento de la molestia percibida entre ambas tandas, en relación a las mujeres.
- La franja etaria de entre 40 y 49 años fue la que en promedio percibió el mayor grado de molestia por ruido (coincidente con bibliografía), mientras que el mayor aumento de molestia promedio entre tandas lo presentó la franja etaria de entre 30 y 39 años.

- No se encontraron evidencias para afirmar que los individuos de alta sensibilidad hayan presentado un grado de molestia promedio diferente al de los individuos de baja sensibilidad. Sin embargo, sí se observaron diferencias importantes entre los individuos de alta y baja sensibilidad, si se compara la molestia promedio percibida para cada sonido entre ambas tandas (y para ambas escalas). Los individuos de alta sensibilidad presentaron, en promedio, un mayor aumento en el grado de molestia percibido entre ambas tandas, indicando posiblemente una cierta saturación y habituación más lenta en presencia de ruido. Asimismo, las diferencias observadas entre tandas variaron notablemente según el sonido, lo cual podría estar indicando la influencia del contenido semántico de cada sonido, ya que, en los audios que generaron mayor molestia, el aumento no fue demasiado grande, mientras que, en los audios menos molestos, el aumento sí fue importante.
- La molestia promedio percibida para los audios evaluados presentó un buen grado de correlación positivo con las dos medidas de sonoridad consideradas (RMS total y LUFS).
- Se encontró una clara correlación entre la connotación de los audios y la molestia promedio percibida, lo cual viene aparejado con las asociaciones mentales que la persona hace al escuchar cada sonido, ya sea por similitud con sonidos conocidos o por experiencias previas. Connotaciones negativas se asociaron fuertemente con mayor grado de molestia y connotaciones positivas con menor molestia. Este resultado fue verificado mediante las herramientas de análisis multivariado computacional aplicadas.
- La herramienta de las nubes de palabras, resultó sumamente útil para la interpretación del grado de molestia percibido, a través de las ideas mentales preponderantes, su relación con la connotación y el cambio que hubo en dichas variables entre las dos tandas de escuchas. Se encontró que las palabras preponderantes pueden o no estar relacionadas con el resultado de molestia final.
- A partir del análisis estadístico multivariado (PCA, heatmap, dendrogramas, coeficiente de Silhouette y k-means) se encontraron indicios razonables de agrupamientos entre sonidos, para ambas tandas de escuchas. El número óptimo de clusters fue $k = 3$ o $k = 2$, según se considere la Tanda 1 o Tanda 2 respectivamente. Estos clusters resultaron a su vez razonables y claros si se profundiza en qué sonidos quedaron contenidos en cada grupo y la posición de los mismos en el plano compuesto por las dos primeras componentes principales. El resultado fue representativo del ranking de molestia generado.
- Para el caso de las matrices por individuos, se encontró una complejidad importante en el set de datos, indicando una riqueza muy grande en los mismos, con lo cual no es posible reducir sustancialmente las variables sin perder información en el proceso. De todas formas, se encontraron ciertos indicios de agrupamientos entre individuos.

- Para la Tanda 1, se encontró que las variables de molestia (numérica y verbal) estuvieron correlacionadas positivamente con la edad y la exposición al ruido, y prácticamente incorrelacionadas con la sensibilidad al ruido y la condición de salud. Los individuos que percibieron mayor molestia, se caracterizaron por un mayor promedio de edad y un alto grado de exposición habitual al ruido. Por otro lado, los individuos que percibieron menor molestia, se caracterizaron por un menor promedio de edad y un bajo grado de exposición al ruido.

Los tres clusters generados a partir del algoritmo de clúster jerárquico aplicado, resultaron razonables en función de las características representativas de cada grupo. El clúster 1 estuvo caracterizado por individuos alérgicos, que trabajan entre 40 y 60 horas semanales, con un grado de molestia percibido (escala verbal) menor a la media y una alta sensibilidad al ruido. El clúster 2 se caracterizó por individuos no alérgicos, que trabajan menos de 40 horas semanales, con un grado de molestia percibido (escalas numérica y verbal) menor a la media y una baja sensibilidad al ruido. El clúster 3 estuvo caracterizado por un muy alto grado de molestia percibido (escala numérica y verbal), un promedio de edad mayor a la media e individuos no alérgicos.

- Para la Tanda 2, los vínculos entre variables y la interpretación de los agrupamientos resultó ser una tarea más compleja que para la Tanda 1. Se encontró (al igual que para la Tanda 1) que las variables de molestia (numérica y verbal) estuvieron correlacionadas con la exposición al ruido y prácticamente incorrelacionadas con la sensibilidad al ruido y la condición de salud. Los individuos que percibieron mayor molestia, se caracterizaron por un alto grado de exposición habitual al ruido, mientras que los individuos que percibieron menor molestia, se caracterizaron por un bajo grado de exposición al ruido.

Para este caso, el algoritmo de clúster jerárquico sugirió cinco clusters con diferentes combinaciones de características representativas en las variables: molestia percibida (numérica y verbal), estado de ánimo final, grado de exposición habitual al ruido, género, edad, sensibilidad al ruido, horas de trabajo semanales, alergias y condición de salud (autoevaluada). Es decir, el resultado obtenido para la Tanda 2 resultó de mayor complejidad interpretativa en relación a la Tanda 1, ya que al parecer el set de datos reflejó una serie de influencias entrelazadas entre las mencionadas variables.

Es necesario continuar profundizando en la interpretación de los resultados expuestos para las matrices por individuos, buscando la validación de los mismos mediante la aplicación de nuevos estudios de tendencia de clusters, trabajando con diferentes subconjuntos de datos y evaluando la aplicación de otras herramientas de tratamiento de datos mixtos.

8. Conclusiones y futuras líneas de trabajo

En el presente trabajo se logró llevar a cabo de forma exitosa una primera experiencia de laboratorio a nivel nacional en la cual se estudió la influencia de una serie de factores personales vinculados a los receptores, sobre la molestia por ruido percibida al escuchar una serie de diez sonidos previamente seleccionados. El experimento contó con la participación de 49 voluntarios (de los cuales 44 resultaron válidos para el análisis luego del filtrado por capacidad auditiva), quienes escucharon los sonidos a través de auriculares y completaron un cuestionario desarrollado específicamente para este estudio, mediante el cual se recabó toda la información para el análisis de resultados. Los factores personales en estudio fueron: edad, género, sensibilidad al ruido, grado de exposición habitual al ruido, estado de ánimo, horas de trabajo semanales, alergias, condición de salud (autoevaluada), identificación de la fuente, contenido semántico y connotación.

El diseño del experimento y el posterior análisis de resultados, pusieron de manifiesto las dificultades existentes para lograr un abordaje integral de la temática “molestia por ruido” y los factores personales. Como contrapartida, se encontró que el complemento entre los cuestionarios y las herramientas estadísticas computacionales de análisis multivariado resulta ser una muy buena alternativa para el estudio e interpretación de los resultados. Asimismo, las nubes de palabras y la tabla de connotaciones resultaron de suma utilidad para el entendimiento de los resultados vinculados a la molestia percibida.

A partir del análisis de resultados, se destaca haber podido:

- Estudiar las relaciones existentes entre ciertos factores personales seleccionados para el presente trabajo.
- Correlacionar algunos de estos factores (connotación, edad, grado de exposición habitual al ruido) con el grado de molestia percibido.
- Encontrar estructuras razonables de agrupamientos entre los sonidos estudiados.
- Encontrar indicios de agrupamientos entre individuos.

Teniendo en cuenta la gran cantidad de información generada y la diversidad de técnicas y disciplinas que son necesarias para el análisis, se plantean las siguientes líneas de trabajo a futuro:

- Comparar diferentes metodologías de corte para clasificar individuos según su sensibilidad al ruido. Concretamente se plantea comparar los resultados de sensibilidad al ruido según: autovaloración, cuestionario de Weinstein completo y cuestionario de Weinstein reducido.
- Analizar las respuestas de los cuestionarios individuales que aún no fueron procesadas (a saber, ocupación, nivel educativo, enfermedades crónicas, consumo de medicamentos, pregunta 2 relativa a los audios), relacionándolas principalmente con las respuestas de molestia percibida, buscando incorporar una visión interdisciplinaria a través de un equipo de trabajo.
- Realizar una nueva experiencia de laboratorio con las mejoras sugeridas en el Capítulo 7.

- Continuar profundizando en el análisis estadístico de las matrices por individuos.
- Trabajar en un plan de mejora de la calidad acústica en los entornos de las PTARs de OSE, partiendo de la información generada y los resultados obtenidos en el presente trabajo.

En base a estas líneas de trabajo planteadas es que pretendo desarrollar mi investigación de tesis doctoral en Ingeniería Ambiental, profundizando en el desarrollo de una metodología para experimentos de laboratorio sobre molestia por ruido, con un enfoque interdisciplinario.

Referencias bibliográficas

- Abbaszadeh, M.J., Madani, R. & Ghaffari, A. (2023). Effects of Non-Acoustic Factors on Noise Annoyance in Apartment Buildings (Case Study: Aseman-E Tabriz Residential Complex). *International Journal of Architectural Engineering & Urban Planning*, Volume 32, Number 1, 2022. DOI: 10.22068/ijaup.612
- Abidin, A.N.Z., Jusoh, M. & Zakaria, Z.Y. (2018). Simulation of noise exposure level of fire-fighters in emergency response services in Malaysia. *Safety Science* 105 (2018) 121–127. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.01.007>
- Aletta, F., Kang, J. & Axelsson, Ö. (2016). Soundscape descriptors and a conceptual framework for developing predictive soundscape models. *Landscape and Urban Planning*. 149. 65–74. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.02.001>
- Aletta, F., Van Renterghem, T. & Botteldooren, D. (2018). Influence of Personal Factors on Sound Perception and Overall Experience in Urban Green Areas. A Case Study of a Cycling Path Highly Exposed to Road Traffic Noise. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 15. 1118. doi:10.3390/ijerph15061118
- Alimohammadi, I., Nassiri, P., Azkhosh, M. & Hoseini, M. (2010). Factors Affecting Road Traffic Noise Annoyance Among White-Collar Employees Working in Tehran. *Iran. J. Environ. Health. Sci. Eng.*, 2010, Vol. 7, No. 1, pp. 25-34.
- Altinsoy, M.E. (2022). The Evaluation of Conventional, Electric and Hybrid Electric Passenger Car Pass-By Noise Annoyance Using Psychoacoustical Properties. *Appl. Sci.* 2022, 12, 5146. <https://doi.org/10.3390/app12105146>
- Amat, J. (enero de 2016). *Análisis de la homogeneidad de varianza (homocedasticidad)*. RPubs. https://rpubs.com/Joaquin_AR/218466
- Amat, J. (setiembre de 2017). *Clustering y heatmaps: aprendizaje no supervisado*. RPubs. https://rpubs.com/Joaquin_AR/310338
- Atamer, S. & Altinsoy, M.E. (2021). Sound quality of dishwashers: Annoyance perception. *Applied Acoustics* 180 (2021) 108099. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2021.108099>
- Audio Engineering Society (s.f.). *Loudness Basics*. <https://aes2.org/resources/audio-topics/loudness-project/loudness-basics/>
- Babisch, W. (2002). The Noise/Stress Concept, Risk Assessment and Research Needs. *Noise & Health* 2002, 4;16, 1-11.
- Babisch, W., Houthuijs, D., Pershagen, G., Cadum, E., Katsouyanni, K., Velonakis, M., Dudley, M.L., Marohn, H.D., Swart, W., Breugelmans, O., Bluhm, G., Selander, J., Vigna-Taglianti, F., Pisani, S., Haralabidis, A., Dimakopoulou, K., Zachos, I., Järup, L. & HYENA Consortium (2009). Annoyance due to aircraft noise has increased over the years--results of the HYENA study. *Environment International* 35 (2009) 1169–1176. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2009.07.012>

- Bangjun, Z., Lili, S. & Guoqing, D. (2003). The influence of the visibility of the source on the subjective annoyance due to its noise. *Applied Acoustics* 64 (2003) 1205–1215. doi:10.1016/S0003-682X(03)00074-4
- Belojevic, G. & Jakovljevic, B. (2001). Factors influencing subjective noise sensitivity in an urban population. *Noise & Health* 2001, 4;13, 17-24.
- Belojevic, G., Slepcevic, V. & Jakovljevic, B. (2001). Mental performance in noise: The role of introversion. *Journal of Environmental Psychology* (2001) 21, 209-213. doi:10.1006/jevp.2000.0188.
- Benfield, J.A., Nurse, G.A., Jakubowski, R., Gibson, A.W., Taff, B.D., Newman, P. & Bell, P.A. (2014). Testing Noise in the Field A Brief Measure of Individual Noise Sensitivity. *Environment and Behavior* 2014, Vol. 46(3) 353-372. DOI: 10.1177/0013916512454430
- Berglund, B., Harder, K. & Preis, A. (1994). Annoyance perception of sound and information extraction. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 95(3), 1501–1509. <https://doi.org/10.1121/1.408537>
- Berglund, B., Preis, A. & Rankin, K. (1990). Relationship between loudness and annoyance for ten community sounds. *Environment International*, Vol. 16, pp. 523-531, 1990.
- Berkers, E., Pop, I., Cloin, M., Eugster, A. & van Oers, H. (2021). The relative effects of self-reported noise and odour annoyance on psychological distress: Different effects across sociodemographic groups? *PloS one*, 16(10), e0258102. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0258102>
- Beutel, M.E., Jünger, C., Klein, E.M., Wild, P., Lackner, K., Blettner, M., Binder, H., Michal, M., Wiltink, J., Brähler, E. & Münzel, T. (2016). Noise Annoyance Is Associated with Depression and Anxiety in the General Population- The Contribution of Aircraft Noise. *PloS one*, 11(5), e0155357. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155357>
- Beutel, M.E., Brähler, E., Ernst, M., Klein, E., Reiner, I., Wiltink, J., Michal, M., Wild, P.S., Schulz, A., Münzel, T., Hahad, O., König, J., Lackner, K.J., Pfeiffer, N. & Tibubos, A.N. (2020). Noise annoyance predicts symptoms of depression, anxiety and sleep disturbance 5 years later. Findings from the Gutenberg Health Study. *The European Journal of Public Health*, Vol. 30, No. 3, 487–492. doi:10.1093/eurpub/ckaa015
- Biamp. (6 de julio de 2023). *Gain structure: input and output levels*. https://support.biamp.com/General/Audio/Gain_structure%3A_input_and_output_levels
- Bild, E., Coler, M., Pfeffer, K. & Bertolini, L. (2016). Considering Sound in Planning and Designing Public Spaces: A Review of Theory and Applications and a Proposed Framework for Integrating Research and Practice. *Journal of Planning Literature*, 31(4), 419-434. <https://doi.org/10.1177/0885412216662001>

- Bracknell News (4th August 2022). Man guilty of murdering neighbour after becoming annoyed by motorbike noise. <https://www.bracknellnews.co.uk/news/national/20600770.man-guilty-murdering-neighbour-becoming-annoyed-motorbike-noise/>
- Brink, M., Schreckenber, D., Vienneau, D., Cajochen, C., Wunderli, J. M., Probst-Hensch, N. & Rösli, M. (2016). Effects of Scale, Question Location, Order of Response Alternatives, and Season on Self-Reported Noise Annoyance Using ICBEN Scales: A Field Experiment. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2016, 13, 1163. <https://doi.org/10.3390/ijerph13111163>
- British Broadcasting Corporation (s.f.). *BBC Sound Effects*. <https://sound-effects.bbcrewind.co.uk/search?q=07012012>
- Brooks, B.M., Schulte-Fortkamp, B., Voigt, K.S. & Case, A.U. (2014). Exploring Our Sonic Environment Through Soundscape Research & Theory. *Acoustics Today*. 10. 30-40. 10.1121/1.4870174.
- Can, A., L'Hostis, A., Aumond, P., Botteldooren, D., Coelho, M.C., Guarnaccia, C. & Kang, J. (2020). The future of urban sound environments: Impacting mobility trends and insights for noise assessment and mitigation. *Applied Acoustics* 170 (2020) 107518. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2020.107518>
- Chen, F., Wong, L.L. & Hu, Y. (2014). Effects of lexical tone contour on Mandarin sentence intelligibility. *Journal of speech, language, and hearing research: Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. Vol. 57. 338–345. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2013/12-0324\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2013/12-0324))
- Chong, D., Chen, L., Peng, Y. & Yu, A. (2022). Occupational noise-related perception and personal protection behavior among Chinese construction workers. *Safety Science* 147 (2022) 105629. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105629>
- Claramunt, G. (2022). *Resuspensión de sedimentos por una obra de dragado en el Río de la Plata. Caso: Central de Ciclo Combinado (UTE), Punta del Tigre, San José*. [tesis de Maestría en Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, UdelAR]. <https://hdl.handle.net/20.500.12008/37033>
- Clark, C., Gjestland, T., Lavia, L., Notley, H., Michaud, D. & Morinaga, M. (2021). Assessing community noise annoyance: A review of two decades of the international technical specification ISO/TS 15666:2003. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 150(5), 3362. <https://doi.org/10.1121/10.0006967>
- Cohen, S., Evans, G., Krantz, D. & Stokols, D. (1980). Physiological, motivational, and cognitive effects of aircraft noise on children: Moving from the laboratory to the field. *The American Psychologist*. 35. 231-43. 10.1037//0003-066X.35.3.231
- Colby, W.D., Dobie, R., Leventhall, G., Lipscomb, D.M., McCunney, R.J., Seilo, M.T. & Søndergaard, B. (2009). *Wind Turbine Sound and Health Effects: An Expert Panel Review*. Report by American Wind Energy Association (AWEA).

- Colle, H.A. & Welsh, A. (1976). Acoustic masking in primary memory. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, 15(1), 17–31. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(76\)90003-7](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(76)90003-7)
- Das-Munshi, J., Rubin, G.J. & Wessely, S. (2006). Multiple chemical sensitivities: A systematic review of provocation studies. *The Journal of allergy and clinical immunology*, 118(6), 1257–1264. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2006.07.046>
- Deng, Z., Kang, J. & Wang, D. (2015). *Soundscape Composition as a New Music Genre*. Proceedings of ICMEM, 23-25 March 2015.
- De-Armas, G., Alvarez-Vaz, R. (2019). Comparación del VPA de una renta de vida a través de distintas tablas de mortalidad. Serie Documentos de Trabajo, DT (19/6). Instituto de Estadística, Facultad de Ciencias Económicas y de Administración, Universidad de la República, Uruguay. http://www.iesta.edu.uy/wp-content/uploads/2020/03/ddt_06_19.pdf
- Di, G., Yao, Y., Chen, C., Lin, Q. & Li, Z. (2022). An experiment study on the identification of noise sensitive individuals and the influence of noise sensitivity on perceived annoyance. *Applied Acoustics*. 185. 108394. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2021.108394>
- Domingo, A.M. (2014). *Apuntes de acústica*. <https://oa.upm.es/23098/>
- Ekehammar, B. & Dornic, S. (1990). Weinstein's Noise Sensitivity Scale: reliability and construct validity. *Perceptual and Motor Skills*, 70(1), 129–130. <https://doi.org/10.2466/pms.1990.70.1.129>
- Ellermeier, W., Eigenstetter, M. & Zimmer, K. (2001). Psychoacoustic correlates of individual noise sensitivity. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 109(4), 1464–1473. <https://doi.org/10.1121/1.1350402>
- El Observador (7 de marzo de 2024). Animales, relación con vecinos y ruidos molestos: cuáles fueron los reclamos más frecuentes de los montevideanos. <https://www.elobservador.com.uy/nota/animales-relacion-con-vecinos-y-ruidos-molestos-cuales-fueron-los-reclamos-mas-frecuentes-de-los-montevideanos-202437231829>
- Erfanian, M., Mitchell, A., Aletta, F. & Kang, J. (2021). Psychological Well-being and Demographic Factors can Mediate Soundscape Pleasantness and Eventfulness: A large sample study. *Journal of Environmental Psychology* 77 (2021) 101660. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2021.101660>
- Faisal, A.A., Selen, L.P. & Wolpert, D.M. (2008). Noise in the nervous system. *Nature reviews. Neuroscience*, 9(4), 292–303. <https://doi.org/10.1038/nrn2258>
- Faiyetole, A.A. & Sivowaku, J.T. (2021). The Effects of Aircraft Noise on Psychosocial Health. *Journal of Transport & Health*. 22. 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2021.101230>

- Fastl, H. (2004). From psychoacoustics to sound quality engineering. *Proceedings of the Institute of Acoustics*. Vol. 24. Pt 4. 2002.
- Fenech, B., Lavia, L., Rodgers, G. & Notley, H. (2021). *Development of a new ISO Technical Specification on non-acoustic factors to improve the interpretation of socio-acoustic surveys*. The 13th ICBEN Congress on Noise as a Public Health Problem, Karolinska Institutet, Stockholm, Sweden, 14-17 June 2021.
- Fields, J.M. (1993). Effect of personal and situational variables on noise annoyance in residential areas. *J. Acoust. Soc. Am.* 1 May 1993; 93 (5): 2753–2763. <https://doi.org/10.1121/1.405851>
- Floud, S., Vigna-Taglianti, F., Hansell, A., Blangiardo, M., Houthuijs, D., Breugelmans, O., Cadum, E., Babisch, W., Selander, J., Pershagen, G., Antoniotti, M. C., Pisani, S., Dimakopoulou, K., Haralabidis, A. S., Velonakis, V., Jarup, L. & HYENA Study Team (2011). Medication use in relation to noise from aircraft and road traffic in six European countries: results of the HYENA study. *Occupational and Environmental Medicine*, 68(7), 518–524. <https://doi.org/10.1136/oem.2010.058586>
- Foraster, M., Eze, I.C., Vienneau, D., Brink, M., Cajochen, C., Caviezel, S., Héritier, H., Schaffner, E., Schindler, C., Wanner, M., Wunderli, J-M., Rösli, M. & Probst-Hensch, N. (2016). Long-term transportation noise annoyance is associated with subsequent lower levels of physical activity. *Environment international*, 91, 341–349. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.03.011>
- Fu, Q.-J., Zeng, F.-G., Shannon, R.V. & Soli, S.D. (1998). Importance of tonal envelope cues in Chinese speech recognition. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 104(1), 505–510. <https://doi.org/10.1121/1.423251>
- García Sanz, B. & Garrido, F.J. (2003). *La contaminación acústica en nuestras ciudades*. Fundación “la Caixa”.
- Gjestland, T. (2023). Constructing noise-reaction questions for community noise surveys in nine different languages. Experiences and lessons learned. *Applied Acoustics* 202 (2023) 109162. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2022.109162>
- Goldsmith, M. (s.f.). History of Noise. <https://mikegoldsmith.weebly.com/history-of-noise.html>
- González, A. (2012). *Contaminación Sonora y Derechos Humanos: Serie Investigaciones: Derechos humanos en las políticas públicas. N°2*. Junta Departamental de Montevideo. Defensoría del Vecino. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/38860/1/Gon12.pdf>
- González, A. (2017). *Acústica ambiental: Efectos del ruido sobre la salud humana: Cuaderno 4*. Udelar. FI. IMFIA. <https://hdl.handle.net/20.500.12008/38588>

- González, A., Gianoli, P. & Rezzano, N. (2015). *Environmental noise as a determinant of public health*. The 22nd International Congress on Sound and Vibration. ICSV22, Florence (Italy) 12-16 July 2015.
- Grimm, E.M., van Everdingen, R. & Schöpping, M.J.L.C. (2010). Toward a Recommendation for a European Standard of Peak and LKFS Loudness Levels. *SMPTE Motion Imaging Journal*. 119. 10.5594/J11396.
- Grinfeder, E., Lorenzi, C., Hauptert, S. & Sueur, J. (2022). What Do We Mean by “Soundscape”? A Functional Description. *Front. Ecol. Evol.* 10:894232. doi: 10.3389/fevo.2022.894232
- Guski, R. (1997). Psychological Methods for Evaluating Sound Quality and Assessing Acoustic Information. *Acta Acustica united with Acustica*. 83. 765-774.
- Guski, R. (1999). Personal and social variables as co-determinants of noise annoyance. *Noise & health*. 3: 45-56.
- Guski, R., Felscher-Suhr, U. & Schuemer, R. (1999). The concept of noise annoyance: how international experts see it. *Journal of Sound and Vibration*, 223, 513-527.
- Hahad, O., Kuntic, M., Al-Kindi, S., Kuntic, I., Gilan, D., Petrowski, K., Daiber, A. & Münzel, T. (2024). Noise and mental health: evidence, mechanisms, and consequences. *J Expo Sci Environ Epidemiol* (2024). <https://doi.org/10.1038/s41370-024-00642-5>
- Hammersen, F., Niemann, H. & Hoebel, J. (2016). Environmental Noise Annoyance and Mental Health in Adults: Findings from the Cross-Sectional German Health Update (GEDA) Study 2012. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(10), 954. <https://doi.org/10.3390/ijerph13100954>
- Hart, A. (2001). Mann-Whitney test is not just a test of medians: differences in spread can be important. *BMJ (Clinical research ed.)*, 323(7309), 391–393. <https://doi.org/10.1136/bmj.323.7309.391>
- Heinonen-Guzejev, M., Koskenvuo, M., Mussalo-Rauhamaa, H., Vuorinen, H. S., Heikkilä, K., & Kaprio, J. (2012). Noise sensitivity and multiple chemical sensitivity scales: properties in a population based epidemiological study. *Noise & health*, 14(60), 215–223. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.102956>
- Hener, Timo. (2022). Noise pollution and violent crime. *Journal of Public Economics*. 215. 104748. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2022.104748>
- Herrmann, B., Maess, B. & Johnsrude, I. S. (2018). Aging Affects Adaptation to Sound-Level Statistics in Human Auditory Cortex. *The Journal of Neuroscience*, 38, 1989–1999. doi:10.1523/JNEUROSCI.1489-17.2018
- Husson, F., Josse, J. & Pages, J. (2010). Principal component methods – hierarchical clustering - partitional clustering: why would we need to choose for visualizing data? http://factominer.free.fr/more/HPCPC_husson_josse.pdf

- Iglesias, G. (2021). Análisis de la Ley n°. 17.852 sobre contaminación acústica. *Revista de la Facultad de Derecho*, (50), ene-jun, 2021. doi: 10.22187/rfd2021n50a1
- Instituto Nacional de Estadística. (30 de diciembre de 2011). *Censo 2011*. <https://www.gub.uy/instituto-nacional-estadistica/datos-y-estadisticas/estadisticas/censo-2011>
- International Telecommunications Union (2013). Recomendación UIT-R BS.1770-3. *Algoritmos para medir la sonoridad de los programas radiofónicos y el nivel de cresta de audio real*. Ginebra: International Telecommunications Union.
- ISO (2014). ISO 12913-1:2014. *Acoustics — Soundscape — Part 1: Definition and Conceptual Framework*. Geneva: International Organization for Standardization.
- ISO (2021). ISO/TS15666:2021. *Acoustics—Assessment of Noise Annoyance by Means of Social and Socio-Acoustic Surveys*. Geneva: International Organization for Standardization.
- Jakovljevic, B., Belojevic, G., Paunovic, K. & Stojanov, V. (2006). Road traffic noise and sleep disturbances in an urban population: cross-sectional study. *Croatian Medical Journal*, 47(1), 125–133.
- James, G., Witten, D., Hastie, T. & Tibshirani, R. (2013). *An Introduction to Statistical Learning with Applications in R*. Springer.
- Jensen, H., Rasmussen, B. & Ekholm, O. (2018). Neighbour and traffic noise annoyance: a nationwide study of associated mental health and perceived stress. *European Journal of Public Health*, 28, 1050–1055. doi:10.1093/eurpub/cky091
- Job, R.F.S. (1988). Community response to noise: A review of factors influencing the relationship between noise exposure and reaction. *Journal of the Acoustical Society of America*, 83(3), 991–1001. <https://doi.org/10.1121/1.396524>
- Job, R.F.S. (1999). Noise sensitivity as a factor influencing human reaction to noise. *Noise & Health*, 1(3), 57–68.
- Kachlicka, M. (2021). *Mapping Acoustic and Semantic Dimensions of Auditory Perception* [dissertation, University College London]. <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10130257/>
- Kalemkerian, J. (2022). Curso de Estadística Multivariada Computacional. Instituto de Matemática y Estadística Rafael Laguardia. Facultad de Ingeniería (UdelaR).
- Kang, J. (2017). From dBA to soundscape indices: Managing our sound environment. *Frontiers of Engineering Management*. 2017, 4(2): 184–192. <https://doi.org/10.15302/J-FEM-2017026>.
- Kang, J., Aletta, F., Oberman, T., Erfanian, M., Kachlicka, M., Lionello, M. & Mitchell, A. (2019). *Towards soundscape indices*. Proceedings of the 23rd International Congress on Acoustics 9 to 13 September 2019 in Aachen, Germany.

- Kassambara, A. (24 de setiembre de 2017). FAMD - Factor Analysis of Mixed Data in R: Essentials. *Statistical tools for high-throughput data analysis*. <http://www.sthda.com/english/articles/31-principal-component-methods-in-r-practical-guide/115-famd-factor-analysis-of-mixed-data-in-r-essentials/>
- Kaufman, L. & Rousseeuw, P.J. (1990). *Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis*. 10.2307/2532178.
- Kim, J., Lee, S., Kim, S., Song, H. & Ryu, J. (2023). Quantitative study on the influence of non-acoustic factors on annoyance due to floor impact noise in apartments. *Applied Acoustics*. 202. 109144. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2022.109144>
- Kogan, P. (2018). *Acústica Ambiental y el Paradigma del Paisaje Sonoro: Investigación exploratoria en áreas verdes y otros espacios urbanos* [Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Córdoba]. <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/24395>
- La Vanguardia. (2 de junio de 2023). Vecinos del Fòrum se manifiestan contra el ruido del Primavera Sound. <https://www.lavanguardia.com/local/barcelona/20230601/9013283/vecinos-forum-manifiestan-ruido-primavera-sound.html>
- Lee, J., Francis, J.M. & Wang, L.M. (2017). How tonality and loudness of noise relate to annoyance and task performance. *Noise Control Engineering Journal*. 65. 71-82. 10.3397/1/376427.
- LeGriffon, I., Lebouc, E., Tardieu, J., Boullet, I., Lavandier, C., Richard, I. & Magnen, C. (2023). *Impact of non-acoustical factors in laboratory listening tests on aircraft noise*. ICSV29, Jul 2023, Prague, Czech Republic. {hal-04163546}
- Lengronne, F. (2021). El paisaje sonoro, un terreno fértil: Paisaje sonoro y creación sonora. *Revista ECOS* ISSN 2697-2913 Año 2 No 2 Julio – Diciembre 2021.
- Ley N°17.852. Prevención Vigilancia y Corrección de la Contaminación Acústica. Registro Nacional de Leyes y Decretos. Poder Legislativo. Montevideo, Uruguay, febrero de 2015. Promulgación: 10/12/2004. Publicación: 24/12/2004.
- Liu, F., Jiang, S., Kang, J., Wu, Y., Yang, D., Meng, Q. & Wang, C. (2022). On the definition of noise. *Humanities & Social Sciences Communications* 9, 406 (2022). <https://doi.org/10.1057/s41599-022-01431-x>
- Lukas, J.S. & Dobbs, M.E. (1972). *Effects of aircraft noises on the sleep of women*. NASA Report No. CR-2041.
- Luz, G.A. (2005). Noise sensitivity rating of individuals. *Sound and Vibration*, 39, 14-17.
- Maggiolo, D. (2001). *Paisaje sonoro Uruguay* [Ponencia]. Cuarta Jornada Regional Sobre Ruido Urbano, Montevideo, Uruguay.

- Manohare, M., Garg, B., Rajasekar, E. & Parida, M. (2022). Evaluation of change in heart rate variability due to different soundscapes. *Noise Mapping*. 9. 234-248. <https://doi.org/10.1515/noise-2022-0158>
- Miedema, H.M.E. (2007). Annoyance Caused by Environmental Noise: Elements for Evidence-Based Noise Policies. *Journal of Social Issues*, 63(1), 41–57. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.2007.00495.x>
- Miedema, H.M.E. & Vos, H. (1999). Demographic and attitudinal factors that modify annoyance from transportation noise. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 105 (6): 3336–3344. <https://doi.org/10.1121/1.424662>
- Miedema, H.M.E. & Vos, H. (2003). Noise sensitivity and reactions to noise and other environmental conditions. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 113(3), 1492–1504. <https://doi.org/10.1121/1.1547437>
- Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (2019). *Plan Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible*. MVOTMA: Montevideo. <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/comunicacion/publicaciones/plan-nacional-ambiental-para-desarrollo-sostenible>
- Mishra, P., Pandey, C.M., Singh, U., Gupta, A., Sahu, C. & Keshri, A. Descriptive statistics and normality tests for statistical data. *Ann Card Anaesth* 2019; 22:67-72. doi: 10.4103/aca.ACA_157_18
- Mitchell, A., Erfanian, M., Soelistyo, C., Oberman, T., Kang, J., Aldridge, R., Xue, J.H. & Aletta, F. (2022). Effects of Soundscape Complexity on Urban Noise Annoyance Ratings: A Large-Scale Online Listening Experiment. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2022, 19, 14872. <https://doi.org/10.3390/ijerph192214872>
- Miyara, F. (1999). Control de Ruido. Libro digital, edición propia. Rosario, Argentina. <http://www.ingenieroambiental.com/4023/control%20de%20ruido,federico%20miyara.pdf>
- Miyara, F. (2 de octubre de 2023). Comunicación personal vía correo electrónico.
- Miyara, F., Pasch, V., Cabanellas, S. & Yanitelli, M. (2014). *Ruido y contenido semántico*. La Semana del Sonido, Rosario, Argentina, 2014.
- Moghadam, S. M. K., Alimohammadi, I., Taheri, E., Rahimi, J., Bostanpira, F., Rahmani, N., Abedi, K. ad-D. & Ebrahimi, H. (2021). Modeling effect of five big personality traits on noise sensitivity and annoyance. *Applied Acoustics* 172 (2021) 107655. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2020.107655>
- Monazzam, M. R., Zakerian, S. A., Kazemi, Z., Ebrahimi, M. H., Ghaljahi, M., Mehri, A., Afkhaminia, F. & Abbasi, M. (2019). Investigation of occupational noise annoyance in a wind turbine power plant. *Journal of Low Frequency Noise, Vibration & Active Control*, 38(2), 798–807. DOI: 10.1177/1461348418769162

- Münzel, T., Gori, T., Babisch, W. & Basner, M. (2014). Cardiovascular effects of environmental noise exposure. *European Heart Journal*, 35(13), 829–836. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehu030>
- National Institute for Occupational Safety and Health (January 18, 2024a). About Occupational Hearing Loss. <https://www.cdc.gov/niosh/noise/about/index.html>
- National Institute for Occupational Safety and Health (January 30, 2024b). Noise and Hearing Loss. https://www.cdc.gov/niosh/noise/about/noise.html?CDC_AAref_Val=https://www.cdc.gov/niosh/topics/noise/noise.html
- National Institutes of Health (February 2023). Age-Related Hearing Loss (Presbycusis). NIH Pub. No. 23-DC-4235. <https://www.nidcd.nih.gov/health/age-related-hearing-loss>
- Navarro, N. (14 de mayo de 2023). Informe 4. *RPubs*. <https://rpubs.com/nicol234/1046393>
- Nguyen, T.L., Trieu, B.L., Hiraguri, Y., Morinaga, M., Morihara, T. & Yano, T. (2020). Effects of Changes in Acoustic and Non-Acoustic Factors on Public Health and Reactions: Follow-Up Surveys in the Vicinity of the Hanoi Noi Bai International Airport. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(7), 2597. <https://doi.org/10.3390/ijerph17072597>
- Ni, K. & Huang, Y. (2022). An investigation of the age effect on acoustical annoyance developed from data of previous studies. *Applied Acoustics* 192 (2022) 108720. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2022.108720>
- Niemann, H. & Maschke, C. (2004). *WHO LARES. Final report: Noise effects and morbidity*. Interdisciplinary research network “Noise and Health”.
- Noriega, J.E. (2017). *Análisis del campo sonoro y la molestia de la contaminación acústica en ciudades mediante el uso de redes de sensores* [Tesis Doctoral, Universidad Católica de Murcia]. <https://repositorio.ucam.edu/handle/10952/2883>
- Öhrström, E., Björkman, M. & Rylander, R. (1988). Noise annoyance with regard to neurophysiological sensitivity, subjective noise sensitivity and personality variables. *Psychological Medicine*, 18(3), 605–613. <https://doi.org/10.1017/s003329170000828x>
- Ouis, D. (2001). Annoyance from Road Traffic Noise: A Review. *Journal of Environmental Psychology*. 21. 101-120. doi:10.1006/jevp.2000.0187
- Pan, L. (2023). Comunicación personal.
- Park, J., Motoki, K., Pathak, A. & Spence, C. (2021). A sound brand name: The role of voiced consonants in pharmaceutical branding. *Food Quality & Preference*. 90. 104104. DOI: 10.1016/j.foodqual.2020.104104
- Park, J., Chung, S., Lee, J., Sung, J.H., Cho, S.W. & Sim, C.S. (2017). Noise sensitivity, rather than noise level, predicts the non-auditory effects of noise in community samples: a population-based survey. *BMC Public Health*, 17(1), 315. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4244-5>

- Park, S.H., Lee, P.J. & Jeong, J.H. (2018). Effects of noise sensitivity on psychophysiological responses to building noise. *Building and Environment*, 136, 302–311. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.03.061>
- Paunovic, K., Jakovljevic, B., Belojevic, G. (2008). *The importance of non-acoustical factors on noise annoyance of urban residents*. 9th International Congress on Noise as a Public Health Problem (ICBEN) 2008, Foxwoods, CT.
- Pedersen, E., Persson Waye, K., Ryberg, J. (2010). *Response to occupational noise of medium levels at four types of work places*. 39th International Congress of Noise Control Engineering, Lisbon, 13 – 16 June 2010.
- Pelinski, R. (s.f.). *El oído alerta: modos de escuchar el entorno sonoro*. Centro Virtual Cervantes. https://cvc.cervantes.es/artes/paisajes_sonoros/p_sonoros01/pelinski/pelinski_01.htm
- Persson Waye, K., Bengtsson, J., Rylander, R., Hucklebridge, F., Evans, P. & Clow, A. (2002). Low frequency noise enhances cortisol among noise sensitive subjects during work performance. *Life Sciences*, 70(7), 745–758. [https://doi.org/10.1016/s0024-3205\(01\)01450-3](https://doi.org/10.1016/s0024-3205(01)01450-3)
- Peterson, Y. & Aniansson, G. (1988). Noise sensitivity and annoyance caused by traffic noise in persons with impaired hearing. *Journal of Sound and Vibration* (1988) 127(3), 543-548.
- Phan, H.A.T., Nishimura, T., Phan, H.Y.T., Yano, T., Sato, T., Hashimoto, Y. (2008). *Annoyance from road traffic noise with horn sounds: A cross-cultural experiment between Vietnamese and Japanese*. 9th International Congress on Noise as a Public Health Problem (ICBEN) 2008, Foxwoods, CT.
- Preis, A., Hafke-Dys, H. & Kaczmarek, T. (2008). Influence of sound source recognition on annoyance judgment. *Noise Control Eng. J.* 56 (4), July-Aug 2008. <https://doi.org/10.3397/1.2949893>
- Real Academia Española. (s.f.). Molestia. En *Diccionario de la lengua española*. Recuperado el 4 de junio de 2024, de <https://dle.rae.es/molestia?m=form>
- Qu, F., Li, Z., Zhang, T. & Huang, W. (2023). Soundscape and subjective factors affecting residents' evaluation of aircraft noise in the communities under flight routes. *Front. Psychol.* 14:1197820. doi: 10.3389/fpsyg.2023.1197820
- Romero, J. (enero de 2019). *Prueba de Mann-Whitney-Wilcoxon en R*. <https://www.r-data-scientist.com/fr/blog/applied-statistics/mannwhitneywilcoxon-test/>
- Rueb, E.S. (2016). *New York's War on Noise*. The New York Times. https://archive.nytimes.com/www.nytimes.com/interactive/2013/07/13/nyregion/nyc-noise-timeline.html/#time228_7363
- Sardin, J. (s.f.). Wind turbine #3. Big Sound Bank. <https://bigsoundbank.com/sound-1321-wind-turbine-3.html>

- Schäffer, B., Pieren, R., Brink, M. & Schlittmeier, S. (2023). Development and application of a semantic differential for perception-based optimization of wind turbine and other broadband sounds. *Applied Acoustics*, 211, 109493. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2023.109493>
- Schäffer, B., Pieren, R., Schlittmeier, S.J. & Brink, M. (2018). Effects of Different Spectral Shapes and Amplitude Modulation of Broadband Noise on Annoyance Reactions in a Controlled Listening Experiment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(5), 1029. <https://doi.org/10.3390/ijerph15051029>
- Schäffer, B., Schlittmeier, S.J., Pieren, R., Heutschi, K., Brink, M., Graf, R. & Hellbrück, J. (2016). Short-term annoyance reactions to stationary and time-varying wind turbine and road traffic noise: A laboratory study. *J. Acoust. Soc. Am.* 139, 2949 (2016); doi: 10.1121/1.4949566
- Schütte, M., Marks, A., Wenning, E. & Griefahn, B. (2007). The development of the noise sensitivity questionnaire. *Noise & Health*, 9(34), 15–24. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.34700>
- Shepherd, D., Heinonen-Guzejev, M., Hautus, M. J. & Heikkilä, K. (2015). Elucidating the relationship between noise sensitivity and personality. *Noise & Health*, 17(76), 165–171. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.155850>
- Shepherd, D., Welch, D., Dirks, K.N. & Mathews, R. (2010). Exploring the relationship between noise sensitivity, annoyance and health-related quality of life in a sample of adults exposed to environmental noise. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 7(10), 3579–3594. <https://doi.org/10.3390/ijerph7103580>
- Shultz, T.J. (1978). Synthesis of social surveys on noise annoyance. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 64(2), 377–405. <https://doi.org/10.1121/1.382013>
- Soundcloud (2023). Pronóstico de heladas para la madrugada del 21 de septiembre. Audioteca Gobierno de Mendoza. https://soundcloud.com/gobiernodemendoza/pronostico-de-heladas-para-la-madrugada-del-21-de-septiembre?utm_source=clipboard&utm_medium=text&utm_campaign=social_sharing
- soundhunterjulie (2019). sound-of-party2.wav. Free Sound. <https://freesound.org/s/395314/> -- License: Attribution 3.0
- Southworth, M.F. (1967). *The Sonic Environment of Cities* [Thesis for the degree of Master of City Planning, Massachusetts Institute of Technology]. <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/102214>
- Stallen, P. J. (1999). A theoretical framework for environmental noise annoyance. *Noise & Health*, 1(3), 69–80.

- Stansfeld, S.A. (1992). Noise, noise sensitivity and psychiatric disorder: epidemiological and psychophysiological studies. *Psychological Medicine. Monograph Supplement*, 22, pp 1-44. doi:10.1017/S0264180100001119
- Stansfeld, S.A. & Shine, P. (1993). *Noise sensitivity and psychophysiological responses to noise in the laboratory* (pp. 481-484). In M. Vallet (Ed.), *Proceedings of 6th International Congress of Noise as a Public Health Problem*. Nice, France: INRETS.
- Stansfeld, S.A., Clark, C.R., Jenkins, L.M. & Tarnopolsky, A. (1985a). Sensitivity to noise in a community sample: I. Measurement of psychiatric disorder and personality. *Psychological Medicine*, 15(2), 243–254. <https://doi.org/10.1017/s0033291700023527>
- Stansfeld, S.A., Clark, C.R., Turpin, G., Jenkins, L.M. & Tarnopolsky, A. (1985b). Sensitivity to noise in a community sample: II. Measurement of psychophysiological indices. *Psychological Medicine*, 15(2), 255–263. <https://doi.org/10.1017/s0033291700023539>
- Steele, D., Bild, E. & Guastavino, C. (2023). Moving past the sound-noise dichotomy: How professionals of the built environment approach the sonic dimension. *Cities*. 132. 103974. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2022.103974>
- Sullivan, R. (1969). Subjective matching of anxiety to intensities of white noise. *Journal of Abnormal Psychology*, 74(6), 646–650. <https://doi.org/10.1037/h0028352>
- Sun, K., De Coensel, B., Echevarria Sanchez, G.M., Van Renterghem, T. & Botteldooren, D. (2018). Effect of interaction between attention focusing capability and visual factors on road traffic noise annoyance. *Applied Acoustics*. 134. 16-24. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2018.01.001>
- Sundin, P. (s.f.). *LUFS In Audio Explained: What You Need to Know*. Production Music Live. <https://www.productionmusiclive.com/blogs/news/what-is-lufs>
- Tan, J.K.A., Hasegawa, Y. & Lau, S.K. (2022). A comprehensive environmental sound categorization scheme of an urban city. *Applied Acoustics*. 199. 109018. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2022.109018>
- Tarnopolsky, A., Watkins, G. & Hand, D. J. (1980). Aircraft noise and mental health: I. Prevalence of individual symptoms. *Psychological Medicine*, 10(4), 683–698. <https://doi.org/10.1017/s0033291700054982>
- test_sound (2019). Thunderstorm.wav. Free Sound. <https://freesound.org/s/464259/> -- License: Attribution 3.0
- Thompson, M.S. (2014). *Beyond Unwanted Sound Noise, Affect and Aesthetic Moralism* [Thesis for the degree Doctor of Philosophy, International Centre for Music Studies Newcastle University]. <https://theses.ncl.ac.uk/jspui/bitstream/10443/2440/1/Thompson%2C%20M.%2014.pdf>
- Truax, B. (Ed.). (1999). *Handbook for Acoustic Ecology* [CD-ROM], Cambridge Street Publishing. <https://www.sfu.ca/~truax/handbook.html>

- United Nations (1973). *Report of the United Nations Conference on the Human Environment: Stockholm, 5-16 June 1972*. United Nations. <https://digitallibrary.un.org/record/523249?v=pdf>
- Urquiza, N. (2016). *Assessment of annoyance, noisiness and loudness caused by environmental noise sources*. 22nd International Congress on Acoustics, ICA 2016. Buenos Aires – 5 to 9 September, 2016.
- Van Gerven, P. W., Vos, H., Van Boxtel, M. P., Janssen, S. A., & Miedema, H. M. (2009). Annoyance from environmental noise across the lifespan. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 126(1), 187–194. <https://doi.org/10.1121/1.3147510>
- van Kamp, I. & Davies, H. (2013). Noise and health in vulnerable groups: A review. *Noise & Health*, May-June 2013, Volume 15:64, 153-9. 10.4103/1463-1741.112361
- Van Renterghem, T. & Botteldooren, D. (2016). View on outdoor vegetation reduces noise annoyance for dwellers near busy roads. *Landscape and Urban Planning*. 148. 203-215. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.12.018>
- Västfjäll, D. (2002). Influences of Current Mood and Noise Sensitivity on Judgments of Noise Annoyance. *The Journal of Psychology*. 136(4), 357–370. DOI: 10.1080/00223980209604163
- Wang, J., & Puel, J. L. (2020). Presbycusis: An Update on Cochlear Mechanisms and Therapies. *Journal of Clinical Medicine*, 9(1), 218. <https://doi.org/10.3390/jcm9010218>
- Weinstein, N.D. (1978). Individual Differences in Reactions to Noise: A Longitudinal Study in a College Dormitory. *Journal of Applied Psychology* 1978, Vol. 63, No. 4, 458-466.
- Weinstein, N.D. (1980). Individual differences in critical tendencies and noise annoyance. *Journal of Sound and Vibration* (1980) 68(2), 241-248. [https://doi.org/10.1016/0022-460X\(80\)90468-X](https://doi.org/10.1016/0022-460X(80)90468-X)
- World Health Organization (1999). *Guidelines for Community Noise*. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/a68672>
- World Health Organization (2011). *Burden of disease from environmental noise: Quantification of healthy life years lost in Europe*. World Health Organization, Regional Office for Europe. <https://www.who.int/publications/i/item/9789289002295>
- World Health Organization (2018). *Environmental Noise Guidelines for the European Region*. World Health Organization, Regional Office for Europe. <https://www.who.int/europe/publications/i/item/9789289053563>
- Yaghoubi, K., Alimohammadi, I., Abolghasemi, J., Shandiz, M.S., Aboutaleb, N. & Ebrahimi, H. (2020). The relationship between noise annoyance and salivary cortisol. *Applied Acoustics* 160 (2020) 107131. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2019.107131>

- Yale Center for Emotional Intelligence. (s.f.). *RULER: A Systemic Approach to Social and Emotional Learning (SEL) for Grades PreK through 12*. <https://medicine.yale.edu/childstudy/services/community-and-schools-programs/center-for-emotional-intelligence/training/ruler/>
- Yoon, J-H., Won, J-U., Lee, W., Jung P.K. & Roh, J. (2014) Occupational Noise Annoyance Linked to Depressive Symptoms and Suicidal Ideation: A Result from Nationwide Survey of Korea. PLoS ONE 9(8): e105321. doi:10.1371/journal.pone.0105321
- Zhang, J., Chen, K., Li, H., Chen, X. & Dong, N. (2023). The effects of rating scales and individual characteristics on perceived annoyance in laboratory listening tests. *Appl. Acoust.* 2023, 202, 109137. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2022.109137>
- Zimmer, K., Ellermeier, W. (1999). Psychometric properties of four measures of noise sensitivity: A comparison. *Journal of Environmental Psychology* (1999) 19, 295-302.

Anexos

Anexo A – Preguntas personales

Individuo	Estado de ánimo 0	Edad	Género	Lugar de nacimiento	¿Trabaja?	Trabajo principal	¿Más de un trabajo?
1	Tranquilo	28	Mujer	Uruguay	Si	Maestra	No
2	Tranquilo	45	Hombre	España	Si	Docente	Si
3	Tranquilo	25	Hombre	Uruguay	Si	Investigación	No
4	Tranquilo	58	Hombre	Uruguay	Si	Informática	No
5	Animado	53	Mujer	Uruguay	Si	Gestión	No
6	Ansioso	39	Hombre	Uruguay	Si	Informática	No
7	Tranquilo	28	Mujer	Uruguay	Si	Administrativo	No
8	Motivado	34	Mujer	Uruguay	Si	Investigación y docencia	Si
9	Tranquilo	47	Hombre	Uruguay	Si	Docente	No
10	Relajado	33	Hombre	Uruguay	Si	Consultor	Si
11	Animado	53	Mujer	Uruguay	Si	Directora de colegio	No
12	Tranquilo	54	Hombre	Uruguay	Si	Psicólogo	Si
13	Calmado	48	Mujer	Uruguay	Si	Docente	Si
14	Distendido	35	Hombre	Uruguay	Si	Arquitectura	No
15	Cansado	42	Mujer	Uruguay	Si	Publicidad/freelance	No
16	Tranquilo	46	Hombre	Uruguay	Si	Empleo público	Si
17	Ansioso	28	Mujer	Uruguay	Si	Profesional independiente	No
18	Tranquilo	28	Mujer	-	Si	Periodista	Si
19	Tranquilo	26	Mujer	Uruguay	Si	Project manager	No
20	Motivado	36	Hombre	Uruguay	Si	Contador	No
21	Relajado	64	Hombre	Uruguay	Si	Ingeniero	Si
22	Estresado	45	Mujer	Uruguay	Si	Ingeniera sistemas	Si
23	Relajado	42	Hombre	Uruguay	Si	Trabajo de oficina	No
24	Cansado	37	Hombre	Uruguay	Si	Docente	Si
25	Ansioso	33	Mujer	Uruguay	Si	Maestra	No
26	Tranquilo	28	Mujer	Uruguay	Si	Maestra	No
27	Tranquilo	38	Mujer	Colombia	Si	Docente	No
28	Relajado	29	Mujer	Uruguay	Si	Administrativo	No
29	Ansioso	30	Mujer	Uruguay	Si	Asistente técnico	Si
30	Calmado	27	Hombre	Uruguay	Si	Asistente técnico	No
31	Alegre	36	Mujer	Uruguay	Si	Docente	No
32	Tranquilo	42	Hombre	Uruguay	Si	Consultoría	Si
33	Ansioso	47	Hombre	Argentina	Si	Docencia	Si
34	Calmado	35	Mujer	Brasil	Si	Empleada administrativa	Si
35	Cansado	32	Hombre	Uruguay	Si	Psicólogo clínico	No
36	Distendido	38	Mujer	Uruguay	Si	Técnica (empleada)	Si
37	Ansioso	31	Mujer	-	Si	Docente	Si
38	Distendido	52	Mujer	Uruguay	Si	Maestra Ed.infantil	No

Tabla A-0-1 - Respuestas a preguntas personales - Parte 1.

Individuo	Estado de ánimo 0	Edad	Género	Lugar de nacimiento	¿Trabaja?	Trabajo principal	¿Más de un trabajo?
39	Molesto	40	Mujer	Uruguay	Si	Oficina	Si
40	Ansioso	52	Mujer	Uruguay	Si	Oficina	Si
41	Tranquilo	29	Hombre	Uruguay	Si	Arquitecto	No
42	Tranquilo	22	Hombre	Uruguay	Si	Músico	No
43	Ansioso	30	Mujer	Uruguay	Si	Arquitectura	Si
44	Ansioso	49	Hombre	Uruguay	Si	Proyectos de ingeniería	Si
45	Tranquilo	29	Mujer	Uruguay	Si	Asistente técnico	Si
46	Distendido	30	Mujer	Uruguay	Si	Asistente técnico arquitecta	Si
47	Tenso	28	Hombre	Colombia	Si	Oficina (apoyo proyectos)	No
48	Ansioso	33	Mujer	Uruguay	Si	Arquitecta	Si
49	Ansioso	39	Hombre	Uruguay	Si	Asistente técnico	No

Tabla A-0-1 - Respuestas a preguntas personales - Parte 1 (continuación).

Individuo	Horas de trabajo por semana	Máximo nivel educativo	¿Estudia?	Ciudad de residencia	Barrio de residencia
1	Menos de 40	Terc.univ.completa	No	Montevideo	Parque Batlle
2	Menos de 40	Posg.univ.incompleto	Si	Montevideo	Villa Dolores
3	Menos de 40	Terc.univ.incompleta	Si	Montevideo	Centro
4	Entre 40 y 60	Terc.univ.completa	No	Montevideo	La Blanqueada
5	Entre 40 y 60	Posg.univ.incompleto	No	Montevideo	La Blanqueada
6	Menos de 40	Posg.univ.completo	No	Montevideo	Carrasco Norte
7	Menos de 40	Terc.univ.incompleta	Si	Montevideo	Centro
8	Menos de 40	Posg.univ.completo	No	Montevideo	Malvín Norte
9	Entre 40 y 60	Posg.univ.completo	No	Montevideo	Cordón
10	Entre 40 y 60	Posg.univ.incompleto	Si	Montevideo	Cordón
11	Entre 40 y 60	Posg.univ.completo	No	Montevideo	Punta Carretas
12	Entre 40 y 60	Terc.univ.completa	No	Montevideo	Punta Carretas
13	Entre 40 y 60	Posg.univ.completo	Si	Montevideo	Cordón
14	Menos de 40	Terc.univ.completa	No	Montevideo	Ciudad Vieja
15	Menos de 40	Terc.univ.completa	No	Montevideo	Punta Carretas
16	Entre 40 y 60	Posg.univ.incompleto	No	Montevideo	Malvín
17	Entre 40 y 60	Terc.univ.completa	No	Montevideo	Parque Rodó
18	Entre 40 y 60	Terc.univ.incompleta	No	Montevideo	Parque Batlle
19	Entre 40 y 60	Terc.univ.completa	No	Montevideo	Cordón
20	Menos de 40	Terc.univ.completa	No	Montevideo	Cordón
21	Más de 60	Posg.univ.incompleto	No	Montevideo	Belvedere
22	Menos de 40	Posg.univ.incompleto	No	Montevideo	Buceo
23	Menos de 40	Posg.univ.incompleto	No	Montevideo	Buceo
24	Entre 40 y 60	Terc.univ.completa	No	Montevideo	Barrio Sur
25	Menos de 40	Terc.no univ.completa	No	Montevideo	Buceo
26	Menos de 40	Terc.no univ.completa	No	Montevideo	Jacinto Vera
27	Entre 40 y 60	Posg.univ.completo	No	Montevideo	Buceo

Tabla A-0-2 - Respuestas a preguntas personales - Parte 2.

Individuo	Horas de trabajo por semana	Máximo nivel educativo	¿Estudia?	Ciudad de residencia	Barrio de residencia
28	Menos de 40	Terc.univ.incompleta	Si	Montevideo	Cerrito
29	Entre 40 y 60	Terc.univ.completa	No	Montevideo	Cordón
30	Menos de 40	Terc.univ.incompleta	Si	Montevideo	Pocitos
31	Entre 40 y 60	Posg.univ.incompleto	No	Montevideo	Barrio Sur
32	Entre 40 y 60	Posg.univ.completo	No	Montevideo	Paso de las Duranas
33	Menos de 40	Terc.univ.incompleta	No	Montevideo	Cordón
34	Menos de 40	Terc.univ.completa	Si	Montevideo	Cordón
35	Menos de 40	Terc.univ.completa	No	Montevideo	Centro
36	Menos de 40	Posg.univ.completo	No	Montevideo	Cordón
37	Menos de 40	Terc.univ.completa	No	Montevideo	Centro
38	Menos de 40	Posg.univ.completo	No	Montevideo	Buceo
39	Menos de 40	Posg.univ.incompleto	Si	Montevideo	Ciudad Vieja
40	Entre 40 y 60	Posg.univ.incompleto	Si	Montevideo	Aguada
41	Entre 40 y 60	Posg.univ.completo	No	Montevideo	Cordón
42	Menos de 40	Terc.univ.incompleta	Si	Montevideo	Punta Carretas
43	Menos de 40	Terc.univ.incompleta	Si	Montevideo	Cordón
44	Menos de 40	Terc.univ.completa	No	Canelones	-
45	Entre 40 y 60	Terc.univ.completa	No	Montevideo	Centro
46	Menos de 40	Terc.univ.completa	No	Libertad (San José)	-
47	Entre 40 y 60	Posg.univ.incompleto	Si	Montevideo	Cordón
48	Entre 40 y 60	Terc.univ.completa	No	Ciudad de la Costa	Lagomar
49	Menos de 40	Terc.univ.incompleta	Si	Montevideo	Centro

Tabla A-0-2 - Respuestas a preguntas personales - Parte 2 (continuación).

Individuo	Clasificación residencia	¿Dificultad sonidos cotidianos?	¿Dificultad conversaciones?	¿Presión, mareo, desequilibrio?	¿Neurocirugía?
1	Urbana	No, nunca	Sí, pocas veces	No, nunca	No
2	Urbana	No, nunca	No, nunca	No, nunca	No
3	Urbana	No, nunca	No, nunca	No, nunca	No
4	Urbana	No, nunca	No, nunca	No, nunca	No
5	Urbana	Sí, muchas veces	Sí, muchas veces	Sí, pocas veces	No
6	Urbana	No, nunca	No, nunca	No, nunca	No
7	Urbana	Sí, pocas veces	Sí, pocas veces	Sí, pocas veces	No
8	Urbana	No, nunca	No, nunca	No, nunca	No
9	Urbana	Sí, pocas veces	No, nunca	No, nunca	No
10	Urbana	No, nunca	Sí, pocas veces	No, nunca	No
11	Urbana	Sí, pocas veces	Sí, pocas veces	No, nunca	No
12	Urbana	No, nunca	No, nunca	No, nunca	No
13	Urbana	Sí, muchas veces	Sí, pocas veces	No, nunca	No
14	Urbana	Sí, pocas veces	Sí, pocas veces	No, nunca	No
15	Urbana	Sí, pocas veces	No, nunca	No, nunca	No
16	Urbana	Sí, pocas veces	No, nunca	No, nunca	No

Tabla A-0-3 - Respuestas a preguntas personales - Parte 3.

Individuo	Clasificación residencia	¿Dificultad sonidos cotidianos?	¿Dificultad conversaciones?	¿Presión, mareo, desequilibrio?	¿Neurocirugía?
17	Urbana	Sí, muchas veces	Sí, muchas veces	Sí, pocas veces	No
18	Urbana	No, nunca	No, nunca	Sí, pocas veces	No
19	Urbana	Sí, pocas veces	Sí, muchas veces	Sí, pocas veces	No
20	Urbana	Sí, muchas veces	Sí, muchas veces	No, nunca	No
21	Suburbana	No, nunca	Sí, pocas veces	No, nunca	No
22	Urbana	Sí, pocas veces	Sí, muchas veces	Sí, pocas veces	No
23	Urbana	Sí, pocas veces	Sí, pocas veces	No, nunca	No
24	Urbana	Sí, pocas veces	Sí, pocas veces	No, nunca	No
25	Urbana	Sí, pocas veces	Sí, pocas veces	Sí, pocas veces	No
26	Urbana	No, nunca	Sí, pocas veces	No, nunca	No
27	Urbana	No, nunca	Sí, pocas veces	No, nunca	No
28	Urbana	No, nunca	Sí, pocas veces	No, nunca	No
29	Urbana	Sí, pocas veces	Sí, pocas veces	No, nunca	No
30	Urbana	No, nunca	No, nunca	No, nunca	No
31	Urbana	Sí, pocas veces	No, nunca	No, nunca	No
32	Urbana	No, nunca	Sí, pocas veces	No, nunca	No
33	Urbana	Sí, muchas veces	Sí, muchas veces	Sí, pocas veces	No
34	Urbana	No, nunca	Sí, pocas veces	Sí, pocas veces	No
35	Urbana	No, nunca	Sí, pocas veces	No, nunca	No
36	Urbana	No, nunca	No, nunca	No, nunca	No
37	Urbana	No, nunca	Sí, pocas veces	No, nunca	No
38	Urbana	No, nunca	Sí, pocas veces	Sí, muchas veces	No
39	Urbana	Sí, pocas veces	Sí, pocas veces	No, nunca	No
40	Urbana	No, nunca	Sí, pocas veces	No, nunca	No
41	Urbana	No, nunca	Sí, pocas veces	No, nunca	No
42	Urbana	No, nunca	Sí, pocas veces	No, nunca	No
43	Urbana	No, nunca	Sí, pocas veces	No, nunca	No
44	Suburbana	No, nunca	Sí, pocas veces	No, nunca	No
45	Urbana	No, nunca	No, nunca	Sí, pocas veces	No
46	Urbana	No, nunca	Sí, pocas veces	No, nunca	No
47	Urbana	No, nunca	No, nunca	No, nunca	No
48	Urbana	Sí, pocas veces	No, nunca	Sí, pocas veces	No
49	Urbana	Sí, pocas veces	No, nunca	No, nunca	No

Tabla A-0-3 - Respuestas a preguntas personales - Parte 3 (continuación).

Individuo	¿Implantes cocleares?	¿Audiometría?	¿Enfermedad crónica?	¿Alérgico?	Frecuencia medicamentos
1	No	No	No	No	Nunca
2	No	Si	No	No	Muy pocos días al año
3	No	No	No	No	Todas las semanas
4	No	No	Si	No	Todos los días
5	No	Si	No	Si	Nunca

Tabla A-0-4 - Respuestas a preguntas personales - Parte 4.

Individuo	¿Implantes cocleares?	¿Audiometría?	¿Enfermedad crónica?	¿Alérgico?	Frecuencia medicamentos
6	No	Si	No	No	Todas las semanas
7	No	Si	No	Si	Todos los días
8	No	No	No	No	Muy pocos días al año
9	No	Si	No	Si	Muy pocos días al año
10	No	No	No	No	Nunca
11	No	No	No	No	Muy pocos días al año
12	No	Si	No	No	Nunca
13	No	Si	No	No	Todos los días
14	No	No	No	No	Muy pocos días al año
15	No	Si	Si	No	Todos los días
16	No	No	Si	No	Todos los días
17	No	No	No	No	Algunos días al mes
18	No	No	No	Si	Algunos días al mes
19	No	No	Si	Si	Todos los días
20	No	-	No	Si	Todos los días
21	No	Si	No	No	Nunca
22	No	No	No	No	Nunca
23	No	Si	No	No	Todos los días
24	No	No	No	No	Muy pocos días al año
25	No	No	No	No	Algunos días al mes
26	No	No	No	No	Algunos días al mes
27	No	Si	No	Si	Algunos días al mes
28	No	No	No	No	Todas las semanas
29	No	No	Si	Si	Todos los días
30	No	No	No	No	Nunca
31	No	No	No	No	Algunos días al mes
32	No	No	No	Si	Nunca
33	No	No	No	No	Muy pocos días al año
34	No	No	No	No	Muy pocos días al año
35	No	Si	No	Si	Muy pocos días al año
36	No	No	No	No	Muy pocos días al año
37	No	No	No	No	Muy pocos días al año
38	No	Si	No	No	Muy pocos días al año
39	No	Si	No	No	Todas las semanas
40	No	No	No	No	Muy pocos días al año
41	No	Si	No	Si	Todas las semanas
42	No	No	No	No	Muy pocos días al año
43	No	No	No	No	Muy pocos días al año
44	No	Si	Si	No	Todos los días
45	No	No	Si	No	Todos los días
46	No	No	No	No	Muy pocos días al año
47	No	Si	No	Si	Muy pocos días al año

Tabla A-0-4 - Respuestas a preguntas personales - Parte 4 (continuación).

Individuo	¿Implantes cocleares?	¿Audiometría?	¿Enfermedad crónica?	¿Alérgico?	Frecuencia medicamentos
48	No	No	No	Si	Algunos días al mes
49	No	No	No	No	Nunca

Tabla A-0-4 - Respuestas a preguntas personales - Parte 4 (continuación).

Individuo	Escala saludable	Weinstein reducido					Estado de ánimo 1
		Sens.1	Sens.2	Sens.3	Sens.4	Sens.5	
1	10	1	5	5	4	4	Tranquilo
2	8	5	5	6	6	4	Calmado
3	8	4	3	3	3	2	Tranquilo
4	7	5	5	4	5	4	Sorprendido
5	8	6	5	4	5	5	Distendido
6	7	6	6	6	6	2	Calmado
7	7	5	6	5	6	5	Distendido
8	7	4	5	3	3	5	Cansado
9	8	6	6	6	6	2	Tranquilo
10	8	4	5	5	6	5	Distendido
11	8	5	5	3	4	4	Animado
12	8	6	5	5	6	5	Tranquilo
13	6	5	5	3	5	3	Relajado
14	7	5	5	5	4	4	Cansado
15	7	3	5	5	3	2	Cansado
16	7	4	5	6	4	4	Tranquilo
17	7	3	6	5	5	3	Calmado
18	8	2	5	6	6	5	Tenso
19	6	6	6	6	5	5	Tenso
20	8	5	5	6	6	5	Calmado
21	9	4	3	2	2	2	Relajado
22	5	5	4	4	3	3	Ansioso
23	8	5	5	1	1	3	Tranquilo
24	7	2	2	2	3	2	Cansado
25	7	4	6	3	3	4	Cansado
26	7	5	5	5	5	5	Cansado
27	8	5	6	6	6	5	Tranquilo
28	6	3	6	6	6	5	Relajado
29	7	5	6	6	5	3	Cansado
30	7	2	3	2	3	2	Molesto
31	7	5	5	6	6	5	Sorprendido
32	3	5	6	6	6	4	Tranquilo
33	6	6	6	4	3	3	Sorprendido
34	7	6	6	4	4	4	Tranquilo
35	8	6	4	6	6	4	Cansado

Tabla A-0-5 - Respuestas a preguntas personales - Parte 5.

Individuo	Escala saludable	Weinstein reducido					Estado de ánimo 1
		Sens.1	Sens.2	Sens.3	Sens.4	Sens.5	
36	8	3	5	2	5	4	Distendido
37	9	4	4	5	5	3	Cansado
38	8	6	4	4	6	5	Distendido
39	5	6	4	4	3	4	Exhausto
40	5	4	6	5	5	3	Animado
41	6	6	6	5	6	2	Tranquilo
42	8	5	5	6	4	1	Tranquilo
43	6	3	6	3	4	4	Calmado
44	8	2	5	5	2	2	Calmado
45	5	5	6	6	6	5	Tranquilo
46	7	4	5	3	3	4	Tranquilo
47	8	3	6	5	5	5	Tenso
48	6	5	4	3	4	2	Cansado
49	10	1	5	2	4	3	Sorprendido

Tabla A-0-5 - Respuestas a preguntas personales - Parte 5(continuación).

Individuo	Dentro de su hogar	En su lugar de trabajo	En lugares de ocio
1	Poco ruidoso	-	-
2	Nada ruidoso	Poco ruidoso	Algo ruidosos
3	Poco ruidoso	Algo ruidoso	Algo ruidosos
4	Poco ruidoso	Algo ruidoso	Poco ruidosos
5	Poco ruidoso	Algo ruidoso	Poco ruidosos
6	Poco ruidoso	Poco ruidoso	Algo ruidosos
7	Poco ruidoso	Algo ruidoso	Muy ruidosos
8	Poco ruidoso	Algo ruidoso	Algo ruidosos
9	Poco ruidoso	Poco ruidoso	Poco ruidosos
10	Algo ruidoso	Algo ruidoso	Poco ruidosos
11	-	Muy ruidoso	-
12	Poco ruidoso	Poco ruidoso	Algo ruidosos
13	Muy ruidoso	Algo ruidoso	Poco ruidosos
14	Poco ruidoso	Poco ruidoso	Algo ruidosos
15	Algo ruidoso	Algo ruidoso	Poco ruidosos
16	-	Algo ruidoso	-
17	Poco ruidoso	Muy ruidoso	Algo ruidosos
18	Nada ruidoso	Algo ruidoso	Algo ruidosos
19	Algo ruidoso	Muy ruidoso	Muy ruidosos
20	Algo ruidoso	Poco ruidoso	Algo ruidosos
21	-	Poco ruidoso	-
22	Poco ruidoso	Nada ruidoso	Algo ruidosos
23	Poco ruidoso	Algo ruidoso	Poco ruidosos
24	Poco ruidoso	Algo ruidoso	Poco ruidosos

Tabla A-0-6 - Respuestas a preguntas personales - Parte 6.

Individuo	Dentro de su hogar	En su lugar de trabajo	En lugares de ocio
25	-	Muy ruidoso	-
26	Poco ruidoso	Muy ruidoso	Algo ruidosos
27	Nada ruidoso	Poco ruidoso	Poco ruidosos
28	Algo ruidoso	Algo ruidoso	Muy ruidosos
29	Poco ruidoso	Algo ruidoso	Algo ruidosos
30	Poco ruidoso	Poco ruidoso	Algo ruidosos
31	Poco ruidoso	Algo ruidoso	Poco ruidosos
32	Poco ruidoso	Poco ruidoso	Algo ruidosos
33	Poco ruidoso	Muy ruidoso	Algo ruidosos
34	Poco ruidoso	Poco ruidoso	Algo ruidosos
35	Nada ruidoso	Algo ruidoso	-
36	Nada ruidoso	Poco ruidoso	Algo ruidosos
37	Nada ruidoso	Algo ruidoso	Muy ruidosos
38	Poco ruidoso	Muy ruidoso	Algo ruidosos
39	Nada ruidoso	Nada ruidoso	Poco ruidosos
40	Algo ruidoso	Muy ruidoso	Algo ruidosos
41	Poco ruidoso	Poco ruidoso	Algo ruidosos
42	Poco ruidoso	Algo ruidoso	Poco ruidosos
43	Nada ruidoso	Algo ruidoso	Algo ruidosos
44	Algo ruidoso	Algo ruidoso	Algo ruidosos
45	Nada ruidoso	Poco ruidoso	Algo ruidosos
46	Nada ruidoso	Poco ruidoso	Nada ruidosos
47	Algo ruidoso	Poco ruidoso	Poco ruidosos
48	Poco ruidoso	Muy ruidoso	Poco ruidosos
49	Algo ruidoso	Poco ruidoso	Algo ruidosos

Tabla A-0-6 - Respuestas a preguntas personales - Parte 6(continuación).

Anexo B – Preguntas sobre los audios

Individuo	AUDIO 1 (Camión)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
1	Auto	Ruido de auto	Auto	Camioneta	Camión	Neutra	Absolutamente nada	1
2	Motor	Auto	Motor	Calle	Transporte	Negativa	Medianamente	4
3	Camión	Un camión llegando a su destino	Camión	Motor	Cantera	Neutra	Ligeramente	2
4	Ómnibus	Viaje en ómnibus	Trabajo	Mañana	Ciudad	Neutra	Ligeramente	2
5	Calle con autos	Un día de semana	Trabajo	Autos	Calle	Neutra	Medianamente	7
6	Construcción	Sonidos de una obra, alguna máquina funcionando	Obra	Máquina	Construcción	Negativa	Ligeramente	4
7	Obra	Maquinaria	Constante	Molesto	Urbano	Negativa	Ligeramente	4
8	Calle	Ruido de motor de vehículo grande	Motor	Vehículo	Tránsito	Negativa	Ligeramente	2
9	Tránsito	Vehículo	Calle	Auto	Motor	Neutra	Ligeramente	2
10	Tránsito	Maquinaria pesada funcionando	Maquinaria	Construcción	Obra	Negativa	Medianamente	6
11	Tránsito	Calle	Auto	Motor	Calle	Neutra	Medianamente	3
12	Motor	Camioneta vieja	Ruido	Máquina	Tupido	Neutra	Ligeramente	1
13	Tránsito	Circulación de vehículo	Camión	Calle	Tránsito	Negativa	Medianamente	4
14	Engranaje	Motor vehicular	Obra	Taller	Cadenas	Neutra	Ligeramente	2
15	Camión	Motor de un vehículo	Motor	Camión	Obra	Negativa	Medianamente	7
16	Ómnibus	Motor	Transporte	Combustión	Escape	Negativa	Medianamente	5
17	Ciudad	Transporte público	Ómnibus	Camión	Motor	Neutra	Ligeramente	2
18	Domingo	Estacionamiento de una camioneta vieja-motor	Motor	Vehículo	Combustible	Neutra	Absolutamente nada	0
19	Tránsito	Bondis, autos, transporte en general	Autos	Bondis	Motores	Negativa	Mucho	7
20	Tránsito	Ciudad	Transporte	Vehículo	Motor	Negativa	Medianamente	4
21	Motor	Motor de máquina	Transporte	Trabajo	Movimiento	Negativa	Ligeramente	4
22	Caos	Tránsito	Calle	Autos	Trabajo	Neutra	Medianamente	7
23	Estrés	Ruido de motor	Motor	Ciudad	Tránsito	Negativa	Medianamente	7
24	Motor	Motor en marcha de bus	Camión	Motor	Tráfico	Neutra	Absolutamente nada	2

Individuo	AUDIO 1 (Camión)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
25	Calle	Auto	Ruido	Ciudad	Motor	Negativa	Mucho	8
26	Contaminación	Tránsito-camión	Calle	Tránsito-tráfico	Conducción	Negativa	Medianamente	6
27	Descarga	Tránsito de camiones	Camión	Tránsito	Trabajo	Negativa	Ligeramente	0
28	Auto	Transporte	Auto	Camión	Ómnibus	Neutra	Absolutamente nada	2
29	Ómnibus	Vehículo pesado	Ómnibus	Camión	Camioneta	Neutra	Ligeramente	2
30	Motor	Algún motor de auto o máquina	Auto	Máquina	Camión	Neutra	Medianamente	3
31	Motor de autos	Muchos autos prendidos	Movimiento	Ciudad	Gente	Neutra	Ligeramente	3
32	Camión	Transporte	Camionero	Tranca	Accesos	Negativa	Absolutamente nada	2
33	Autos	Una calle	Motor	Escapes	Vibraciones	Neutra	Medianamente	6
34	Auto	Sonido ambiente exterior	Calle	Tránsito	Vehículo	Neutra	Ligeramente	1
35	Auto	Auto andando	Auto	Cambio	Motor	Neutra	Absolutamente nada	0
36	Motor	Automóvil encendido y frenando	Tránsito	Motor	Calle	Neutra	Ligeramente	3
37	Rutina	Tráfico	Camión	Tránsito	Estacionar	Neutra	Ligeramente	3
38	Molestia	Motor	Auto	Máquina	Tránsito	Neutra	Medianamente	6
39	Calle	Sonido de un auto	Manejar	Calle	Auto	Neutra	Absolutamente nada	1
40	Camión	Con vehículo pesado en marcha	Motor	Tránsito	Maquinaria	Neutra	Medianamente	1
41	Cutcsa	Motor de vehículo	Calle	Vehículo	Estándar	Neutra	Absolutamente nada	1
42	Motor	Con el motor de un vehículo	Ómnibus	Motor	Calle	Neutra	Medianamente	6
43	Motor	Industrias	Fábrica	Ciudad	Combustible	Negativa	Absolutamente nada	0
44	Motor	Sonido de motor	Automóvil	**24	Tránsito	Neutra	Absolutamente nada	0
45	Camión	Vehículo	Motor	Ruido	Humo	Neutra	Absolutamente nada	2
46	Tráfico	Vehículo	Motor	Calle	Auto	Neutra	Ligeramente	1
47	Carro	Tránsito	Motor	Carro	Detener	Neutra	Absolutamente nada	2
48	Máquina	Ómnibus	Camión	Viaje	Obra	Neutra	Ligeramente	5
49	Motor	Tránsito	Vehículo	Tránsito	Camión	Neutra	Ligeramente	3

²⁴ **No se comprende la letra.

Individuo	AUDIO 2 (Palabra hablada + soplante sin cubierta)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
1	Pronóstico	Tiempo	Ruido	Tiempo	Lluvia	Positiva	Ligeramente	2
2	Meteorología	Radio	Radio	Noticias	Sintonizar	Negativa	Medianamente	4
3	Ruido	Motor de una podadora	Meteorólogo	Máquina	Ruido	Negativa	Medianamente	5
4	Interferencia	Radio mal sintonizada	Informativo	Ruido	Distorsión	Negativa	Mucho	7
5	Informativo-ruido	Pronóstico del tiempo	Ruido	Temperatura	Clima	Negativa	Mucho	9
6	Radio	Una emisión radial, mucho zumbido de interferencia	Radio	Interferencia	Zumbido	Negativa	Medianamente	6
7	Interferencia	No lo puedo identificar	Interrupción	Equipo	Motor	Negativa	Mucho	7
8	Interferencia	Interferencia de sonido de equipo de audio	Radio	Transmisión	Acople	Negativa	Medianamente	4
9	Radio	Interferencia	Ruido	Interferencia	Incómodo	Negativa	Medianamente	5
10	Estática	Radio mal sintonizada	Radio	Pronóstico	Dial	Neutra	Ligeramente	4
11	Pronóstico	Informe meteorológico	Tiempo	Informe	Temperatura	Neutra	Ligeramente	1
12	Molesto	Cable mal puesto	Zumbido	Ruido	Intenso	Negativa	Mucho	5
13	Zumbido	Transmisión radio	Radio	Interferencia	Locutor	Negativa	Mucho	6
14	Radio AM	Meteorología	Voz	Locutor	Fondo	Neutra	Absolutamente nada	1
15	Radio	Interferencia de emisora	AM	Radio	Interferencia	Neutra	Medianamente	7
16	Saturación	Radio	Fondo	Disorde	Impropio	Negativa	Mucho	7
17	Televisión	Televisión antigua ruidosa	Programa	Televisión	Ruidoso	Negativa	Medianamente	3
18	Desorden	Pronóstico de heladas a través de un transmisor	Clima	Pronóstico	Meteorología	Neutra	Ligeramente	2
19	Pronóstico	Pronóstico meteorológico e interferencia	Interferencia	Pronóstico	Televisión	Negativa	Medianamente	5
20	Avión	Vuelo	Piloto	Turbina	Avión	Neutra	Absolutamente nada	1
21	Radio	Transmisión de radio con interferencia	Radio	Comunicación	Interferencia	Negativa	Medianamente	7
22	Fábrica	Trabajo en fábrica	Máquina	Obrero	Molesto	Negativa	Mucho	9
23	Molestia	Una radio mal sintonizada	Pronóstico	Clima	Radio	Neutra	Mucho	9
24	Interferencia	Radio con interferencia	Radio	Interferencia	Transitar	Negativa	Mucho	9
25	Molestia	Clima	Incómodo	Perturbado	Tiempo	Negativa	Extremadamente	10
26	Interferencia	Pronóstico climático	Radio	Televisión	Clima	Negativa	Mucho	7

Individuo	AUDIO 2 (Palabra hablada + soplante sin cubierta)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
27	Clima	Estado del clima en la radio	Locutor	Clima	Interferencia	Negativa	Ligeramente	2
28	Interferencia	Mala conexión	Conexión	Interferencia	Distracción	Negativa	Mucho	7
29	Maquinaria	Central meteorológica	Meteorología	Informes	Comunicación	Neutra	Medianamente	4
30	Molesto	Algún tipo de ventilación con alguien hablando	Ventilación	Ventilador	Informativo	Negativa	Mucho	7
31	Radio	Programa radial	Información	Radio	Ruido	Neutra	Medianamente	4
32	Ruido	Con un equipo con ventilador	Tablero	Eléctrico	Turbina	Negativa	Medianamente	5
33	Molesto	Un relato	Órdenes	Explicación	Metodología	Negativa	Mucho	7
34	Interferencia	Emisión sonora con interferencia, radio-tv	Informativo	Informe meteorológico	*25	Negativa	Medianamente	3
35	Meteorólogo	Meteorólogo hablando con un ruido	Pronóstico	Generador	Meteorólogo	Negativa	Mucho	7
36	Clima	Pronóstico del tiempo	Informativo	Tiempo	Ruido	Negativa	Medianamente	5
37	Tensión	Electrodoméstico	Electricidad	Tensión	Radio	Neutra	Medianamente	4
38	Señal de ajuste	Programa radial	Radio	Transmisión	Ajuste-interferencia	Negativa	Extremadamente	10
39	Interferencia	Pronóstico meteorológico de una radio	Radio	Informe	Interferencia	Negativa	Ligeramente	3
40	Avión	Una interferencia de máquina a una tele	Tele	Taladro	Interrupción	Negativa	Medianamente	3
41	Descompuesto	Ruido de tv	Estática	Intenso	Saturador	Negativa	Mucho	8
42	Motor de heladera	Motor de heladera o similar	Heladera	Zumbido	Motor	Negativa	Mucho	9
43	Interferencia	Radio aficionado	Clima	Radio	Transistor	Neutra	Ligeramente	1
44	Interferencia	Radio	FM	Interferencia	Zumbido	Negativa	Ligeramente	2
45	Ruido	Radio	Molesto	Locutor	Ruido	Negativa	Medianamente	4
46	Interferencia	Radio	Transmisión	Radio	Ruido	Negativa	Ligeramente	3
47	Radio	Clima	Clima	Pronóstico	Lluvia	Neutra	Absolutamente nada	0
48	Pronóstico	Pronóstico del tiempo	Clima	Tiempo	Lluvia	Negativa	Medianamente	5
49	Transmisor	Meteorólogo	Clima	Información	Hombre	Neutra	Ligeramente	3

²⁵ *Falta dato.

Individuo	AUDIO 3 (sonidos indistinguibles)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
1	Fiesta	Baile	Música	Baile	Boliche	Positiva	Absolutamente nada	0
2	Discoteca	Noche/fiesta	Música	Tecno	Ruido	Negativa	Medianamente	5
3	Boliche	Un local bailable	Música	Gente	Noche	Neutra	Ligeramente	4
4	Baño	Discoteca, al costado o en el baño	Fiesta	Noche	Música	Positiva	Medianamente	3
5	Fiesta	Baile	Personas	Música	Baile	Positiva	Ligeramente	2
6	Fiesta	Un pub o discoteca	Música	Fiesta	Baile	Positiva	Absolutamente nada	1
7	Bar	Un lugar con música y personas reunidas	Música	Reunión	Movimiento	Neutra	Absolutamente nada	0
8	Boliche	Ruido ambiente de boliche	Barullo	Fiesta	Multitud	Neutra	Medianamente	3
9	Fiesta	Evento	Diversión	Juventud	Noche	Neutra	Ligeramente	2
10	Música	Ruido de exterior de boliche bailable	Baile	Música	Charla	Neutra	Ligeramente	4
11	Baile	Fiesta	Gente	Encuentro	Música	Positiva	Ligeramente	2
12	Gente	Boliche	Bullicio	Quilombo	Fiesta	Negativa	Medianamente	5
13	Fiesta	Baile en fiesta	Ritmo	Música	Movimiento	Positiva	Absolutamente nada	0
14	Celebración	Una fiesta pequeña	DJ	Electrónica	Trago	Positiva	Absolutamente nada	2
15	Fiesta	Fiesta-asado-reunión	Noche	Boliche	Fiesta	Neutra	Mucho	8
16	Boliche	Música	Alto	Baile	Fondo	Negativa	Medianamente	6
17	Discoteca	Discoteca	Voces	Música	Molesto	Negativa	Medianamente	4
18	Disfrute	Fiesta de noche de electrónica	Fiesta	Bullício	Música	Positiva	Absolutamente nada	0
19	Bar	Música electrónica	Bar	Noche	Diversión	Positiva	Absolutamente nada	0
20	Fiesta	Música	Electrónica	Ruido de fondo	Noche	Neutra	Ligeramente	2
21	Baile	Música discoteca	Baile	Música	Salón de fiesta	Neutra	Medianamente	7
22	Fiesta	Boliche	Gente	Música	Baile	Positiva	Medianamente	4
23	Fiesta	Una reunión de gente	Boliche	Amigos	Disfrute	Positiva	Absolutamente nada	1
24	Fiesta	Lugar nocturno	Fiesta	Pub	Música	Positiva	Medianamente	4
25	Boliche	Amigos	Noche	Baile	Diversión	Positiva	Ligeramente	4
26	Fiesta	Salida nocturna	Conversación	Música	Bar	Neutra	Ligeramente	4

Individuo	AUDIO 3 (sonidos indistinguibles)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
27	Baile	Fiesta	Música	Noche	Gente (muchacha)	Neutra	Absolutamente nada	0
28	Música	Fiesta	DJ	Música	Fiesta	Positiva	Absolutamente nada	0
29	Fiesta	Discoteca	Cumpleaños	Reunión	Baile	Positiva	Absolutamente nada	1
30	Boliche	Bolicho o baile nocturno	Bolicho	Noche	Baile	Positiva	Absolutamente nada	1
31	Bolicho	Una fiesta	Gente	Baile	Movimiento	Neutra	Medianamente	4
32	Discoteca	Noche	Bolicho	Cigarro	Alcohol	Neutra	Ligeramente	4
33	Fiesta	Una disco	Música	Parlantes	Conversaciones	Positiva	Absolutamente nada	0
34	Discoteca	Música en bolicho	Noche	Bar	Pub	Neutra	Medianamente	4
35	Música	Estar afuera de un lugar donde hay música	Discoteca	Música	Charla	Neutra	Absolutamente nada	0
36	Fiesta	Música y gente hablando en una fiesta-bolicho	Música	Fuerte	Fiesta	Neutra	Ligeramente	3
37	Joda	Bolicho	Bajo	Vibración	Música	Positiva	Ligeramente	3
38	Fiesta	Fiesta electrónica	Ritmo	Repetitivo	Cansador	Negativa	Medianamente	7
39	Bolicho	Bolicho nocturno	Música	Charla	Bombo	Positiva	Absolutamente nada	0
40	Discoteca	Con un bolicho nocturno	Bullicio	Bolicho	Noche	Neutra	Medianamente	3
41	Bolicho	Ruido de bolicho escuchado de afuera	Aislación	Bolicho	"un clásico"	Negativa	Ligeramente	5
42	Fiesta	Música en un baile	Baile	Fiesta	Música electrónica	Neutra	Ligeramente	4
43	Bolicho	Noche	Bar	Charlas	Noche	Neutra	Ligeramente	1
44	Bolicho	Sonido de pub	Baile	Noche	Fiesta	Positiva	Absolutamente nada	0
45	Música	Evento	Diálogo	Bolicho	Evento	Neutra	Ligeramente	2
46	Fiesta	Baile	Reunión	Salida	Diversión	Neutra	Absolutamente nada	2
47	Baile	Discoteca	Baile	Alcohol	Música	Neutra	Ligeramente	3
48	Bolicho	Salida nocturna	Noche	Diversión	Bar	Positiva	Ligeramente	1
49	Música	Fiesta	Diversión	Bolicho	Amigos	Positiva	Absolutamente nada	2

Individuo	AUDIO 4 (palabra hablada en reverso)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
1	Chino	Rebobinar	Idioma	Cinta	Rebobinar	Neutra	Absolutamente nada	0
2	Al revés	Lectura reproducida en sentido contrario	Versos	Exorcista	Confusión	Negativa	Medianamente	5
3	Extranjero	Un señor viejo tibetano	Viejo	Extranjero	Cansado	Neutra	Ligeramente	3
4	Extranjero	Audio al revés	Discurso	Hombre	Humor	Neutra	Absolutamente nada	1
5	Discurso	Persona extranjera	Idioma	Hombre	País extranjero	Neutra	Medianamente	4
6	Extranjero	Algún idioma asiático	Discurso	Inentendible	Extranjero	Neutra	Absolutamente nada	0
7	Confusión	Audio al revés	Persona	Distorsión	Complejidad	Negativa	Medianamente	5
8	Incomprensible	Transmisión entrecortada en idioma extranjero	Radioaficionado	Árabe	*	Neutra	Absolutamente nada	0
9	Extranjero	Idioma	Desconocimiento	Extraño	Difícil	Neutra	Ligeramente	1
10	Árabe	Programa radial en idioma desconocido	Idioma	Noticias	Extranjero	Neutra	Absolutamente nada	0
11	Idioma	Alguien en el extranjero	Desconocido	Complejo	Palestina	Neutra	Absolutamente nada	1
12	Extraño, audio al revés	Ruso	Putin	Reversa	Inentendible	Neutra	Ligeramente	1
13	Árabe	Audio en otro idioma	Extraño	Desconocido	*	Neutra	Ligeramente	2
14	Delirio	Locución al revés	Prueba	Chino	Reversa	Neutra	Absolutamente nada	0
15	Mala transmisión	Emisión de streaming con poca señal	Mala conectividad	Mala señal	Streaming	Neutra	Mucho	8
16	Disco	Disco pasado al revés (vinilo)	Satánico	Raro	No acorde	Neutra	Medianamente	6
17	Cortado	Audio cortado de persona hablando	Cortado	Molesto	Inentendible	Negativa	Ligeramente	2
18	Rezo	Un rezo o un relato de un extranjero	Rezo	Idioma	Extranjero	Neutra	Absolutamente nada	1
19	Confusión	Un idioma raro, también parece que es un audio dado vuelta	Confusión	Interés	Curiosidad	Neutra	Ligeramente	2
20	Voz	Hombre hablando en reversa	Hombre	Reversa	Inentendible	Negativa	Ligeramente	2
21	Habla desconocida	Locutor de radio	Audio	Locutor	No inteligible	Neutra	Ligeramente	4
22	Informativo	Transmisión informativo extranjero	Guerra	Noticias	Radio	Neutra	Ligeramente	2
23	Medio oriente	Informativo en un idioma árabe	Medio oriente	Guerra	Informativo	Negativa	Ligeramente	2
24	Audio	Audio en reversa	Cinta	Reversa	Locutor	Negativa	Ligeramente	4
25	Raro	Idioma	Voces	Incómodo	Al revés	Neutra	Medianamente	6

Individuo	AUDIO 4 (palabra hablada en reverso)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
26	Sorpresa	Religión	Idioma	Extranjero	Conversación	Negativa	Medianamente	5
27	Confusión	Otro idioma	Lectura	Rápido	Interferencia	Neutra	Absolutamente nada	1
28	Desconocido	Un idioma no conocido	Idioma	Lengua	Extraño	Neutra	Medianamente	4
29	Musulmán	Conversación extranjera	Extranjero	Musulmán	Comentario	Neutra	Absolutamente nada	1
30	Raro	Un audio escuchado al revés	Revés	Incógnita	Habla	Neutra	Ligeramente	3
31	Idioma	Persona extranjera	País	Radio	Extraño	Negativa	Mucho	5
32	Discurso	Audio en reverso	Raro	Experimento	Hombre	Neutra	Absolutamente nada	0
33	Relato	Voz en reversa	Voz	Relato	Inverso	Neutra	Absolutamente nada	0
34	Rezo	Extranjero habla idioma desconocido	Recitado	Rezo	Discurso	Neutra	Absolutamente nada	0
35	Invertido	Audio reproducido de atrás para adelante	Invertido	Macabro	Raro	Neutra	Medianamente	6
36	Palabras	Una persona hablando en otro idioma	Palabras	Inentendible	Hablar	Neutra	Absolutamente nada	2
37	Satán	Noticiero	Programa	Confuso	Diabólico	Negativa	Medianamente	5
38	Inentendible	Lectura de texto en otro idioma	Ruso	Chino	Árabe	Neutra	Absolutamente nada	0
39	Inteligible	Mensaje cortado en otro idioma	Extranjero	Transmisión	Incomprensible	Negativa	Ligeramente	3
40	Rezo	Un individuo (árabe quizás) en un rezo	Árabe	Rezo	Lejano	Neutra	Ligeramente	2
41	Musulmán	Audio en reversa	Ininteligible	Zoom	Persona mayor	Neutra	Absolutamente nada	0
42	Al revés	Con un audio de alguien hablando pero al revés	Invertido	Dado vuelta	*	Neutra	Absolutamente nada	0
43	Extranjero	Audio invertido	Casset	Cinta	Rebobinar	Neutra	Absolutamente nada	0
44	Árabe	Monólogo en otro idioma	Extranjero	Informe	Inentendible	Neutra	Ligeramente	1
45	Audio cortado	Otro idioma	Persona	Extranjero	Cortado	Neutra	Absolutamente nada	2
46	Idioma	Transmisión	Comunicado	Televisión	Internacional	Neutra	Ligeramente	2
47	Incertidumbre	Indicaciones	Idioma	Señor	Raro	Neutra	Absolutamente nada	1
48	Japonés	Distorsión de audio	Conversación	Japón	Distorsión	Neutra	Medianamente	6
49	Extranjero	Discurso	Extraño	Idioma	Desconocido	Negativa	Medianamente	4

Individuo	AUDIO 5 (soplante con cubierta)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
1	Ruido blanco	Ventilador	Máquina	Aire acondicionado	Ventilador	Neutra	Absolutamente nada	0
2	Aire acondicionado	Ruido aire acondicionado/frigorífico industrial	Frigorífico	Aire acondicionado	Ruido	Negativa	Mucho	6
3	Extractor	El extractor de una cocina	Extractor	Ruido	Cocina	Negativa	Medianamente	5
4	Carnicería	Señal de ajuste en tv (siglo XX)	Ruido	Distorsión	Preparación	Negativa	Mucho	7
5	Máquina	Resonancia magnética	Estudio médico	Máquina	Camilla	Negativa	Mucho	**
6	Zumbido	Alguna máquina o interferencia en un equipo eléctrico	Zumbido	Ruido	Constante	Negativa	Mucho	7
7	Ruido	Algún tipo de máquina	Equipo	Motor	Alto	Negativa	Medianamente	6
8	Motor	Motor de maquinaria	Trabajo	Máquina	Obra	Negativa	Mucho	6
9	Ruido	Interferencia	Ruido	Molestia	Daño	Negativa	Mucho	7
10	Máquina	Algún tipo de maquinaria	Obra	Trabajo	Perturbación	Negativa	Medianamente	5
11	Taller	Un lugar de reparaciones	Motor	Arreglo	Funcionar	Neutra	Ligeramente	2
12	Avión	Avión, cable de audio	Audio	Molesto	Zumbido	Negativa	Medianamente	6
13	Maquinaria	Sonido de una máquina de fábrica	Repetitivo	Zumbido	Constante	Negativa	Medianamente	7
14	Sierra	Herramienta motorizada	Aserradero	Carpintero	Corte	Neutra	Ligeramente	3
15	Motor	Motor AA	Motor	Fábrica	Obra	Negativa	Mucho	8
16	Máquina	Herramienta	Continuo	Monótono	De fondo	Negativa	Mucho	8
17	Heladera	El ruido que hacen las heladeras	Molesto	Ruidoso	Continuo	*	Mucho	5
18	Fondo	Máquina de cortar pasto	Máquina	Ruido	Pasto	Neutra	Medianamente	3
19	Interferencia	Interferencia	Interferencia	*	*	Neutra	Ligeramente	2
20	Motocicleta	Velocidad	Motor	Cilindrada	Casco	Neutra	Absolutamente nada	1
21	Motor	Ruido avión	Motor	Avión	Resonante	Negativa	Medianamente	7
22	Fábrica	Trabajo en fábrica	Trabajo	Máquina	Producción	Negativa	Extremadamente	9
23	Ruido blanco	Interferencia o ruido	Radio	Ruido	Interferencia	Negativa	Mucho	8
24	Motor	Motor de fábrica eléctrico	Fábrica	Interferencia	Electricidad	Negativa	Mucho	9
25	Molestia	Electricidad	Corriente	Electricista	Ruido	Negativa	Mucho	8
26	Molesto	Máquina	Fábrica	Electrodoméstico	Motor	Negativa	Mucho	7
27	Aspiración	Hidrolavadora	Auto	Lavado	Ruido	Negativa	Ligeramente	1

Individuo	AUDIO 5 (soplante con cubierta)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
28	Interferencia	Mala conexión	Conexión	Molestia	Eléctrico	Negativa	Mucho	8
29	Motor	Maquinaria	Trabajo	Máquina	Motor	Negativa	Medianamente	4
30	Fábrica	Ventilación o algún motor de fábrica	Ventilación	Fábrica	Motor	Neutra	Ligeramente	4
31	Molesto	Con un odontólogo	Consultorio	Feo	Incómodo	Negativa	Mucho	5
32	Transformador	Transformador de potencia	Potencia	Electricidad	Cables	Negativa	Medianamente	5
33	Motor	Una máquina	Motor	Máquina	Vibración	Negativa	Mucho	8
34	Máquina	Lugar de trabajo-producción	Fábrica	Oficina	Maquinaria	Negativa	Medianamente	3
35	Ruido	Generador	Generador	Motor	Ruido	Negativa	Mucho	7
36	Electrodoméstico	Motor de licuadora-batidora	Motor	Ruido	Constante	Negativa	Medianamente	4
37	Vibración	Generador	Electricidad	Heladera	Generador	Neutra	Medianamente	5
38	Motor	Máquina encendida	Torno pequeño	Lavarropas	Secarropa	Neutra	*	5
39	Motor	Ruido de un motor	Motor	Ruido	Constante	Negativa	Mucho	6
40	Obra	Ruido de máquina de obra	Máquina	Obra	Zumbido	Neutra	Medianamente	4
41	Estática	Guitarra y parlante	Estática	Constante	Intenso	Negativa	Mucho	8
42	Ruido	Algún tipo de motor o el ruido de muchos tubos de luz	Motor	Luces	Zumbido	Neutra	Ligeramente	6
43	Conexión	Conexión de audio	Auriculares	Espera	Sonido	Neutra	Ligeramente	1
44	Interferencia	Sonido de impedancia	Zumbido	Avión	Molesto	Negativa	Medianamente	4
45	Molesto	Motor	Ruido	Constante	Fuerte	Negativa	Medianamente	5
46	Máquina	Fábrica	Producción	Trabajo	Ruido	Negativa	Ligeramente	3
47	Motor	Avión	Motor	Avión	Volando	Neutra	Ligeramente	3
48	Avión	Vuelo	Ruido	Vuelo	Molestia	Negativa	Medianamente	6
49	Ruido	Máquina	Taller	Maquinaria	Operarios	Negativa	Mucho	7

Individuo	AUDIO 6 (tormenta)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
1	Tormenta	Lluvia	Clima	Lluvia	Agua	Positiva	Absolutamente nada	0
2	Invierno	Lluvia/tormenta	Calle	Lluvia	Bilbao	Neutra	Absolutamente nada	0
3	Tormenta	Una tormenta	Lluvia	Truenos	Campo	Positiva	Absolutamente nada	0
4	Tormenta	Tormenta con ruido	Lluvia	Truenos	Acople	Neutra	Ligeramente	2
5	Lluvia	Tormenta	Agua	Piso	Relámpago	Positiva	Absolutamente nada	0
6	Lluvia	Una lluvia suave y constante	Lluvia	Tormenta	Calma	Positiva	Absolutamente nada	0
7	Tormenta	Lluvia y truenos	Calma	Relajación	Tranquilidad	Positiva	Absolutamente nada	0
8	Agua	Ruido de tormenta	Lluvia	Trueno	Tormenta	Positiva	Absolutamente nada	0
9	Lluvia	Ambiente natural	Lluvia	Tormenta	Ambiente	Positiva	Absolutamente nada	0
10	Relax	Sonido ambiente de tormenta	Lluvia	Trueno	Blanco	Positiva	Absolutamente nada	0
11	Lluvia	Una tormenta	Siesta	Verano	Tarde	Positiva	Absolutamente nada	0
12	Lluvia	Noche de lluvia y tormenta	Lluvia	Trueno	Fresco	Positiva	Absolutamente nada	0
13	Tormenta	Lluvia y tormenta	Agua	Truenos	Casa	Positiva	Absolutamente nada	0
14	Lluvia	Tormenta	Agua	Pavimento	Noche	Positiva	Absolutamente nada	0
15	Tormenta en la ciudad	Lluvia	Agua	Lluvia	Tormenta	Neutra	Absolutamente nada	0
16	Lluvia	Tormenta eléctrica	Descanso	Dormir	Protección	Positiva	Absolutamente nada	0
17	Lluvia	Lluvia tranquila y algún trueno de fondo	Tranquilidad	Lluvia	Paz	Positiva	Absolutamente nada	0
18	Tormenta	Lluvias y tormentas	Tranquilidad	Lluvias	Truenos	Positiva	Absolutamente nada	1
19	Lluvia	Lluvia, tormenta	Relajante	Tranquilidad	Paz	Positiva	Absolutamente nada	0
20	Lluvia	Tormenta	Nubes	Oscuridad	Agua	Positiva	Absolutamente nada	0
21	Agua	Tormenta con lluvia	Tormenta	Agua	Truenos	Neutra	Absolutamente nada	1
22	Lluvia	Tormenta	Casa	Tormenta	Lluvia	Neutra	Ligeramente	2
23	Tranquilidad	Una lluvia con tormenta	Lluvia	Paz	Hogar	Neutra	Absolutamente nada	0
24	Lluvia	Tormenta eléctrica	Lluvia	Truenos	Mojado	Neutra	Ligeramente	2
25	Tormenta	Día de lluvia	Mojado	Agua	Naturaleza	Positiva	Absolutamente nada	0
26	Tormenta	Naturaleza	Lluvia	Truenos	Agua	Positiva	Absolutamente nada	1
27	Lluvia	Tormenta	Lluvia	Tormenta	Truenos	Positiva	Absolutamente nada	0

Individuo	AUDIO 6 (tormenta)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
28	Lluvia	Clima	Tormenta	Clima	Lluvia	Positiva	Absolutamente nada	0
29	Tormenta	Temporal	Lluvia	Truenos	Agua	Positiva	Absolutamente nada	1
30	Tormenta	Lluvia-tormenta	Lluvia	Tormenta	Trueno	Positiva	Absolutamente nada	0
31	Agua	Tormenta	Frío	Mojado	Ropa	Neutra	Absolutamente nada	2
32	Lluvia	Un día lluvia con truenos	Paraguas	Goteras	Siesta	Positiva	Absolutamente nada	1
33	Lluvia	Lluvia	Agua	Lluvia	Truenos	Positiva	Absolutamente nada	0
34	Lluvia	Agua de lluvia y tormenta	Agua	Truenos	Tormenta	Positiva	Absolutamente nada	0
35	Lluvia	Lluvia	Lluvia	Trueno	Noche	Positiva	Absolutamente nada	0
36	Tormenta	Ruido de tormenta con lluvia	Lluvia	Trueno	Agua	Positiva	Absolutamente nada	1
37	Paz	Lluvia	Tormenta	Lluvia	Asfalto	Positiva	Absolutamente nada	0
38	Lluvia	Lluvia-tormenta	Agua	Fresco	Mojado	Positiva	Absolutamente nada	0
39	Calma	Tormenta	Lluvia	Tormenta	Refugio	Positiva	Absolutamente nada	0
40	Tormenta	Con un día de lluvia	Lluvia	Tormenta	Casa	Positiva	Ligeramente	1
41	Tormenta	Ruido de lluvia	Paz	Siesta	Tranquilidad	Positiva	Absolutamente nada	0
42	Lluvia	Lluvia	Agua	Tranquilidad	Llovizna	Positiva	Absolutamente nada	0
43	Tormenta	Día de lluvia	Agua	Petricor	Hogar	Positiva	Absolutamente nada	0
44	Lluvia	Sonido de tormenta	Agua	Lluvia	Truenos	Positiva	Absolutamente nada	0
45	Lluvia	Mal clima	Agua	Tormenta	Humedad	Neutra	Absolutamente nada	0
46	Lluvia	Tormenta	Frío	Agua	Gris	Neutra	Absolutamente nada	2
47	Relajación	Lluvia	Lluvia	Dormir	Rosa	Positiva	Absolutamente nada	0
48	Tormenta	Día de lluvia	Lluvioso	Relámpagos	Diluvio	Positiva	Absolutamente nada	0
49	Clima	Lluvia	Invierno	Lluvia	Tiempo	Neutra	Ligeramente	4

Individuo	AUDIO 7 (palabra hablada)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
1	Clima	Señor	Señor	Clima	Pronóstico	Positiva	Absolutamente nada	0
2	Pronóstico	Pronóstico meteorológico	Frío	Abrigo	Radio	Neutra	Absolutamente nada	0
3	Meteorología	Sección meteorología del informativo	Meteorologo	Estudio	Temprano	Neutra	Ligeramente	2
4	Informativo	Pronóstico tiempo	Locutor	Radio	Información	Neutra	Ligeramente	1
5	Clima	Pronóstico del tiempo	Hombre	Noticia	Información	Positiva	Absolutamente nada	0
6	Pronóstico	Emisión radial del pronóstico del tiempo	Radio	Pronóstico	Comunicación	Positiva	Absolutamente nada	1
7	Pronóstico del tiempo	Radio o TV	Informativo	Serio	Conciso	Neutra	Absolutamente nada	0
8	Pronóstico	Reporte climático	Clima	Atmósfera	Pronóstico	Neutra	Absolutamente nada	0
9	Radio	Pronóstico tiempo campo	Tiempo	Campo	Exterior	Neutra	Absolutamente nada	0
10	Radio	Informativo radial bien sintonizado	Pronóstico	Radio	Voz	Neutra	Absolutamente nada	1
11	Repetición	Pronóstico del tiempo	Tiempo	Pronóstico	Meteorólogo	Neutra	Absolutamente nada	0
12	Pronóstico	Radio informativo	Pronóstico	Clima	Geografía	Neutra	Absolutamente nada	0
13	Radio	Informe meteorológico	Claro	Radio	Tiempo	Neutra	Absolutamente nada	0
14	Clima	Pronóstico del clima	Cansino	Lento	Información	Neutra	Absolutamente nada	0
15	Clima	Pronóstico meteorológico	Clima	Pronóstico	Previsión	Neutra	Absolutamente nada	1
16	Radio	Pronóstico en radio	Claro	Sin interf.	Entendible	Positiva	Absolutamente nada	0
17	Programa	Televisión-mismo audio anterior pero sin ruido molesto	Televisión	Programa	Conversación	Neutra	Absolutamente nada	1
18	Calma	Pronóstico de heladas, claro, sin interferencias	Pronóstico	Comunicación	Heladas	Neutra	Absolutamente nada	0
19	Pronóstico	Pronóstico meteorológico	Vejez	Televisión	Deprimente	Negativa	Ligeramente	2
20	Radio	Meteorólogo	Clima	Pronóstico	Locutor	Neutra	Absolutamente nada	0
21	Informativo	Pronóstico meteorológico	Locutor	Informe	Meteorología	Neutra	Absolutamente nada	1
22	Informativo	Pronóstico del tiempo	Invierno	Informativo	Pronóstico	Neutra	Ligeramente	2
23	Pronóstico	Reporte del clima	Clima	Pronóstico	Informativo	Neutra	Absolutamente nada	0
24	Radio	Programa radial	Informativo	Pronóstico	Clima	Neutra	Absolutamente nada	0
25	Tiempo	Pronóstico del clima	Clima	Noticias	Televisión	Neutra	Absolutamente nada	0
26	Información	Estado climático	Lento	Información	Hombre	Neutra	Ligeramente	3
27	Estado del tiempo	Locución del clima	Radio	Clima	*	Positiva	Absolutamente nada	0

Individuo	AUDIO 7 (palabra hablada)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
28	Noticia	Pronóstico del tiempo	Pronóstico	Noticia	Clima	Positiva	Absolutamente nada	0
29	Pronóstico	Informe meteorológico	Clima	Tiempo	Heladas	Neutra	Absolutamente nada	1
30	Meteorólogo	Un pronóstico del tiempo en un informativo	Radio	Pronóstico	Tiempo	Positiva	Absolutamente nada	0
31	Locutor	Programa radial	Calma	Claro	Entendible	Positiva	Absolutamente nada	0
32	Meteorólogo	Pronóstico del tiempo	Radio	Informativo	Tiempo	Neutra	Absolutamente nada	0
33	Pronóstico	Reporte del estado del clima	Relato	Clima	Pronóstico	Neutra	Ligeramente	1
34	Meteorólogo	Informe meteorológico	Informativo	Clima	Periodista	Neutra	Absolutamente nada	0
35	Pronóstico	Pronóstico de heladas	Pronóstico	Claridad	Latinoamérica	Neutra	Absolutamente nada	0
36	Pronóstico	Persona indicando pronóstico del tiempo	Tiempo	Informativo	Habla	Neutra	Absolutamente nada	1
37	Meteorólogo	Pronóstico meteorológico	Pronóstico	Canal	Tiempo	Neutra	Ligeramente	2
38	Desierto	Pronóstico del tiempo	Frío	Calor	Oasis	Neutra	Absolutamente nada	0
39	Informe	Informe meteorológico	Radio	Voz	Reporte	Neutra	Absolutamente nada	0
40	Noticiero	Periodista dando pronóstico del tiempo	Hombre	Periodista	Noticia	Neutra	Absolutamente nada	1
41	Informativo	Pronóstico del tiempo	Clima	TV	Reportero	*	Absolutamente nada	0
42	Pronóstico	Un hombre dando el pronóstico del tiempo	Pronóstico	Radio	Tele	Neutra	Absolutamente nada	0
43	Reverberación	Reporte de clima	Geo	Clima	Reporte	Neutra	Ligeramente	1
44	Pronóstico	Informe del tiempo	Frío	Clima	Previsión	Neutra	Absolutamente nada	0
45	Audio	Radio	Meteorologo	Tranquilo	Sereno	Neutra	Absolutamente nada	1
46	Informe	Temperatura	Clima	Noticias	Transmisión	Neutra	Absolutamente nada	2
47	Radio	Clima	Lluvia	Pronóstico	Radio	Neutra	Absolutamente nada	0
48	Incoherente	Pronóstico del tiempo	Tiempo	Clima	Mareado	Negativa	Medianamente	7
49	Meteorólogo	Clima	Pronóstico	Informativo	Tiempo	Neutra	Absolutamente nada	3

Individuo	AUDIO 8 (camión + tormenta)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
1	Lluvia	Calle	Lluvia	Auto	Tránsito	*	Absolutamente nada	0
2	Lluvia	Camión en calle lloviendo	Camión	Calle	Lluvia	Neutra	Ligeramente	3
3	Lluvia	Un tractor estacionando al costado de una ruta	Tractor	Ruta	Lluvia	Neutra	Ligeramente	3
4	Lluvia	Viaje en bus un día lluvioso	Ómnibus	Lluvia	Mojado	Neutra	Absolutamente nada	1
5	Motor	Autos en un día de lluvia	Trabajo	Mojado	Agua	Negativa	Medianamente	6
6	Traslado	Traslado en vehículo motorizado en medio de la lluvia	Vehículo	Lluvia	Motor	Neutra	Ligeramente	3
7	Tránsito	Lluvia en una calle o avenida con muchos autos/ómnibus	Hora pico	Avenida	*	Negativa	Medianamente	5
8	Camión	Grabación de tránsito	Motor	Calle	*	Negativa	Medianamente	4
9	Ciudad	Lluvia en ciudad	Agua	Motor	Vehículo	Neutra	Ligeramente	2
10	Vehículo	Algún tipo de vehículo o máquina bajo la lluvia	Lluvia	Tránsito	Camión	Negativa	Medianamente	6
11	Tránsito	La calle cuando llueve	Auto	Calle	Lluvia	Neutra	Absolutamente nada	0
12	Lluvia	Noche, zona comercial, camiones	Motor	Lluvia	Mojado	Neutra	Ligeramente	1
13	Lluvia	Día de lluvia y tránsito camión	Lluvia	Tránsito	Ciudad	Neutra	Ligeramente	1
14	Calle	Ómnibus un día de lluvia	Centro	Mojado	Freno	Neutra	Absolutamente nada	0
15	Motor	Tráfico en tormenta	Lluvia	Tránsito	Tráfico	Neutra	Medianamente	6
16	Construcción	Retro	Obra	Larga	Pala	Neutra	Ligeramente	3
17	Lluvia	Ciudad y tren parte un día de lluvia	Ómnibus	Lluvia	Transporte	Negativa	Ligeramente	3
18	Ruido	Estacionamiento de vehículo en lugar ruidoso	Conducir	Estacionar	Ruido	Negativa	Medianamente	5
19	Transporte y también algo como sintonizándose	*	Confusión	*	*	Negativa	Medianamente	4
20	Lluvia	Camión	Tránsito	Lluvia	Motor	Negativa	Ligeramente	1
21	Camión bajo lluvia	Motor de camión bajo lluvia	Motor	Lluvia	Tormenta	Neutra	Ligeramente	1
22	Tránsito	Tránsito con lluvia	Tránsito	Lluvia	Trabajo	Neutra	Medianamente	7
23	Pereza	Día de lluvia en la ciudad	Lluvia	Incomodidad	Rutina	Negativa	Medianamente	4
24	Lluvia	Guardar un auto garage día de lluvia	Lluvia	Estacionar	Auto	Neutra	Ligeramente	2
25	Lluvia	Lluvia en la ciudad	Auto	Lluvioso	Calle	Neutra	Medianamente	5

Individuo	AUDIO 8 (camión + tormenta)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
26	Alerta	Calle	Lluvia	Camión	Freno	Negativa	Medianamente	4
27	Auto estacionando	Tránsito con lluvia	Lluvia	Autos	*	Neutra	Absolutamente nada	1
28	Camión	Camión estacionando	Camión	Motor	Frena	Neutra	Ligeramente	3
29	Carretera	Parada de autobús	Lluvia	Clima	Espera	Negativa	Ligeramente	2
30	Lluvia	Un día lluvioso en alguna fábrica	Lluvia	Fábrica	Complicado	Neutra	Ligeramente	2
31	Lluvia	Auto en día de lluvia	Dificultad	Visión	Gente	Neutra	Ligeramente	3
32	Ómnibus	Ómnibus día de lluvia	Montevideo	Ómnibus	Invierno	Neutra	Absolutamente nada	0
33	Lluvia	Lluvia en el tránsito	Lluvia	Tránsito	Motores	Negativa	Medianamente	4
34	Lluvia	Lluvia en la ciudad con tránsito	Lluvia	Autos	Ciudad	Neutra	Ligeramente	1
35	Cambio	Auto andando bajo la lluvia	Auto	Cambio	Lluvia	Positiva	Absolutamente nada	0
36	Lluvia	Auto estacionando un día lluvioso	Motor	Auto	Lluvia	Neutra	Ligeramente	3
37	Ciudad	Día de lluvia en una ciudad	Camión	Lluvia	Ciudad	Negativa	Medianamente	3
38	Tránsito con lluvia	Ómnibus que estaciona	Motor	Apagar	Ruido	Neutra	Medianamente	6
39	Manejar	Conducir con lluvia	Tránsito	Lluvia	Conducir	Positiva	Absolutamente nada	0
40	Ómnibus	Ómnibus en ruta con lluvia	Lluvia	Ruta	Freno	Negativa	Medianamente	4
41	Lluvia	Ruido de lluvia adentro de un auto	Motor	Tormenta	Movilidad	Neutra	Ligeramente	3
42	Llovizna	Lluvia con un motor de camión o similar	Camión	Ciudad	Lluvia	Neutra	Ligeramente	2
43	Lluvia	Día de lluvia en la calle	Motor	Agua	Aceite	Negativa	Ligeramente	1
44	Motor	Tránsito con lluvia	Camión	Lluvia	Moderada	Positiva	Absolutamente nada	0
45	Motor	Un camión en la lluvia	Agua	Motor	Día lluvioso	Neutra	Absolutamente nada	1
46	Vehículo	Lluvia y tráfico	Motor	Agua	Calle	Neutra	Ligeramente	2
47	Motor	Auto en lluvia	Motor	Lluvia	Carro	Neutra	Absolutamente nada	0
48	Lluvia	Día de lluvia en el tránsito	Lluvioso	Gris	Tráfico	Neutra	Ligeramente	2
49	Exterior	Lluvia	Tránsito	Calle	Lluvia	Neutra	Medianamente	4

Individuo	AUDIO 9 (aerogenerador)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
1	Máquina	Lustradora	Lustrar	Máquina	Aspiradora	Neutra	Ligeramente	1
2	Tráfico	Autos pasando rápido	Autos	Autopista	Ruido	Negativa	Medianamente	5
3	Industria	Alguna parte de un proceso de producción de algo	Máquina	Fábrica	Ciclo	Neutra	Medianamente	5
4	Lavarropas	Lavadero industrial	Centrifugado	Vaivén	Ondas	Negativa	Medianamente	4
5	Máquina molesta	Una máquina	Molesto	Ruido	Permanencia	Negativa	Mucho	9
6	Máquina	Ciclos de alguna máquina o equipo	Máquina	Ruido	Ciclos	Negativa	Medianamente	5
7	Algo que gira	Ruido de lavarropas	Continuo	Saturación	*	Neutra	Ligeramente	3
8	Soplo	Expulsión o aspiración de aire	Aspiradora	Sopladora	Limpieza	Negativa	Medianamente	5
9	Máquina	Motor	Ruido	Ritmo	Motor	Negativa	Medianamente	5
10	Autos	No logro darme cuenta	Repetitivo	Tránsito	Lavarropas	Negativa	Mucho	7
11	Máquina	Pasar la aspiradora	Aspirar	Aire	Máquina	Neutra	Ligeramente	1
12	Viento fuerte	Motor, viento, trabajo	Movimiento	Repetición	Fuerza	Negativa	Medianamente	3
13	Monótono	Maquinaria funcionando	Máquina	Motor	Vehículo	Negativa	Mucho	7
14	Industria	Ventilación	Fábrica	Extracción	Máquina	Neutra	Absolutamente nada	1
15	Pulidora	Fábrica de muebles-carpintería	Pulir	Obra	Madera	Negativa	Mucho	8
16	Carretera	Autos pasando	Carretera	Rápido	Concentración	Neutra	Medianamente	5
17	Lavadero	Lavadero de autos	Agua	Limpieza	Fuerte	Neutra	Ligeramente	1
18	Arranque	No identificado, mezcla de secador con aspiradora	Máquina	Ruido	Molesto	Negativa	Medianamente	4
19	Motor, skate	Algo con un motor	Motor	Skate	Lija	Neutra	Ligeramente	2
20	Lavarropas	Oscilante	Círculos	Lavado	Molesto	Negativa	Medianamente	3
21	Cíclico	Ruido cíclico de maquinaria	Ruido	Máquina	Ciclo	Negativa	Medianamente	7
22	Tomografía	Estudio de RX	Salud	Tomógrafo	Hospital	Negativa	Medianamente	6
23	Fábrica	Ruido de una máquina en una industria	Molestia	Cansancio	Fastidio	Negativa	Mucho	8
24	Molino	Aspas de un molino eólico	Viento	Molino	Girar	Neutra	Ligeramente	1
25	Máquina	Industrial	Fábricas	Trabajo	Maquinaria	Negativa	Medianamente	6
26	Fábrica	Producción	Máquina	Trabajo	Molesto	Negativa	Mucho	7

Individuo	AUDIO 9 (aerogenerador)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
27	Lavado	Tambor de lavarropas	Lavarropas	Lavado	*	Neutra	Absolutamente nada	0
28	Máquina	Alguna maquinaria industrial	Industrial	Textil	Herramienta	Neutra	Ligeramente	3
29	Motor	Maquinaria de trabajo	Hormigonera	Motor	Trabajo	Neutra	Ligeramente	2
30	No pude reconocer que era. No se me ocurrió nada.	*	*	*	*	Neutra	Ligeramente	3
31	Fábrica	Muchas máquinas	Trabajo	Molesto	Ruidoso	Negativa	Mucho	6
32	Túnel	Túnel de 8 de Octubre	Auto	Túnel	Tránsito	Negativa	Ligeramente	4
33	Lavadora	Una máquina giratoria	Máquina	Motor	Giros	Neutra	Ligeramente	2
34	Máquinas	Máquina funcionando	Ondas	Repetición	Ritmo	Negativa	Medianamente	3
35	Barco	Algo girando o balanceándose	Ritmo	Barco	Giro	Neutra	Medianamente	4
36	Repetitivo	Con algo que se arrastra repetitivamente	Arrastre	Calle	Ruido	Negativa	Medianamente	4
37	Arrastrar	Hélice	Hélice	Arrastrar	Ventilador	Negativa	Mucho	6
38	Ritmo	Pulidora de madera (fábrica)	Máquina	Lijadora	Cadena de producción	Negativa	Medianamente	7
39	Cíclico	Algún tipo de máquina	Máquina	Movimiento	Repetitivo	Negativa	Medianamente	4
40	Motor	Motor en una industria	Motor	Molestia	Obra	Negativa	Mucho	5
41	Extraño	Repetición en secuencia	Ritmo	Difuso	Impacto	Neutra	Ligeramente	4
42	Máquina	Con algún tipo de máquina que desconozco	Máquina	Frecuencia	Barrido	Neutra	Ligeramente	2
43	Impresora	Máquina repitiendo proceso	Máquina	Repetición	Encendido	Neutra	Ligeramente	1
44	Acelerar	Ventilador	Viento	Vaivén	Ráfagas	Negativa	Medianamente	4
45	Cortado	*	Discontinuo	Molesto	*	Negativa	Ligeramente	2
46	Barco	Mar, navegar	Agua	Movimiento	Barco	Neutra	Absolutamente nada	2
47	Periódico	Ciclo	Rotación	Ruido	Período	Neutra	Ligeramente	3
48	Maquinaria	Construcción	Máquina	Motor	Obra	Negativa	Medianamente	6
49	Fábrica	Maquinaria	Taller	Torno	Construcción	Neutra	Mucho	5

Individuo	AUDIO 10 (soplante sin cubierta)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
1	Máquina	Vibración	Vibrar	Cafetera	Ventilador	Neutra	Ligeramente	1
2	Ruido	Planta petroquímica/frigorífico industrial	Molesto	Ruido	Fábrica	Negativa	Mucho	7
3	Máquina	Una máquina de pasto	Máquina	Ruido	Jardín	Negativa	Medianamente	6
4	Interferencia	Radio de telecomunicaciones buscando señal	Stand by	Ajuste	Radio	Negativa	Mucho	7
5	Distorsión	Algo mal sintonizado	Feo	Molesto	Roto	Negativa	Mucho	9
6	Zumbido	Máquina, interferencia de un equipo	Zumbido	Ruido	Equipo eléctrico	Negativa	Mucho	7
7	Motor	Maquinaria	Obra	Cortadora	*	Negativa	Medianamente	5
8	Maquinaria	Ruido de maquinaria de obra	Grúa	Reparación	Obra	Negativa	Mucho	6
9	Ruido	Interferencia	Ruido	Interferencia	Molestia	Negativa	Mucho	9
10	Herramienta	Algún tipo de motor funcionando	Máquina	Ruido	Taladro	Negativa	Mucho	7
11	Motor	Funcionamiento de una máquina	Motor	Sonido	Taller	Negativa	Ligeramente	2
12	Motor heladera	Motor de heladera o máquina	Zumbido	Molesto	Ruido	Negativa	Medianamente	6
13	Maquinaria	Maquinaria funcionando	Máquina	Motor	Industria	Negativa	Mucho	7
14	Motor	Funcionamiento de una máquina	Motor	Construcción	Herramienta	Neutra	Absolutamente nada	1
15	Motor	Motor maquinaria	Zumbido	Motor	Obras	Negativa	Extremadamente	9
16	Aparato	Aparato vibrando	Continuo	Vibrar	Alto	Negativa	Mucho	7
17	Molestia	Naturaleza cortada por ruido molesto y continuo	Molestia	Naturaleza	Incomodidad	Negativa	Mucho	6
18	Motor	Un motor encendido, de una máquina	Monotonía	Motor	Máquina	Neutra	Medianamente	4
19	Interferencia	Algo que no sintoniza	Molestia	Interferencia	No sintonizado	Negativa	Medianamente	6
20	Moto	Motor	Transporte	Motor	Molesto	Negativa	Medianamente	3
21	Motor avión	Motor de avión	Motor	Vibración	Resonancia	Negativa	Medianamente	7
22	Fábrica	Trabajo en fábrica	Máquinas	Producción	Obreros	Negativa	Mucho	9
23	Ruido	Con una radio mal sintonizada	Molestia	Ruido	Incomodidad	Negativa	Mucho	8
24	Interferencia	Interferencia eléctrica	Motor	Vibración	Radiación	Negativa	Mucho	8
25	Electricidad	Motor	Heladera	Eléctrico	Motor	Negativa	Mucho	8
26	Estudio	Tomógrafo	Médico	Examen	Ruido	Negativa	Mucho	8
27	Perforación	Trabajo en la calle	Calle	Arreglo	Ruido	Negativa	Ligeramente	1

Individuo	AUDIO 10 (soplante sin cubierta)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
28	Interferencia	Señal débil	Señal	Interfiere	Molesta	Negativa	Mucho	8
29	Zumbido	Motor	Ruido	Motor	Máquina	Negativa	Mucho	6
30	Molesto	Alguna maquinaria	Fábrica	Ruido	Molesto	Negativa	Mucho	6
31	Moto	Ruido de moto	Molesto	Incómodo	Feo	Negativa	Mucho	6
32	Servidores	Servidores internet	Computadora	Red	Trabajo	Negativa	Medianamente	5
33	Máquina	Un motor	Máquina	Motor	Vibración	Negativa	Mucho	8
34	Máquina	Máquina funcionando	Fábrica	Oficina	Ruido	Negativa	Medianamente	3
35	Moto	Motocicleta andando	Moto	Ruido	Molestia	Negativa	Mucho	7
36	Motor	Ruido de motor electrodoméstico	Ruido	Intenso	Motor	Negativa	Mucho	6
37	Generador	Generador	Electricidad	Motor	Generador	Neutra	Medianamente	4
38	Ruido	Interferencia	Radio	Motor heladera	Afeitadora	Negativa	Mucho	9
39	Molesto	Motor	Máquina	Zumbido	Motor	Negativa	Mucho	7
40	Máquina	Motor	Motor	Taladro	Máquina	Negativa	Mucho	5
41	Intenso	Algo onda mal, pc vieja	Molesto	Estático	Roto	Negativa	Extremadamente	10
42	Motor	Motor de alguna máquina	Zumbido	Máquina	Motor	Negativa	Mucho	8
43	Bomba	Bomba de agua	Motor	Encendido	Vibración	Negativa	Medianamente	2
44	Interferencia	Sonido de impedancia	Vibración	Eléctrica	Molesta	Negativa	Medianamente	5
45	Ruido	Un parlante mal conectado	Molesto	Ruidoso	*	Negativa	Medianamente	5
46	Máquina	Producción	Fábrica	Obra	Proceso	Neutra	Ligeramente	3
47	Motor	Avión	Volando	Motor	Avión	Neutra	Ligeramente	3
48	Tablero	Tablero eléctrico	Tensión	Electricidad	Luz	Neutra	Ligeramente	3
49	Ruido	Taller	Trabajo	Maquinaria	Construcción	Negativa	Mucho	6

Individuo	AUDIO 11 (palabra hablada)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
1	Señor	Hombre	Pronóstico	Hombre	Hablar	Positiva	Absolutamente nada	0
2	Meteo	Pronóstico meteorológico/radio	Frío	Tiempo	Argentina	Positiva	Absolutamente nada	0
3	Informe	Informe meteorológico del informativo	Estudio	Temprano	Traje	Neutra	Absolutamente nada	1
4	Informativo	Pronóstico del tiempo (sin mejorar sonido)	Noticiero	Radio	Sala	Neutra	Ligeramente	2
5	Clima	Informativo	Primavera	Hombre	Noticia	Positiva	Absolutamente nada	0
6	Pronóstico	Grabación de pronóstico del tiempo	Locutor	Pronóstico	Claridad	Neutra	Absolutamente nada	0
7	Pronóstico	Una persona leyendo	Información	Tranquilo	*	Neutra	Absolutamente nada	0
8	Pronóstico	Informe del tiempo	Reporte	Clima	Invierno	Neutra	Absolutamente nada	0
9	Radio	Pronóstico	Tiempo	Aburrido	Monótono	Neutra	Absolutamente nada	0
10	Pronóstico	Programa radial	Noticias	Radio	Locutor	Positiva	Absolutamente nada	0
11	Pronóstico	Pronóstico del tiempo en el desierto	Oasis	Paisaje	Temperatura	Neutra	Absolutamente nada	0
12	Informativo	Radio noticia	Clima	Geografía	Tiempo	Neutra	Absolutamente nada	0
13	Radio	Informe meteorológico	Radio	Informe	Tiempo	Neutra	Absolutamente nada	0
14	Tiempo	Clima	Radio	Hombre	Geografía	Positiva	Absolutamente nada	1
15	Nieve	Pronóstico climático	Clima	Pronóstico	Nieve	Neutra	Ligeramente	1
16	Pronóstico	Pronóstico en radio	Claro	Pausado	Entendible	Positiva	Absolutamente nada	0
17	Televisión	Programa de televisión	Televisión	Programa	Clima	Neutra	Absolutamente nada	1
18	Eco	Pronóstico de heladas con eco	Eco	Cerrado	Comunicación	Negativa	Medianamente	3
19	Pronóstico meteorológico	Tiempo, clima, siento que es el mismo audio pero lo dice una persona diferente	Clima	Meteorología	Televisación	Neutra	Ligeramente	2
20	Meteorólogo	Pronóstico del clima	Clima	Voz	Heladas	Neutra	Absolutamente nada	1
21	Pronóstico	Pronóstico del tiempo	Locutor	Comunicación	Pronóstico	Positiva	Absolutamente nada	1
22	Informativo	Pronóstico del tiempo	Invierno	Pronóstico	Informativo	Neutra	Ligeramente	3
23	Clima	Pronóstico del clima	Pronóstico	Clima	Informativo	Neutra	Absolutamente nada	0
24	Programa	Programa radio	Locutor	Radio	Pronóstico	Neutra	Absolutamente nada	0
25	Clima	Pronóstico del tiempo	Registro	Heladas	Repetitivo	Neutra	Ligeramente	2
26	¿otra vez?	Clima	Heladas	Informe	Valle huco	Negativa	Ligeramente	5

Individuo	AUDIO 11 (palabra hablada)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
27	El mismo audio No.10	Pronóstico del tiempo	Tiempo	Señor	Clima	Positiva	Absolutamente nada	0
28	Noticias	Pronóstico del tiempo	Clima	Tiempo	Noticia	Positiva	Absolutamente nada	0
29	Informe	Informe meteorológico	Clima	Heladas	Pronóstico	Neutra	Absolutamente nada	0
30	Radio	Radio o tv dando pronóstico	Radio	Pronóstico	Tiempo	Neutra	Absolutamente nada	0
31	Repetir	Con otro audio que ya escuché	Claro	Radio	Tranquilo	Neutra	Absolutamente nada	1
32	Repetido	Con el audio que escuché antes	Tiempo	Pronóstico	Meteorólogo	Neutra	Absolutamente nada	0
33	Aviso	Pronóstico del tiempo	Pronóstico	Relato	Locutor	Positiva	Absolutamente nada	0
34	Meteorólogo	Informe meteorológico	Clima	Informativo	Periodista	Neutra	Absolutamente nada	0
35	Repetido	Pronóstico de heladas	Pronóstico	Heladas	Repetido	Neutra	Ligeramente	2
36	Pronóstico	Persona diciendo pronóstico del tiempo	Tiempo	Habla	Exposición	Neutra	Absolutamente nada	2
37	Meteorólogo	Pronóstico meteorológico	Tiempo	Noticias	Pronóstico	Neutra	Ligeramente	2
38	Claridad	Pronóstico del tiempo	Vocalización	Prosodia	Claridad	Neutra	Absolutamente nada	0
39	Aburrido	Informe	Voz	Reporte	*	Neutra	Ligeramente	3
40	Periodista	Noticiero argentino	Noticiero	Tiempo	Monotonía	Neutra	Ligeramente	3
41	Informativo	Pronóstico del tiempo	Nítido	Claro	Correcto	Positiva	Absolutamente nada	0
42	Pronóstico	Pronóstico del tiempo	Pronóstico	Clima	Informativo	Neutra	Absolutamente nada	0
43	Radio	Radio aficionado	Clima	Ajuste	Reporte	Neutra	Absolutamente nada	0
44	Pronóstico	Informe del tiempo	Frío	Paisaje	Previsión	Positiva	Absolutamente nada	0
45	Repetido	Locutor	Radio	Información	Meteorología	Neutra	Absolutamente nada	1
46	Pronóstico	Informe clima	Temperatura	Informe	Noticia	Neutra	Absolutamente nada	2
47	Radio	Clima	Pronóstico	Clima	Radio	Neutra	Absolutamente nada	0
48	Pronóstico	Pronóstico del tiempo	Tiempo	Clima	Día	Neutra	Ligeramente	1
49	Meteorólogo	Informe	Informativo	Pronóstico	Clima	Neutra	Ligeramente	3

Individuo	AUDIO 12 (camión)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
1	Camión	Camión	Camión	Tráfico	Auto	Neutra	Ligeramente	2
2	Camión	Camión de la basura	Camión	Ruido	Barcelona	Negativa	Medianamente	5
3	Estacionar	Un camión estacionando	Camión	Nublado	Garage	Positiva	Absolutamente nada	1
4	Ómnibus	Viaje en ómnibus	Trabajo	Ciudad	Tráfico	Neutra	Ligeramente	3
5	Auto	Auto que detuvo la marcha	Trabajo	Ruido	Auto	Neutra	Medianamente	5
6	Camión	Traslado de un camión	Máquina	Camión	Motor	Neutra	Ligeramente	2
7	Calle	Ómnibus viejo	Motor	Molesto	Constante	Negativa	Mucho	8
8	Arranque	Vehículo que arranca y luego frena	Tránsito	Semáforo	Ómnibus	Neutra	Ligeramente	1
9	Ciudad	Vehículo	Motor	Ruido	Calle	Negativa	Medianamente	6
10	Camión	Tránsito pesado al costado de un camino	Tráfico	Ómnibus	Autos	Negativa	Medianamente	6
11	Calle	Arranca un auto	Motor	Auto	Apaga	Neutra	Ligeramente	1
12	Camioneta Ford vieja	Trabajo, movimiento	Motor	Encendido	Ruido	Neutra	Absolutamente nada	0
13	Vehículo	Circulación de camión	Camión	Motor	Ciudad	Neutra	Medianamente	3
14	Prueba	Prueba de motor	Taller	Arreglo	Mecánica	Neutra	Ligeramente	2
15	Construcción	Motor de camión	Camión	Obra	Motor	Negativa	Medianamente	4
16	Transporte	Ómnibus	Motor	**	Público	Neutra	Medianamente	5
17	Transporte	Transporte público en la ciudad	Ómnibus	Camión	Motor	Negativa	Medianamente	4
18	Retumba	Camioneta siendo estacionada en lugar cerrado	Camioneta	Estacionamiento	Retumbar	Negativa	Medianamente	6
19	Auto arrancando	Tránsito, motor	Auto	Tránsito	Motor	Negativa	Medianamente	5
20	Motor	Transporte	Flete	Camión	Descarga	Negativa	Medianamente	4
21	Motor	Motor de camión o tractor	Transporte	Moto	Camión o tractor	Negativa	Medianamente	7
22	Camión	Obra en construcción	Trabajo	Obra	Camión	Neutra	Medianamente	5
23	Tránsito	Motor de una camioneta	Tránsito	Lejano	Vacaciones	Positiva	Medianamente	5
24	Motor	Motor de camión	Marcha	Freno	Camión	Neutra	Ligeramente	2
25	Camión	Camión estacionando	Garage	Ciudad	Calle	Neutra	Medianamente	4
26	Motores	Vehículos	Motor	Freno	Auto	Neutra	Ligeramente	3
27	Audio repetición	Camión estacionando	Calle	Camión	Estacionando	Neutra	Absolutamente nada	0

Individuo	AUDIO 12 (camión)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
28	Camión	Un camión estacionando	Camión	Motor	Freno	Neutra	Ligeramente	3
29	Llegada	Llegada de un vehículo	Motor	Apagar	Llegada	Neutra	Ligeramente	2
30	Camiones	Camiones o alguna maquinaria pesada	Camión	Maquinaria	Carga	Neutra	Ligeramente	3
31	Calle	Medios de transporte	Movimiento	Personas	Tránsito	Neutra	Medianamente	3
32	Camión	Transporte de carga	Camionero	Ruta	Carga	Neutra	Absolutamente nada	0
33	Tránsito	Un camión que se detiene	Motor	Vehículo	Frenada	Neutra	Absolutamente nada	0
34	Tránsito	Sonido ambiente en calle	Camión	Calle	Motor	Neutra	Ligeramente	1
35	Freno	Auto llegando a un lugar	Auto	Freno	Cambio	Neutra	Absolutamente nada	0
36	Motor	Vehículo encendido que detiene motor	Motor	Ruido	Camión	Negativa	Medianamente	5
37	Camión	Camión	Camión	Motor	Ciudad	Neutra	Ligeramente	3
38	Motor vehículo	Cambio de marcha y apagado vehículo	Motor	Aceleración	Apagado	Neutra	Ligeramente	2
39	Camión	Un camión deteniendo su marcha	Camión	Motor	Frenada	Neutra	Ligeramente	2
40	Camión	Motor de camión que frena y apaga	Camión	Motor	Freno	Neutra	Medianamente	2
41	Motor	Motor en funcionamiento	Ómnibus	Polución	Normal	Neutra	*	2
42	Camión	El motor de un camión o similar	Calle	Camión	Motor	Neutra	Ligeramente	4
43	Motor	Motor automotriz	Vehículo	Encendido	Motor	Neutra	Ligeramente	1
44	Motor	Sonido de camioneta	Motor	Puerto	Transporte	Neutra	Absolutamente nada	0
45	Camión	Camión estacionando	Motor	Ruido	Freno	Neutra	Ligeramente	1
46	Calle	Vehículos	Motor	Camión	Circulación	Neutra	Ligeramente	3
47	Carro	Auto avanzando	Estacionando	Motor	Detener	Neutra	Absolutamente nada	0
48	Grúa	Grúa en obra	Máquina	Grúa	Construcción	Neutra	Ligeramente	2
49	Motor	Tránsito	Vehículo	Camión	Tránsito	Neutra	Ligeramente	4

Individuo	AUDIO 13 (Palabra hablada + soplante sin cubierta)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
1	Ruido	Ruido mientras alguien habla	Ruido	Señor	Señor	Negativa	Medianamente	5
2	Pronóstico	Pronóstico meteorología en radio mal sintonizada	Ruido	Meteo	Molesto	Negativa	Mucho	7
3	Ruido	Una falla de audio de algún equipo	Audio	Meteorología	Falla	Negativa	Medianamente	6
4	Informativo	Radio mal sintonizada	Noticias	Interferencia	Ruido	Negativa	Mucho	7
5	Distorsión	Información que no se entiende	Clima	Ruido	Inentendible	Negativa	Mucho	8
6	Zumbido	Equipo eléctrico o emisión radial con mucho zumbido	Zumbido	Ruido	Estática	Negativa	Mucho	9
7	Pronóstico con interferencia	Hay alguna máquina o electrodoméstico que tapa la voz	Interrupción	Molesto	Artificial	Negativa	Mucho	8
8	Interferencia	Transmisión de reporte climático	Transmisión	Ruido	Interferencia	Negativa	Medianamente	4
9	Radio	Interferencia	Ruido	Molestia	Interferencia	Negativa	Mucho	8
10	Molesto	Radio mal sintonizada	Radio	Interferencia	Noticias	Negativa	Medianamente	6
11	Pronóstico	Informativo	Tiempo	Temperatura	Lugares	Neutra	Absolutamente nada	0
12	Molesto	Mala sintonía, poco claro	Zumbido	Enchufe	Ruido	Negativa	Mucho	6
13	Zumbido	Transmisión de radio con interferencia	Interferencia	Radio	Zumbido	Negativa	Mucho	8
14	Superposición	Un pronóstico inaudible	Tapar	Sonido	Voz	Negativa	Medianamente	4
15	Interferencia	Transmisión con interferencia	Interferencia	Mala señal	Transmisión	Negativa	Mucho	8
16	Interferencia	Pronóstico radio	Interferencia	Fondo	No acorde	Negativa	Mucho	7
17	Molesto	Televisión antigua ruidosa	Molesto	Ruidoso	Televisión	Negativa	Mucho	5
18	Distorsión	Pronóstico comunicado con interferencia de una máquina	Ruido	Interferencia	Comunicación	Neutra	Mucho	6
19	Interferencia, pronóstico	No bien sintonizado	Televisación	Interferencia	Pronóstico	Negativa	Medianamente	6
20	Motor	Motocicleta	Motor	Ruido	Locutor	Negativa	Mucho	5
21	Interferencia	Radio con interferencia	Radio	Interferencia	Comunicación	Negativa	Ligeramente	4
22	Fábrica	Trabajo en fábrica	Máquinas	Obrero	Producción	Neutra	Mucho	9
23	Incomodidad	Radio mal sintonizada	Ruido	Radio	Molestia	Neutra	Mucho	8
24	Interferencia	Radio con interferencia	Sintonizar	Interferencia	Progra	Negativa	Medianamente	7
25	Molestia	Interferencia	Incómodo	Molesto	Malo	*	Mucho	8

Individuo	AUDIO 13 (Palabra hablada + soplante sin cubierta)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
26	Molesto	Audios anteriores	Interferencia	Molestia	Cansancio auditivo	Negativa	Mucho	8
27	Interferencia	Audio No.11 con interferencia	Perforación	Locución	Estado del tiempo	Negativa	Ligeramente	1
28	Interferencia	Mala conexión	Interferencia	Conexión	Molesto	Negativa	Mucho	8
29	Perturbador	Motor	Ruido	Clima	Informe	Negativa	Mucho	7
30	Interferencia	Una radio con ruido de fondo	Radio	Interferencia	Molesto	Negativa	Mucho	7
31	Incómodo	Programa radial con interferencia	Molesto	Intendible	Ruido	Neutra	Ligeramente	3
32	Aire	Aire acondicionado	Calor	Frío	Ruido	Negativa	Medianamente	5
33	Relato	Pronóstico del tiempo	Motor	Relato	Cabina	Negativa	Ligeramente	3
34	Interferencia	Informe meteorológico en TV con problema	TV	Radio	Periodista	Negativa	Ligeramente	2
35	Molesto	Audio con meteorólogo con sonido de motor	Motor	Meteorólogo	Molestia	Negativa	Mucho	8
36	Interferencia	Persona dando pronóstico con ruido de motor que interfiere	Ruido	Molesto	Habla	Negativa	Mucho	7
37	Vibración	Pronóstico y generador	Generador	Tele	Pronóstico	Neutra	Mucho	6
38	Interferencia	Pronóstico del tiempo	Molestia	Interferencia	Dolor	Negativa	Extremadamente	10
39	Molesto	Interferencia	Ruido	Reporte	Voz	Negativa	Medianamente	4
40	Molestia	Noticiero en tele con interferencia	Noticias	Ruido	Mensaje	Negativa	Mucho	5
41	Saturador	Interferencia intensa	Molesto	Estrés	Alto	Negativa	Extremadamente	10
42	Motor	Motor de algún electrodoméstico y alguien dando el pronóstico	Zumbido	Vibración	Motor	Negativa	Medianamente	7
43	Interferencia	Radio aficionado	Clima	Interferencia	Ajuste	Neutra	Medianamente	3
44	Interferencia	Radio con interferencia	Fondo	Ruido	Zumbido	Negativa	Ligeramente	2
45	Molestia	Interferencia en el audio	Interferencia	Locutor	Ruido	Negativa	Medianamente	4
46	Radio	Informe meteorológico en TV con problema	Ruido	Interferencia	Radio	Neutra	Medianamente	3
47	Radio	Pronóstico	Ruido	Radio	Clima	Neutra	Ligeramente	3
48	Molestia	Pronóstico del tiempo	Tiempo	Clima	Día	*	Medianamente	6
49	Transmisión	Meteorólogo	Clima	Tiempo	Informe	Negativa	Medianamente	6

Individuo	AUDIO 14 (aerogenerador)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
1	Máquina	Ruido de una lustradora	Aspirar	Máquina	Lustradora	Neutra	Ligeramente	3
2	Autos	Autos pasando a velocidad/ventilador industrial	Autos	Ruido	*	Negativa	Medianamente	5
3	Lavado de algo en industria	Alguna máquina en proceso de fábrica	Máquina	Cinta	Industria	Negativa	Medianamente	5
4	Centrifugadora	Lavadero industrial	Lavado	Centrifugado	Vaivén	Negativa	Medianamente	6
5	Ruido	Máquina	Trabajo	Reiteración	Ruido	Negativa	Mucho	8
6	Ventilador	Ciclos de una máquina como ventilador o lavadora	Ciclo	Máquina	Ventilador	Neutra	Ligeramente	3
7	Lavadero	Lavadero industrial o lavado de autos	Círculos	Repetición	Máquina	Negativa	Ligeramente	4
8	Aire	Ruido de máquina que mueve aire	Sopladora	Limpieza	Trabajo	Neutra	Medianamente	5
9	Máquina	Ruido máquina	Ritmo	Ruido	Máquina	Negativa	Medianamente	6
10	Autopista	Autopista o lavarropas	Autos	Repeat	Tránsito	Negativa	Mucho	7
11	Aspiradora	Limpieza	Aire	Polvo	Aspirar	Neutra	Ligeramente	1
12	Trabajo	Algún movimiento, mar	Constante	Movimiento	Arrastrar	Negativa	Ligeramente	1
13	Maquinaria	Máquina funcionando	Motor	Movimiento	Industria	Negativa	Mucho	7
14	Secuencial	Viento	Secuencia	Industria	Máquina	Negativa	Medianamente	5
15	Mezcladora de cemento	Obra-construcción	Obra	Construcción	Motor	Negativa	Mucho	8
16	Carretera	Autos pasando	Cadencia	Frecuencia	Muchos	Neutra	Medianamente	6
17	Lavadero	Lavadero de autos	Agua	Fuerte	Lavadero	Negativa	Medianamente	4
18	Circular	Lavarropas	Lavarropas	Máquina	Circular	Neutra	Medianamente	4
19	Motor	Motor tratando de arrancar pero diferente, siento algo como que raspa contra el piso	Motor	Raspa	Piso	Neutra	Ligeramente	3
20	Giro	Camión cemento	Giratorio	Oscilante	Ruido	Negativa	Mucho	5
21	Motor cíclico	Maquinaria con ciclo	Cíclico	Motor	Maquinaria	Negativa	Medianamente	7
22	Tomografía	Estudio de RX	Salud	Hospital	Estudio	Negativa	Medianamente	5
23	Máquinas	Ruido de máquinas	Ruido	Fábrica	Trabajo	Negativa	Mucho	8
24	Construcción	Camión de cemento	Obra	Camión	Cementadora	Negativa	Medianamente	7
25	Máquinas	Máquinas en una fábrica	Industria	Trabajo	Cuero	*	Medianamente	6

Individuo	AUDIO 14 (aerogenerador)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
26	Duda	Máquina	Producción	Máquina	Labor	Neutra	Ligeramente	4
27	Repetición de audio	Tambor lavarropas	Lavado	Lavarropas	*	Neutra	Absolutamente nada	0
28	Máquina	Maquinaria industrial	Máquina	Industrial	Textil	Neutra	Medianamente	4
29	Cíclico	Hormigonera	Trabajo	Ruido	Girar	Negativa	Medianamente	5
30	Máquina	Alguna máquina tipo cinta o algo así	Máquina	Fábrica	Cinta	Neutra	Medianamente	5
31	Fábrica	Máquinas	Grande	Molesto	Incómodo	Negativa	Mucho	5
32	Túnel	Túnel de 8 de Octubre	Auto	Tránsito	Molesto	Negativa	Medianamente	6
33	Máquina	Una máquina giratoria	Motor	Movimiento	Girando	Neutra	Ligeramente	1
34	Máquina	Alguna máquina, no se cual	Repetición	Círculos	Motor	Negativa	Ligeramente	1
35	Péndulo	Algo moviéndose rítmicamente	Ritmo	Abrir	Cerrar	Neutra	Absolutamente nada	1
36	Repetitivo	Algo que se arrastra repetidas veces	Arrastre	Repetido	Ruido	Negativa	Medianamente	5
37	Arrastrar	Hélice	Motor	Hélice	Turbina	Neutra	Mucho	7
38	Máquina	Máquina con rozamiento circular reiterativo	Lija	Esfera	Círculo	Neutra	Medianamente	7
39	Cíclico	Algún tipo de máquina	Mezclador	Ruido	Máquina	Negativa	Medianamente	4
40	Motor	Motor de máquina industrial	Rotación	Motor	Industria	Negativa	Mucho	5
41	Oleadas	Barco remando a ritmo constante	Intenso	Extraño	Repetitivo	Negativa	Medianamente	6
42	Máquina	Máquina	Máquina	Barrido	Aspa	Neutra	Ligeramente	2
43	Industria	Máquina funcionando lejos	Mampara	Repetición	Máquina	Positiva	Ligeramente	1
44	Ventilador	Ráfagas de ventilador	*	*	*	Negativa	Medianamente	4
45	Molesto	Lavadora	Inconstante	Motor	Ruido	Negativa	Medianamente	3
46	Movimiento	Barco en el mar	Agua	Movimiento	Mar	Neutra	Ligeramente	3
47	Ciclo	Período	Rotación	Ciclo	Motor	Neutra	Ligeramente	3
48	Maquinaria	Construcción	Obra	Grúa	Ruido	Negativa	Medianamente	6
49	Taller	Trabajo	Producción	Torno	Operarios	Negativa	Medianamente	5

Individuo	AUDIO 15 (soplante sin cubierta)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
1	Molesto	Ruido molesto	Vibración	Vibrar	Máquina	Neutra	Medianamente	4
2	Ruido	Una sala de refrigeradores industriales	Ruido	Industria	Molesto	Negativa	Mucho	6
3	Falla	Falla de audio	Falla	Audio	Ruido	Negativa	Medianamente	6
4	Vuelo	Radio de avión al hablar al pasaje	Ruido	Ajuste	Distorsión	Negativa	Mucho	8
5	Estudio médico	Resonancia magnética	Molestia	Doctor	Camilla	Negativa	Mucho	9
6	Zumbido	Zumbido equipo eléctrico	Ruido	Zumbido	Estática	Negativa	Mucho	7
7	Obra	Algún tipo de máquina	Motor	Repetitivo	*	Negativa	Medianamente	5
8	Máquina	Ruido de máquina de afeitar	Motor	Peluquería	*	Neutra	Medianamente	5
9	Ruido	Interferencia	Molestia	Ruido	Interferencia	Negativa	Mucho	9
10	Ruido	Motor de máquina funcionando	Máquina	Sierra	Motor	Negativa	Mucho	8
11	Motor	Algo roto	Señal de ajuste	Taller	Motor	Neutra	Ligeramente	1
12	Avión chico	Motor de avión, enchufe alta tensión	Ruido	Zumbido	Molesto	Negativa	Mucho	8
13	Maquinaria	Máquina funcionando	Motor	Industria	Máquina	Negativa	Mucho	8
14	Carnicería	Sierra para carne	Encierro	Peligro	Protección	Neutra	Medianamente	4
15	Motor AA	Motor-pulidora	Pulidora	Carpintería	Aires Acondicionados	Negativa	Mucho	8
16	Continuo	Aparato o máquina en func.	Continuo	Vibrar	Molesto	Negativa	Mucho	7
17	Heladera	El ruido que hacen las heladeras	Molesto	Ruidoso	Electrodoméstico	Negativa	Mucho	5
18	Mezcla	Máquina encendida y otro sonido bajo detrás como transmitiendo	Constante	Máquina	Motor	Negativa	Mucho	6
19	Interferencia	Interferencia	Irritación	Molestia	Incomodidad	Negativa	Mucho	8
20	Motor	Motocicleta con voz de fondo	Motor	Voz	Ruido	Negativa	Mucho	5
21	Motor avión	Vibraciones motor avión	Motor	Avión	Vibraciones	Negativa	Medianamente	7
22	Fábrica	Trabajo en fábrica	Máquina	Trabajo	Fábrica	Neutra	Mucho	9
23	Soledad	Ruido de una radio sin sintonizar	Ruido	Abandono	Radio	Neutra	Mucho	8
24	Vibración	Motor eléctrico	Maquinaria	Incendio	Interferencia	Negativa	Mucho	8

Individuo	AUDIO 15 (soplante sin cubierta)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
25	Ruido	Interferencia	Televisión	Cables	Corriente	*	Mucho	9
26	Molestia	Máquina	Contaminación	Fábrica	Motor	Negativa	Medianamente	7
27	Ventilador	Ventilador	Calor	Ventilador grande	Roto	Negativa	Ligeramente	1
28	Interferencia	Mala conexión	Conexión	Molesto	Interferencia	Negativa	Mucho	8
29	Ruidoso	Descarga de radio	Radio	Máquina	Ruido	Negativa	Mucho	7
30	Máquina	Alguna máquina trabajando con ruido constante	Constante	Ruido	Máquina	Neutra	Medianamente	4
31	Fuerte	No identifico	Feo	Molesto	Ruido	*	Mucho	6
32	Transformador	Subestación UTE	Ruido	Electricidad	Peligro	Negativa	Medianamente	6
33	Motor	Un motor que no para	Motor	Vibración	Continuo	Negativa	Mucho	8
34	Ruido molesto	Máquina funcionando	Constante	Oficina	Motor	Negativa	Medianamente	3
35	Moto	Moto andando	Moto	Motor	Ruido	Negativa	Mucho	8
36	Ruido	Motor ruidoso de electrodoméstico o aparato similar	Ruido	Molesto	Constante	Negativa	Mucho	7
37	Generador	Generador	Máquina	Generador	Electricidad	Neutra	Mucho	7
38	Señal de ajuste	Radio-tv sin señal	Ruido	Interferencia	Dolor	Negativa	Extremadamente	10
39	Avioneta	Motor de una avioneta	Vuelo	Motor	Ruido	Negativa	Ligeramente	2
40	Obra	Motor de generador	Obra	Motor	Alerta	Negativa	Mucho	6
41	Intenso	Estática	Molesto	Saturador	Incómodo	Negativa	Extremadamente	10
42	Ruido	Motor	Motor	Ruido	Vibración	Negativa	Mucho	8
43	Auriculares	Auriculares con interferencia	Interferencia	Auriculares	Espera	Negativa	Medianamente	2
44	Interferencia	Sonido de impedancia	Ruido	Zumbido	Eléctrico	Negativa	Medianamente	5
45	Desagradable	Interferencia	Molesto	Ruido	Constante	Negativa	Medianamente	4
46	Motor	Maquinaria	Producción	Interferencia	Ruido	Neutra	Medianamente	3
47	Motor	Avión	Volando	Motor	Ruido	Neutra	Ligeramente	3
48	Espera	Sala de espera	Ruido	Tensión	Fondo	Negativa	Medianamente	6
49	Ruido	Zumbido	Taller	Maquinaria	Motor	Negativa	Medianamente	6

Individuo	AUDIO 16 (palabra hablada en reverso)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
1	Chino	Audio invertido/cinta rebobinar	Inentendible	Rebobinar	Idioma	Neutra	Absolutamente nada	0
2	Lío	Texto emitido en sentido contrario	Europa del Este	Raro	Incómodo	Negativa	Mucho	6
3	Audio	Un audio que se adelanta con mucha velocidad	Viejo	Cansado	Audio	Negativa	Ligeramente	4
4	Extranjero	Audio al revés	Hombre	Discurso	Probando	Neutra	Ligeramente	2
5	Idioma extranjero	Una persona hablando una lengua extranjera	Hombre	País	Idioma	Neutra	Medianamente	2
6	Extranjero	Discurso inentendible con cierto eco de fondo	Discurso	Extranjero	Inentendible	Negativa	Ligeramente	3
7	Persona hablando	El pronóstico con el audio invertido?	Incómodo	Confuso	*	Negativa	Ligeramente	3
8	Mensaje	Persona hablando en lenguaje incomprensible	Extranjero	Transmisión	Mensaje	Neutra	Ligeramente	1
9	Extranjero	Idioma	Exterior	Radio	Idioma	Neutra	Ligeramente	2
10	Eco	Locutor hablando en idioma desconocido	Calidad	Noticias	Medio oriente	Neutra	Medianamente	6
11	Idioma	Extranjero	Idioma	Cultura	Diferente	Neutra	Ligeramente	2
12	Putin	Idioma ruso, audio en reversa	Arrastrado	Idioma	Reversa	Neutra	Absolutamente nada	0
13	Árabe	Idioma desconocido	Desconocido	Raro	Distorcionado	Neutra	Ligeramente	5
14	Inverso	Locución reproducida al revés	Locutor	Contrario	Inentendible	Neutra	Ligeramente	3
15	Mala señal	Una transmisión con problemas de audio	Streaming	Internet	*	Negativa	Medianamente	5
16	Vinilo	Disco en reversa	No entendible	Desconocido	Al revés	Neutra	Absolutamente nada	0
17	Inentendible	Persona hablando en otro idioma-audio cortado	Molesto	Inentendible	Cortado	Negativa	Medianamente	3
18	Rezo	Comunicación en idioma que desconozco	Comunicación	Transmisión	Rezo	Neutra	Ligeramente	4
19	*	Lo mismo que en el audio 4	Confusión	Menor interés	*	Neutra	Medianamente	5
20	Voz	Audio reversa	Voz	Comunicado	Inentendible	Negativa	Medianamente	3
21	Audio	Audio no inteligible	Audio	Locutor	No inteligible	Neutra	Ligeramente	1
22	Noticias	Informativo extranjero	Noticias	Locutor	Informativo	Neutra	Ligeramente	4
23	Alemania	Informativo alemán o árabe	Guerra	Informativo	Reporte	Negativa	Ligeramente	2
24	Cinta	Rebobinado de cinta	Reversa	Rebobinado	Cinta	Negativa	Ligeramente	6
25	Voces	Audio en reversa	Al revés	Extraño	Incómodo	Negativa	Medianamente	7
26	Sorpresa	Información	Religión	Información	Idioma	Neutra	Medianamente	4

Individuo	AUDIO 16 (palabra hablada en reverso)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
27	No se entiende	Mensaje con interferencia	Audio	Interferencia	*	Negativa	Ligeramente	1
28	Idioma	Idioma extraño	Idioma	Extraño	Lenguaje	Neutra	Medianamente	7
29	Musulmán	Conversación extranjero	Extranjero	Musulmán	Charla	Neutra	Ligeramente	2
30	Audio	Un audio puesto al revés o similar	Audio	Revés	Raro	Neutra	Ligeramente	4
31	Extranjero	Con una persona que se comunica con otra	Idioma	Dificultad	Incómodo	*	Ligeramente	2
32	Conocido	Es el pronóstico del tiempo anterior dicho al revés	Pronóstico	Tiempo	Inverso	Neutra	Absolutamente nada	0
33	Relato	Un relato invertido	Relato	Reverso	Voz	Neutra	Ligeramente	2
34	Idioma desconocido	Rezo-discurso	Oriente	Rezo	Hablar	Neutra	Absolutamente nada	0
35	"dado vuelta"	Audio reproducido de atrás para adelante	Gracia	Molestia	Raro	Negativa	Medianamente	6
36	Habla	Persona que habla (al revés o en otro idioma)	Habla	Persona	Inentendible	Neutra	Medianamente	4
37	Rebobinar	Noticias	Rebobinar	Noticias	Inquietud	Negativa	Mucho	7
38	Entrecortado	Lectura de texto en otro idioma	Chino	Ruso	Japonés	Neutra	Ligeramente	4
39	Audio invertido	Con una grabación al revés	Mensaje	Alterado	Entrecortado	Neutra	Ligeramente	2
40	Lectura	Hombre en un culto religioso	Árabe	Lectura	Religión	Neutra	Medianamente	3
41	Árabe	Sonido en reversa	Fluido	Claro	Extraño	Neutra	Absolutamente nada	0
42	Al revés	Un audio de alguien hablando pero puesto al revés	Dado vuelta	Al revés	Invertido	Neutra	Absolutamente nada	0
43	Invertido	Audio distorsionado	Cinta	De revés	Casset	Neutra	Ligeramente	1
44	Extranjero	Informativo en otro idioma	Árabe	Japonés	Lenguaje	Neutra	Absolutamente nada	0
45	Cortado	Idioma extranjero	Audio	Inentendible	Hombre	Neutra	Ligeramente	3
46	Idioma	**	Información	Idioma	Noticia	Neutra	Medianamente	3
47	Desconocido	Indicaciones	Extraño	Radio	Pronóstico	Neutra	Absolutamente nada	0
48	Distorsión	Audio conversación distorsionada	Traducción	Distorsión	Ruido	Negativa	Medianamente	7
49	Asiático	Discurso	Extranjero	Político	Información	Negativa	Medianamente	5

Individuo	AUDIO 17 (tormenta)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
1	Tormenta	Lluvia	Gotas agua	Tormenta	Lluvia	Positiva	Absolutamente nada	0
2	Tormenta	Lluvia en asfalto + trueno	Lluvia	Invierno	Bilbao	Neutra	Medianamente	4
3	Tormenta	Tormenta fin de semana	Lluvia	Truenos	Ciudad	Positiva	Absolutamente nada	0
4	Tormenta	Lluvia con sonido de fondo	Trueno	Lluvia	Distorsión	Neutra	Ligeramente	1
5	Tormenta	Lluvia	Agua	Piso	Plantas	Positiva	Absolutamente nada	0
6	Lluvia	Una noche de lluvia y truenos	Truenos	Tormenta	Lluvia	Positiva	Absolutamente nada	0
7	Tormenta	Lluvia fuerte con truenos	Diluvio	Paz	Calma	Positiva	Absolutamente nada	0
8	Ventana	Ruido de lluvia	Tormenta	Trueno	Hogar	Positiva	Absolutamente nada	0
9	Lluvia	Ambiente natural	Lluvia	Tormenta	Agua	Positiva	Absolutamente nada	0
10	Lluvia	Ruido blanco de lluvia	Tormenta	Relajación	Agua	Positiva	Absolutamente nada	0
11	Lluvia	Tormenta	Tranquilidad	Torrencial	Mojado	Positiva	Absolutamente nada	0
12	Lluvia	Noche o tarde lluvia mansa	Fresco	Calmo	Aroma a tierra mojada	Positiva	Absolutamente nada	0
13	Tormenta	Lluvia y tormenta eléctrica	Lluvia	Tormenta	Truenos	Positiva	Absolutamente nada	0
14	Ducha	Pluviales	Tormenta	Trueno	Lluvia	Positiva	Absolutamente nada	1
15	Tormenta	Lluvia	Tormenta	Agua	Lluvia	Neutra	Absolutamente nada	0
16	Lluvia	Tormenta eléctrica	Dormir	Protección	Descanso	Positiva	Absolutamente nada	0
17	Paz	Lluvia tranquila	Lluvia	Paz	Tranquilidad	Positiva	Absolutamente nada	0
18	Calma	Lluvias y tormentas con especie de eco	Tormenta	Trueno	Lluvia	Positiva	Medianamente	5
19	Lluvia	Tormenta	Lluvia	Tormenta	Calma	Positiva	Absolutamente nada	0
20	Lluvia	Tormenta	Nubes	Agua	Oscuridad	Positiva	Absolutamente nada	0
21	Tormenta	Tormenta con lluvia y truenos	Tormenta	Lluvia	Truenos	Positiva	Absolutamente nada	1
22	Tormenta	Noche de tormenta con lluvia	Casa	Lluvia	Tormenta	Neutra	Ligeramente	3
23	Tranquilidad	Día de lluvia y tormenta	Paz	Mate	Estufa	Neutra	Absolutamente nada	0
24	Lluvia	Ruido de lluvia en la calle	Clima	Lluvia	Trueno	Neutra	Ligeramente	1
25	Lluvia	Día de lluvia	Frío	Cama	Paz	Positiva	Absolutamente nada	0
26	Calma	Tormenta	Hogar	Lluvia	Gris	Neutra	Ligeramente	2
27	Tormenta	Tormenta nocturna	Noche	Lluvia	Truenos	Positiva	Absolutamente nada	0

Individuo	AUDIO 17 (tormenta)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
28	Tormenta	Tormenta, clima	Clima	Tormenta	Lluvia	Positiva	Absolutamente nada	0
29	Tormenta	Tormenta	Clima	Lluvia	Agua	Neutra	Absolutamente nada	1
30	Lluvia	Día lluvioso	Lluvia	Tormenta	Tranquilidad	Positiva	Absolutamente nada	0
31	Tormenta	Lluvia	Frío	Viento	Agua	Neutra	Ligeramente	2
32	Montevideo	Canción de traidores	Rock	Canción	Clásico	Positiva	Absolutamente nada	0
33	Lluvia	Llovizna	Lluvia	Exterior	Patio	Positiva	Absolutamente nada	0
34	Tormenta	Sonido de lluvia y truenos	Gris	Lluvia	Trueno	Positiva	Absolutamente nada	0
35	Lluvia	Lluvia	Lluvia	Tranquilidad	Sueño	Positiva	Absolutamente nada	0
36	Tormenta	Tormenta con lluvia	Lluvia	Truenos	Noche	Neutra	Ligeramente	2
37	Lluvia	Lluvia en una ciudad	Lluvia	Asfalto	Agudo	Neutra	Medianamente	4
38	Lluvia	Tormenta	Placer	Música	Agua	Positiva	Absolutamente nada	0
39	Pausa	Una lluvia intensa	Lluvia	Ventana	*	Positiva	Absolutamente nada	0
40	Lluvia	Lluvia cayendo en un patio	Lluvia	Agua	Frío	Neutra	Ligeramente	2
41	Robótico	Lluvia en mala calidad	Digital	No natural	Difuso	Negativa	Ligeramente	4
42	Lluvia	Tormenta tranquila	Lluvia	Truenos	Agua	Positiva	Absolutamente nada	0
43	Lluvia	Lluvia intensa	Tormenta	Agua	Paraguas	Negativa	Absolutamente nada	0
44	Lluvia	Tormenta	Lluvia	Agua	Truenos	Positiva	Absolutamente nada	0
45	Lluvia	Tormenta	Agua	Tranquilidad	Humedad	Neutra	Absolutamente nada	0
46	Lluvia	Tormenta	Clima	Agua	Frío	Neutra	Ligeramente	2
47	Relajación	Lluvia	Dormir	Descansar	Rosa	Neutra	Absolutamente nada	0
48	Lluvia	Día de lluvia	Tormenta	Lluvioso	Relámpagos	Positiva	Absolutamente nada	0
49	Clima	Lluvia	Tiempo	Lluvia	Invierno	Neutra	Ligeramente	3

Individuo	AUDIO 18 (soplante con cubierta)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
1	Máquina	Ruido de máquina/cafetera/electrodoméstico	Exprimidor	Cafetera	Máquina	Neutra	Absolutamente nada	0
2	Industria	Sonido de un congelador industrial	Industria	Ruido	Molesto	Negativa	Medianamente	5
3	Ruido	Máquina	Máquina	Ruido	Cansancio	Negativa	Medianamente	7
4	Sintonizador	Señal de ajuste	Radio	TV	Sintonizando	Negativa	Mucho	7
5	Máquina	Algo que no funciona bien	Máquina	Distorsión	Ruido	*	Mucho	8
6	Zumbido	Equipo eléctrico	Zumbido	Estática	Ruido	Negativa	Mucho	9
7	Ruido	No identifico, parece una máquina	Molesto	Constante	Alto	Negativa	Medianamente	6
8	Arreglo	Motor de maquinaria	Obra	Reparación	*	*	Mucho	7
9	Ruido	Interferencia	Molestia	Ruido	Interferencia	Negativa	Mucho	9
10	Máquina	Motor funcionando	Trabajo	Molesto	Maquinaria	Negativa	Mucho	7
11	Motor	Rotura	Taller	Arreglo	Eléctrico	Neutra	Ligeramente	2
12	Enchufe alta tensión	Algo de tensión alta, avión	Enchufe	Tensión	Avión	Negativa	Medianamente	4
13	Maquinaria	Maquinaria de industria	Motor	Zumbido	Repetitivo	Negativa	Mucho	7
14	Electricidad	Un transformador	Corriente	Cable	Ruido	Neutra	Medianamente	4
15	Motor	Pulidora	Carpintería	Pulidora	Motor maquinaria	Negativa	Mucho	8
16	Vibración	Máquina	Fondo	Constante	Impropio	Negativa	Mucho	8
17	Electrodoméstico	Electrodoméstico ruidoso	Ruidoso	Molesto	Continuo	Negativa	Mucho	5
18	Interferencia	Motor encendido con viento detrás	Máquina	Motor	Viento	Neutra	Medianamente	5
19	Interferencia	Interferencia	Repetición	Aburrido	*	Neutra	Ligeramente	3
20	Motor	Moto	Motor	Ruido	Molesto	Negativa	Mucho	6
21	Motor avión	Motor de avión	Motor	Vibraciones	Avión	Negativa	Medianamente	7
22	Fábrica	Trabajo en fábrica	Obrero	Máquina	Fábrica	Neutra	Mucho	9
23	Abandono	Radio sin transmisión	Soledad	Ruido	Incomodidad	Negativa	Mucho	8
24	Vibración	Vibración de motor eléctrico	Heladera	Electricidad	Funcionando	Negativa	Medianamente	6
25	Corriente	Radio frecuencia	Eléctrico	Cables	Molesto	Negativa	Mucho	8
26	La misma máquina	Motor	Molestia	Interferencia	Contaminación	Negativa	Mucho	8
27	Repetición audio	Batidora	Cocina	Batir	Ruido	Negativa	Ligeramente	1

Individuo	AUDIO 18 (soplante con cubierta)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
28	Interferencia	Interferencia en la radio	Interferir	Radio	Molestia	Negativa	Mucho	8
29	Zumbido	Motor	Máquina	Cinta	Ruido	Negativa	Mucho	8
30	Molesto	Otra vez una fábrica o algo así	Molesto	Fábrica	Ruido	Negativa	Extremadamente	9
31	Molesto	Con una máquina	Feo	Fuerte	Incómodo	Negativa	Medianamente	5
32	Compresor	Odontólogo	Dentista	Torno	Dolor	Negativa	Mucho	7
33	Máquina	Un motor	Máquina	Motor	Vibración	Negativa	Mucho	8
34	Máquina	Ruido constante de alguna máquina	Constante	Molesto	Insalubre	Negativa	Medianamente	3
35	Generador	Motor o generador	Generador	Motor	Moto	Negativa	Extremadamente	9
36	Ruido	Motor encendido ruidoso	Molesto	Motor	Electrodoméstico	Negativa	Medianamente	6
37	Generador	Generador	Generador	Electricidad	Edificio	Neutra	Mucho	7
38	Ruido denso	Motor	Torno	Mixer	Afeitadora	Negativa	Mucho	9
39	Ruido	Un motor	Motor	Industria	Ruido	Negativa	Medianamente	5
40	Motor	Motor de un generador eléctrico	Motor	Molestia	Alerta	Negativa	Mucho	6
41	"Por fin"	Ruido molesto	Intenso	Saturador	Monótono	Negativa	Mucho	9
42	Motor	Motor de heladera, o ruido de luces	Motor	Zumbido	Ruido	Negativa	Medianamente	7
43	Espera	Audio en espera para su configurado	Auriculares	Audio	Esquipo de música	Neutra	Ligeramente	1
44	Interferencia	Sonido de impedancia	Avión	Eléctrico	Zumbido	Negativa	Ligeramente	3
45	Ruido	Motor	Molestia	Constante	Ruido	Negativa	Ligeramente	4
46	Máquina	Producción	Fábrica	Constante	Ruido	Neutra	Medianamente	3
47	Motor	Avioneta	Volando	Avión	Motor	Neutra	Absolutamente nada	0
48	Tensión	Tablero eléctrico	Tensión	Electricidad	Tesla	Neutra	Ligeramente	2
49	Ruido	Taller	Molestia	Zumbido	Trabajo	Negativa	Mucho	6

Individuo	AUDIO 19 (sonidos indistinguibles)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
1	Baile	Música baile	Bailar	Boliche	Música	Positiva	Absolutamente nada	0
2	Bar	Un bar de noche	Conversación	Relaciones	Música	Neutra	Medianamente	4
3	Boliche	Lugar bailable	Gente	Música	Cerrado	Neutra	Ligeramente	3
4	Fiesta	Fiesta en disco, en habitación cerrada	Música	Fiesta	Encerrado	Neutra	Medianamente	5
5	Fiesta	Baile - música	Alegría	Personas	Diversión	Positiva	Absolutamente nada	0
6	Fiesta	Un pub o lugar bailable	Fiesta	Música electrónica	Noche	Positiva	Ligeramente	2
7	Boliche	Bar o boliche	Música	Movimiento	Conversación	Neutra	Absolutamente nada	0
8	Gente	Sonido ambiente de boliche	Diversión	Música	Gente	Positiva	Medianamente	4
9	Fiesta	Noche	Juventud	Diversión	Ritmo	Neutra	Ligeramente	2
10	Baile	Ambiente de discoteca	Música	Fondo	Electrónica	Neutra	Ligeramente	3
11	Fiesta	Fiesta bailable	Música	Gente	Movimiento	Positiva	Absolutamente nada	0
12	Boliche	Fiesta	Baño	Ruido	Baile-gente	Negativa	Ligeramente	1
13	Fiesta	Baile en fiesta	Música	Baile	Fiesta	Positiva	Absolutamente nada	1
14	Fiesta	Reunión de amigos	Baile	Sociales	Droga	Positiva	Absolutamente nada	1
15	Fiesta	Música de una fiesta	Boliche	Reunión	Noche	Negativa	Mucho	8
16	Baile	Música	Fuerte	Fondo	Perturba	Neutra	Ligeramente	6
17	Molesto	Discoteca y gente hablando	Molesto	Superpuesto	Inentendible	Negativa	Mucho	6
18	Felicidad	Fiesta electrónica y conversaciones encima	Fiesta	Disfrutar	Música	Positiva	Ligeramente	3
19	Bar, noche	Ocio, música electrónica	Bar	Noche	Ocio	Positiva	Absolutamente nada	0
20	Fiesta	Noche, música	Voces	Música	Conversaciones	Positiva	Absolutamente nada	0
21	Baile	Discoteca con baile	Discoteca	Música	Baile	Negativa	Medianamente	7
22	Baile	Boliche con baile	Música	Amigos	Boliche	Positiva	Ligeramente	3
23	Reunión	Fiesta	Amigos	Alegría	Reunión	Positiva	Absolutamente nada	0
24	Discoteca	Música de fiesta	Noche	Pub	Jóvenes	Positiva	Ligeramente	2
25	Fiesta	Momento con amigos	Música	Baile	Charlas	Positiva	Absolutamente nada	0
26	Idiomas	Fiesta nocturna	Charla	Música	Idiomas	Neutra	Ligeramente	3
27	Baile	Fiesta	Ruido	Gente (muchacha)	Voces	Negativa	Ligeramente	1

Individuo	AUDIO 19 (sonidos indistinguibles)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
28	Fiesta	Fiesta con amigos	Música	Fiesta	Amigos	Positiva	Absolutamente nada	0
29	Baile	Fiesta	Discoteca	Baile	Música	Positiva	Medianamente	4
30	Boliche	Música de boliche	Música	Boliche	Noche	Positiva	Absolutamente nada	1
31	Fiesta	Mucha gente en una fiesta-boliche	Ruido	Gente	Movimiento	Neutra	Medianamente	5
32	Noche	Boliche bailable	Noche	Música	Resaca	Neutra	Ligeramente	3
33	Discoteca	Música de fiesta	Música	Fiesta	Gente	Positiva	Absolutamente nada	0
34	Boliche	Música ambiente en bar-pub, etc	Disco	Boliche	Noche	Neutra	Ligeramente	4
35	Música	Discoteca	Discoteca	Baile	Charla	Positiva	Absolutamente nada	0
36	Fiesta	Personas hablando en una fiesta-boliche	Música	Fiesta	Boliche	Neutra	Medianamente	5
37	Joda	Boliche	Música	Noche	Boliche	Positiva	Medianamente	5
38	Fiesta	Música y conversaciones de fondo	Baile	Movimiento	Ritmo	Neutra	Medianamente	6
39	Noche	Boliche nocturno	Música	Charla	Sociales	Positiva	Absolutamente nada	0
40	Incomunicación	Conversación en un local bailable	Música	Amigos	Baile	Neutra	Ligeramente	4
41	Música	Boliche mal aislado	Aislación	Molesto	Irrespetuoso	Negativa	Mucho	8
42	Fiesta	Fiesta, baile	Baile	Música electrónica	Fiesta	Neutra	Absolutamente nada	0
43	Boliche	Charlas en el boliche	Pub	Noche	Alcohol	Positiva	Ligeramente	2
44	Boliche	Sonido de baile	Fiesta	Pub	Diversión	Positiva	Absolutamente nada	0
45	Música	Evento	Personas	Boliche	Festejo	Neutra	Absolutamente nada	0
46	Fiesta	Baile	Salida	Reunión	Música	Neutra	Ligeramente	2
47	Baile	Discoteca	Alcohol	Baile	Ocio	Neutra	Absolutamente nada	0
48	Fiesta	Fiesta electrónica	Bar	Noche	Boliche	Positiva	Absolutamente nada	0
49	Boliche	Fiesta	Diversión	Festejo	Noche	Positiva	Absolutamente nada	3

Individuo	AUDIO 20 (camión + tormenta)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
1	Tormenta	Día de lluvia y ruido auto	Lluvia	Tormenta	Auto	Neutra	Absolutamente nada	0
2	Camión	Camión de basura/obra en calle lluviosa	Lluvia	Peligro	Invierno	Negativa	Medianamente	5
3	Camión	Camión estacionando en estación de ruta	Camión	Lluvia	Tarde	Positiva	Ligeramente	2
4	Lluvia	Viaje en bus durante la lluvia	Ómnibus	Lluvia	Mojado	Neutra	Ligeramente	2
5	Lluvia	Autos en un día lluvioso	Trabajo	Lluvia	Mojado	Neutra	Medianamente	6
6	Lluvia	Máquina-vehículo trasladándose en medio de la lluvia	Lluvia	Vehículo	Máquina	Negativa	Ligeramente	3
7	Tránsito	Lluvia en la ciudad	Avenida	Camión	Movimiento	Neutra	Medianamente	6
8	Vehículo pesado	Ruido de ómnibus o camión	Tránsito	Contaminación	Motores	Negativa	Medianamente	5
9	Ciudad	Motor	Ruido	Vehículo	Lluvia	Negativa	Mucho	8
10	Camión	Tránsito pesado frenando bajo la lluvia	Lluvia	Camión	Freno	Neutra	Medianamente	5
11	Lluvia	Calle lluviosa	Auto	Calle	Lluvia	Neutra	Absolutamente nada	1
12	Lluvia-motor	Terminal de bus	Motor	Lluvia	**	Neutra	Ligeramente	1
13	Lluvia	Lluvia y tránsito	Lluvia	Camión	Ciudad	Neutra	Absolutamente nada	1
14	Ciudad	Llueve fuera de un taller	Ruido	Lluvia	Freno	Neutra	Ligeramente	2
15	Tránsito	Tránsito con lluvia	Tránsito	Tormenta	Atasco	Neutra	Medianamente	5
16	Transporte	Ómnibus y lluvia	Superposición	Desagregado	Motor	Neutra	Ligeramente	4
17	Lluvia	Transporte público en la ciudad	Lluvia	Ómnibus	Motor	Negativa	Ligeramente	3
18	Arranque	Lluvia y estacionamiento de vehículo en galpón	Lluvia	Camioneta	Estacionamiento	Negativa	Medianamente	5
19	Lluvia con interferencia o tránsito	*	Lluvia	Tránsito	Interferencia	Neutra	Ligeramente	2
20	Camión	Camión frenando con lluvia	Motor	Freno	Lluvia	Negativa	Mucho	4
21	Motor bajo lluvia	Motor de tractor bajo lluvia	Motor	Lluvia	Tractor	Negativa	Ligeramente	4
22	Tránsito	Tránsito con lluvia	Lluvia	Camiones	Tránsito	Neutra	Medianamente	6
23	Ciudad	Día lluvioso en el centro	Tránsito	Ciudad	Caos	Neutra	Mucho	8
24	Lluvia	Guardar un auto bajo la lluvia	Garage	Auto	Lluvia	Neutra	Ligeramente	3
25	Día lluvioso	Lluvia en la ciudad	Motor	Estacionamiento	Tormenta	Neutra	Medianamente	5

Individuo	AUDIO 20 (camión + tormenta)							
	Preg.1	Preg.2	Preg.3			Preg.4	Preg.5	Preg.6
			Palabra 1	Palabra 2	Palabra 3			
26	Calle	Día de lluvia	Auto	Llegada	Lluvia	Neutra	Ligeramente	5
27	Repetición audio auto estacionando con lluvia	Tránsito con lluvia	Calle	Tránsito	Lluvia	Neutra	Absolutamente nada	0
28	Ómnibus	Ómnibus frenando	Ómnibus	Frenos	Transporte	Positiva	Absolutamente nada	0
29	Calle	Llegada bajo lluvia	Lluvia	Automóvil	Clima	Neutra	Ligeramente	3
30	Lluvia	Día lluvioso en una terminal de carga o algo así	Lluvia	Camiones	Carga	Neutra	Ligeramente	4
31	Lluvia	Día de lluvia con movimiento de coches	Molesto	Incómodo	Visión	Negativa	Mucho	7
32	Bus	Bus día de lluvia	Lluvia	Frío	Calle	Neutra	Absolutamente nada	0
33	Lluvia	Un vehículo se detiene en la lluvia	Lluvia	Vehículo	Frenada	Negativa	Ligeramente	1
34	Lluvia	Lluvia en la ciudad	Lluvia	Tránsito	Calle	Neutra	Ligeramente	1
35	Motor	Motor de vehículo	Ómnibus	Viejo	Freno	Neutra	Absolutamente nada	1
36	Motor	Vehículo encendido con tormenta	Motor	Lluvia	Tormenta	Neutra	Ligeramente	2
37	Tránsito	Camión en la lluvia	Lluvia	Camión	Motor	Neutra	Ligeramente	3
38	Motor y lluvia	Estacionamiento de vehículo	Apagado	Aceleración	Motor	Neutra	Medianamente	5
39	Lluvia	Tránsito con lluvia	Vehículo	Lluvia	Pavimento	Neutra	Absolutamente nada	1
40	Camión	Camión en ruta con lluvia	Lluvia	Camión	Motor	Neutra	Medianamente	4
41	Lluvia	Motor en tormenta	Digital	Superposición	Interior	Negativa	Ligeramente	4
42	Lluvia	Lluvia con un motor de fondo	Lluvia	Camión	Ciudad	Neutra	Ligeramente	2
43	Exterior	Día de lluvia en el exterior	Motor	Agua	Paraguas	Negativa	Ligeramente	2
44	Tránsito	Vehículos bajo lluvia	Agua	Mansa	Motor	Positiva	Absolutamente nada	0
45	Repetido	Camión estacionando	Lluvia	Motor	Freno	Neutra	Ligeramente	2
46	Calle	Lluvia y circulación	Vehículo	Motor	Ruido	Neutra	Medianamente	3
47	Lluvia	Lluvia y auto	Auto	Lluvia	Motor	Neutra	Absolutamente nada	0
48	Tráfico	Tráfico día de lluvia	Tráfico	Lluvia	Viaje	Negativa	Medianamente	6
49	Ruido	Tránsito	Lluvia	Calle	Invierno	Negativa	Medianamente	5

Anexo C – Cuestionario utilizado en el experimento

PRIMERA ETAPA

0 - Tómese un momento para identificar y seleccionar en la siguiente tabla el estado de ánimo que mejor la/o representa en este momento:

Ansioso	Estresado	Tenso	Molesto
Sorprendido	Animado	Alegre	Motivado
Malhumorado	Exhausto	Decaido	Cansado
Calmado	Relajado	Distendido	Tranquilo

Colóquese los auriculares, y ajústelos de manera que los sienta cómodos. Note que el auricular marcado con la cinta blanca es el correspondiente al oído derecho.

AUDIO N° 1

- 1- Escriba la primera palabra que le viene a la mente luego de escuchar el audio: _____
- 2- ¿Con qué cree identificar o relacionar el audio?: _____
- 3- Escriba tres (3) palabras con las que podría asociar el audio:
_____ | _____ | _____
- 4- ¿Qué connotación tiene el audio para usted? Positiva | Neutra | Negativa
- 5- Indique usted en qué cuantía le molesta o perturba el audio:
Absolutamente nada | Ligeramente | Medianamente | Mucho | Extremadamente.
- 6- A continuación, se da una escala de opinión de cero a diez para que usted pueda expresar en qué cuantía le molesta o perturba el audio que acaba de escuchar. Por ejemplo, si usted está nada molesto por el audio debería escoger el cero (0), y si usted está extremadamente molesto debería escoger el diez (10).
Indique qué número, del cero al diez, expresa mejor la cuantía en que usted está molesto o perturbado por el audio:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

AUDIO N° 2

- 1- Escriba la primera palabra que le viene a la mente luego de escuchar el audio: _____
- 2- ¿Con qué cree identificar o relacionar el audio?: _____
- 3- Escriba tres (3) palabras con las que podría asociar el audio:
_____ | _____ | _____
- 4- ¿Qué connotación tiene el audio para usted? Positiva | Neutra | Negativa
- 5- Indique usted en qué cuantía le molesta o perturba el audio:
Absolutamente nada | Ligeramente | Medianamente | Mucho | Extremadamente.
- 6- A continuación, se da una escala de opinión de cero a diez para que usted pueda expresar en qué cuantía le molesta o perturba el audio que acaba de escuchar. Por ejemplo, si usted está nada molesto por el audio debería escoger el cero (0), y si usted está extremadamente molesto debería escoger el diez (10).
Indique qué número, del cero al diez, expresa mejor la cuantía en que usted está molesto o perturbado por el audio:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

AUDIO Nº 3

- 1- Escriba la primera palabra que le viene a la mente luego de escuchar el audio: _____
- 2- ¿Con qué cree identificar o relacionar el audio?: _____
- 3- Escriba tres (3) palabras con las que podría asociar el audio:
_____ | _____ | _____
- 4- ¿Qué connotación tiene el audio para usted? Positiva | Neutra | Negativa
- 5- Indique usted en qué cuantía le molesta o perturba el audio:
Absolutamente nada | Ligeramente | Medianamente | Mucho | Extremadamente.
- 6- A continuación, se da una escala de opinión de cero a diez para que usted pueda expresar en qué cuantía le molesta o perturba el audio que acaba de escuchar. Por ejemplo, si usted está nada molesto por el audio debería escoger el cero (0), y si usted está extremadamente molesto debería escoger el diez (10).
Indique qué número, del cero al diez, expresa mejor la cuantía en que usted está molesto o perturbado por el audio:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

AUDIO Nº 4

- 1- Escriba la primera palabra que le viene a la mente luego de escuchar el audio: _____
- 2- ¿Con qué cree identificar o relacionar el audio?: _____
- 3- Escriba tres (3) palabras con las que podría asociar el audio:
_____ | _____ | _____
- 4- ¿Qué connotación tiene el audio para usted? Positiva | Neutra | Negativa
- 5- Indique usted en qué cuantía le molesta o perturba el audio:
Absolutamente nada | Ligeramente | Medianamente | Mucho | Extremadamente.
- 6- A continuación, se da una escala de opinión de cero a diez para que usted pueda expresar en qué cuantía le molesta o perturba el audio que acaba de escuchar. Por ejemplo, si usted está nada molesto por el audio debería escoger el cero (0), y si usted está extremadamente molesto debería escoger el diez (10).
Indique qué número, del cero al diez, expresa mejor la cuantía en que usted está molesto o perturbado por el audio:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

AUDIO Nº 5

- 1- Escriba la primera palabra que le viene a la mente luego de escuchar el audio: _____
- 2- ¿Con qué cree identificar o relacionar el audio?: _____
- 3- Escriba tres (3) palabras con las que podría asociar el audio:
_____ | _____ | _____
- 4- ¿Qué connotación tiene el audio para usted? Positiva | Neutra | Negativa
- 5- Indique usted en qué cuantía le molesta o perturba el audio:
Absolutamente nada | Ligeramente | Medianamente | Mucho | Extremadamente.
- 6- A continuación, se da una escala de opinión de cero a diez para que usted pueda expresar en qué cuantía le molesta o perturba el audio que acaba de escuchar. Por ejemplo, si usted está nada molesto por el audio debería escoger el cero (0), y si usted está extremadamente molesto debería escoger el diez (10).
Indique qué número, del cero al diez, expresa mejor la cuantía en que usted está molesto o perturbado por el audio:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

AUDIO Nº 6

- 1- Escriba la primera palabra que le viene a la mente luego de escuchar el audio: _____
- 2- ¿Con qué cree identificar o relacionar el audio?: _____
- 3- Escriba tres (3) palabras con las que podría asociar el audio:
_____ | _____ | _____
- 4- ¿Qué connotación tiene el audio para usted? Positiva | Neutra | Negativa
- 5- Indique usted en qué cuantía le molesta o perturba el audio:
Absolutamente nada | Ligeramente | Medianamente | Mucho | Extremadamente.
- 6- A continuación, se da una escala de opinión de cero a diez para que usted pueda expresar en qué cuantía le molesta o perturba el audio que acaba de escuchar. Por ejemplo, si usted está nada molesto por el audio debería escoger el cero (0), y si usted está extremadamente molesto debería escoger el diez (10).
Indique qué número, del cero al diez, expresa mejor la cuantía en que usted está molesto o perturbado por el audio:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

AUDIO Nº 7

- 1- Escriba la primera palabra que le viene a la mente luego de escuchar el audio: _____
- 2- ¿Con qué cree identificar o relacionar el audio?: _____
- 3- Escriba tres (3) palabras con las que podría asociar el audio:
_____ | _____ | _____
- 4- ¿Qué connotación tiene el audio para usted? Positiva | Neutra | Negativa
- 5- Indique usted en qué cuantía le molesta o perturba el audio:
Absolutamente nada | Ligeramente | Medianamente | Mucho | Extremadamente.
- 6- A continuación, se da una escala de opinión de cero a diez para que usted pueda expresar en qué cuantía le molesta o perturba el audio que acaba de escuchar. Por ejemplo, si usted está nada molesto por el audio debería escoger el cero (0), y si usted está extremadamente molesto debería escoger el diez (10).
Indique qué número, del cero al diez, expresa mejor la cuantía en que usted está molesto o perturbado por el audio:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

AUDIO Nº 8

- 1- Escriba la primera palabra que le viene a la mente luego de escuchar el audio: _____
- 2- ¿Con qué cree identificar o relacionar el audio?: _____
- 3- Escriba tres (3) palabras con las que podría asociar el audio:
_____ | _____ | _____
- 4- ¿Qué connotación tiene el audio para usted? Positiva | Neutra | Negativa
- 5- Indique usted en qué cuantía le molesta o perturba el audio:
Absolutamente nada | Ligeramente | Medianamente | Mucho | Extremadamente.
- 6- A continuación, se da una escala de opinión de cero a diez para que usted pueda expresar en qué cuantía le molesta o perturba el audio que acaba de escuchar. Por ejemplo, si usted está nada molesto por el audio debería escoger el cero (0), y si usted está extremadamente molesto debería escoger el diez (10).
Indique qué número, del cero al diez, expresa mejor la cuantía en que usted está molesto o perturbado por el audio:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

AUDIO Nº 9

- 1- Escriba la primera palabra que le viene a la mente luego de escuchar el audio: _____
- 2- ¿Con qué cree identificar o relacionar el audio?: _____
- 3- Escriba tres (3) palabras con las que podría asociar el audio:
_____ | _____ | _____
- 4- ¿Qué connotación tiene el audio para usted? Positiva | Neutra | Negativa
- 5- Indique usted en qué cuantía le molesta o perturba el audio:
Absolutamente nada | Ligeramente | Medianamente | Mucho | Extremadamente.
- 6- A continuación, se da una escala de opinión de cero a diez para que usted pueda expresar en qué cuantía le molesta o perturba el audio que acaba de escuchar. Por ejemplo, si usted está nada molesto por el audio debería escoger el cero (0), y si usted está extremadamente molesto debería escoger el diez (10).
Indique qué número, del cero al diez, expresa mejor la cuantía en que usted está molesto o perturbado por el audio:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

AUDIO Nº 10

- 1- Escriba la primera palabra que le viene a la mente luego de escuchar el audio: _____
- 2- ¿Con qué cree identificar o relacionar el audio?: _____
- 3- Escriba tres (3) palabras con las que podría asociar el audio:
_____ | _____ | _____
- 4- ¿Qué connotación tiene el audio para usted? Positiva | Neutra | Negativa
- 5- Indique usted en qué cuantía le molesta o perturba el audio:
Absolutamente nada | Ligeramente | Medianamente | Mucho | Extremadamente.
- 6- A continuación, se da una escala de opinión de cero a diez para que usted pueda expresar en qué cuantía le molesta o perturba el audio que acaba de escuchar. Por ejemplo, si usted está nada molesto por el audio debería escoger el cero (0), y si usted está extremadamente molesto debería escoger el diez (10).
Indique qué número, del cero al diez, expresa mejor la cuantía en que usted está molesto o perturbado por el audio:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Fin de la primera etapa. Puede quitarse los auriculares para la segunda etapa.

Intervalo para completar las preguntas de la segunda etapa.

SEGUNDA ETAPA

- 1- Edad: _____
- 2- Género: Mujer | Hombre | Otro
- 3- Lugar de nacimiento: _____
- 4- ¿Trabaja actualmente? SI | NO
 - a. Si contestó SI a la pregunta 4:
 - i. ¿Cuál es su principal trabajo? _____
 - ii. ¿Tiene más de un trabajo? SI | NO
 - iii. ¿Cuántas horas trabaja a la semana (aproximadamente)? Seleccione opción.
Hasta 40hs (inclusive) | Más de 40hs pero menos de 60hs | 60hs o más
 - b. Si contestó NO a la pregunta 4:
 - i. Actualmente se encuentra: Desempleado/a | Otro (especifique si lo desea)
- 5- ¿Cuál es su máximo nivel educativo aprobado? Seleccione opción.
Ninguno | Educación inicial | Primaria incompleta | Primaria completa
Secundaria incompleta | Secundaria completa | Terciaria (no universitaria) incompleta
Terciaria (no universitaria) completa | Terciaria (universitaria) incompleta
Terciaria (universitaria) completa | Posgrado universitario incompleto
Posgrado universitario completo
- 6- ¿Estudia alguna carrera actualmente? SI | NO
- 7- ¿Vive actualmente en Montevideo? SI | NO
 - a. Si contestó SI a la pregunta 7:
 - i. ¿En qué barrio vive? _____
 - ii. ¿Cómo clasificaría la zona donde vive? Rural | Urbana | Suburbana
 - b. Si contestó NO a la pregunta 7:
 - i. ¿En qué ciudad/localidad vive? _____
 - ii. ¿Cómo clasificaría la zona donde vive? Rural | Urbana | Suburbana
- 8- Durante una semana habitual, usted diría que pasa buena parte del tiempo (seleccione todas las opciones que entienda que aplican):
 - a. Dentro de su hogar, en un ambiente:
Nada ruidoso | poco ruidoso | algo ruidoso | muy ruidoso
 - b. En su lugar de trabajo, en un ambiente:
Nada ruidoso | poco ruidoso | algo ruidoso | muy ruidoso
 - c. En lugares de ocio, en ambientes:
Nada ruidosos | poco ruidosos | algo ruidosos | muy ruidosos
- 9- ¿Ha notado alguna dificultad para escuchar sonidos cotidianos en su hogar (televisión, radio, PC, similares)?
No, nunca | Sí, pocas veces | Sí, muchas veces | Sí, siempre
- 10- ¿Ha notado alguna dificultad para escuchar las conversaciones de las cuales participa (teniendo que pedir que repitan el mensaje o que hablen más alto, por ejemplo)?
No, nunca | Sí, pocas veces | Sí, muchas veces | Sí, siempre
- 11- ¿Ha notado alguna sensación de presión en los oídos, o síntomas de mareo y desequilibrio tanto al mantenerse de pie como sentado?
No, nunca | Sí, pocas veces | Sí, muchas veces | Sí, siempre

- 12- ¿Se le ha realizado alguna neurocirugía en algún momento de su vida?
No | Si
- 13- ¿Utiliza o utilizó implantes cocleares (dispositivos electrónicos para mejorar la audición)?
No | Si
- 14- ¿Se ha realizado alguna audiometría a lo largo de su vida?
No | Si
- 15- ¿Sufre de alguna enfermedad crónica? SI | NO
a. Si contestó SI a la pregunta 15, especifique si lo desea: _____
- 16- ¿Es usted alérgico/a a algo? SI | NO
a. Si contestó SI a la pregunta 16, especifique si lo desea: _____
- 17- ¿Con qué frecuencia toma medicamentos?
Nunca | Muy pocos días al año | Algunos días al mes | Todas las semanas | Todos los días
- 18- En la siguiente escala del 1 al 10 (siendo 1="nada saludable" y 10="completamente saludable"), seleccione ¿qué tan saludable se considera?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

- 19- Seleccione el número correspondiente a qué tan de acuerdo o en desacuerdo está con cada una de las 5 afirmaciones siguientes. No le preste atención al cambio de orden en la escala numérica.

Soy sensible al ruido							
Totalmente de acuerdo	6	5	4	3	2	1	Totalmente en desacuerdo

Me resulta difícil relajarme en un lugar ruidoso							
Totalmente de acuerdo	6	5	4	3	2	1	Totalmente en desacuerdo

Me enoja con la gente que hace ruidos que me impiden dormir o realizar un trabajo							
Totalmente de acuerdo	6	5	4	3	2	1	Totalmente en desacuerdo

Me molesto cuando mis vecinos son ruidosos							
Totalmente de acuerdo	6	5	4	3	2	1	Totalmente en desacuerdo

Me acostumbro a la mayoría de los ruidos sin mayor dificultad							
Totalmente de acuerdo	1	2	3	4	5	6	Totalmente en desacuerdo

Fin de la segunda etapa. Vuelva a colocarse los auriculares para dar comienzo a la tercera etapa.

TERCERA ETAPA

AUDIO Nº 11

- 1- Escriba la primera palabra que le viene a la mente luego de escuchar el audio: _____
- 2- ¿Con qué cree identificar o relacionar el audio?: _____
- 3- Escriba tres (3) palabras con las que podría asociar el audio:
_____ | _____ | _____
- 4- ¿Qué connotación tiene el audio para usted? Positiva | Neutra | Negativa
- 5- Indique usted en qué cuantía le molesta o perturba el audio:
Absolutamente nada | Ligeramente | Medianamente | Mucho | Extremadamente.
- 6- A continuación, se da una escala de opinión de cero a diez para que usted pueda expresar en qué cuantía le molesta o perturba el audio que acaba de escuchar. Por ejemplo, si usted está nada molesto por el audio debería escoger el cero (0), y si usted está extremadamente molesto debería escoger el diez (10).
Indique qué número, del cero al diez, expresa mejor la cuantía en que usted está molesto o perturbado por el audio:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

AUDIO Nº 12

- 1- Escriba la primera palabra que le viene a la mente luego de escuchar el audio: _____
- 2- ¿Con qué cree identificar o relacionar el audio?: _____
- 3- Escriba tres (3) palabras con las que podría asociar el audio:
_____ | _____ | _____
- 4- ¿Qué connotación tiene el audio para usted? Positiva | Neutra | Negativa
- 5- Indique usted en qué cuantía le molesta o perturba el audio:
Absolutamente nada | Ligeramente | Medianamente | Mucho | Extremadamente.
- 6- A continuación, se da una escala de opinión de cero a diez para que usted pueda expresar en qué cuantía le molesta o perturba el audio que acaba de escuchar. Por ejemplo, si usted está nada molesto por el audio debería escoger el cero (0), y si usted está extremadamente molesto debería escoger el diez (10).
Indique qué número, del cero al diez, expresa mejor la cuantía en que usted está molesto o perturbado por el audio:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

AUDIO Nº 13

- 1- Escriba la primera palabra que le viene a la mente luego de escuchar el audio: _____
- 2- ¿Con qué cree identificar o relacionar el audio?: _____
- 3- Escriba tres (3) palabras con las que podría asociar el audio:
_____ | _____ | _____
- 4- ¿Qué connotación tiene el audio para usted? Positiva | Neutra | Negativa
- 5- Indique usted en qué cuantía le molesta o perturba el audio:
Absolutamente nada | Ligeramente | Medianamente | Mucho | Extremadamente.
- 6- A continuación, se da una escala de opinión de cero a diez para que usted pueda expresar en qué cuantía le molesta o perturba el audio que acaba de escuchar. Por ejemplo, si usted está nada molesto por el audio debería escoger el cero (0), y si usted está extremadamente molesto debería escoger el diez (10).
Indique qué número, del cero al diez, expresa mejor la cuantía en que usted está molesto o perturbado por el audio:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

AUDIO Nº 14

- 1- Escriba la primera palabra que le viene a la mente luego de escuchar el audio: _____
- 2- ¿Con qué cree identificar o relacionar el audio?: _____
- 3- Escriba tres (3) palabras con las que podría asociar el audio:
_____ | _____ | _____
- 4- ¿Qué connotación tiene el audio para usted? Positiva | Neutra | Negativa
- 5- Indique usted en qué cuantía le molesta o perturba el audio:
Absolutamente nada | Ligeramente | Medianamente | Mucho | Extremadamente.
- 6- A continuación, se da una escala de opinión de cero a diez para que usted pueda expresar en qué cuantía le molesta o perturba el audio que acaba de escuchar. Por ejemplo, si usted está nada molesto por el audio debería escoger el cero (0), y si usted está extremadamente molesto debería escoger el diez (10).
Indique qué número, del cero al diez, expresa mejor la cuantía en que usted está molesto o perturbado por el audio:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

AUDIO Nº 15

- 1- Escriba la primera palabra que le viene a la mente luego de escuchar el audio: _____
- 2- ¿Con qué cree identificar o relacionar el audio?: _____
- 3- Escriba tres (3) palabras con las que podría asociar el audio:
_____ | _____ | _____
- 4- ¿Qué connotación tiene el audio para usted? Positiva | Neutra | Negativa
- 5- Indique usted en qué cuantía le molesta o perturba el audio:
Absolutamente nada | Ligeramente | Medianamente | Mucho | Extremadamente.
- 6- A continuación, se da una escala de opinión de cero a diez para que usted pueda expresar en qué cuantía le molesta o perturba el audio que acaba de escuchar. Por ejemplo, si usted está nada molesto por el audio debería escoger el cero (0), y si usted está extremadamente molesto debería escoger el diez (10).
Indique qué número, del cero al diez, expresa mejor la cuantía en que usted está molesto o perturbado por el audio:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

AUDIO Nº 16

- 1- Escriba la primera palabra que le viene a la mente luego de escuchar el audio: _____
- 2- ¿Con qué cree identificar o relacionar el audio?: _____
- 3- Escriba tres (3) palabras con las que podría asociar el audio:
_____ | _____ | _____
- 4- ¿Qué connotación tiene el audio para usted? Positiva | Neutra | Negativa
- 5- Indique usted en qué cuantía le molesta o perturba el audio:
Absolutamente nada | Ligeramente | Medianamente | Mucho | Extremadamente.
- 6- A continuación, se da una escala de opinión de cero a diez para que usted pueda expresar en qué cuantía le molesta o perturba el audio que acaba de escuchar. Por ejemplo, si usted está nada molesto por el audio debería escoger el cero (0), y si usted está extremadamente molesto debería escoger el diez (10).
Indique qué número, del cero al diez, expresa mejor la cuantía en que usted está molesto o perturbado por el audio:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

AUDIO Nº 17

- 1- Escriba la primera palabra que le viene a la mente luego de escuchar el audio: _____
- 2- ¿Con qué cree identificar o relacionar el audio?: _____
- 3- Escriba tres (3) palabras con las que podría asociar el audio:
_____ | _____ | _____
- 4- ¿Qué connotación tiene el audio para usted? Positiva | Neutra | Negativa
- 5- Indique usted en qué cuantía le molesta o perturba el audio:
Absolutamente nada | Ligeramente | Medianamente | Mucho | Extremadamente.
- 6- A continuación, se da una escala de opinión de cero a diez para que usted pueda expresar en qué cuantía le molesta o perturba el audio que acaba de escuchar. Por ejemplo, si usted está nada molesto por el audio debería escoger el cero (0), y si usted está extremadamente molesto debería escoger el diez (10).
Indique qué número, del cero al diez, expresa mejor la cuantía en que usted está molesto o perturbado por el audio:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

AUDIO Nº 18

- 1- Escriba la primera palabra que le viene a la mente luego de escuchar el audio: _____
- 2- ¿Con qué cree identificar o relacionar el audio?: _____
- 3- Escriba tres (3) palabras con las que podría asociar el audio:
_____ | _____ | _____
- 4- ¿Qué connotación tiene el audio para usted? Positiva | Neutra | Negativa
- 5- Indique usted en qué cuantía le molesta o perturba el audio:
Absolutamente nada | Ligeramente | Medianamente | Mucho | Extremadamente.
- 6- A continuación, se da una escala de opinión de cero a diez para que usted pueda expresar en qué cuantía le molesta o perturba el audio que acaba de escuchar. Por ejemplo, si usted está nada molesto por el audio debería escoger el cero (0), y si usted está extremadamente molesto debería escoger el diez (10).
Indique qué número, del cero al diez, expresa mejor la cuantía en que usted está molesto o perturbado por el audio:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

AUDIO Nº 19

- 1- Escriba la primera palabra que le viene a la mente luego de escuchar el audio: _____
- 2- ¿Con qué cree identificar o relacionar el audio?: _____
- 3- Escriba tres (3) palabras con las que podría asociar el audio:
_____ | _____ | _____
- 4- ¿Qué connotación tiene el audio para usted? Positiva | Neutra | Negativa
- 5- Indique usted en qué cuantía le molesta o perturba el audio:
Absolutamente nada | Ligeramente | Medianamente | Mucho | Extremadamente.
- 6- A continuación, se da una escala de opinión de cero a diez para que usted pueda expresar en qué cuantía le molesta o perturba el audio que acaba de escuchar. Por ejemplo, si usted está nada molesto por el audio debería escoger el cero (0), y si usted está extremadamente molesto debería escoger el diez (10).
Indique qué número, del cero al diez, expresa mejor la cuantía en que usted está molesto o perturbado por el audio:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

AUDIO N° 20

- 1- Escriba la primera palabra que le viene a la mente luego de escuchar el audio: _____
- 2- ¿Con qué cree identificar o relacionar el audio?: _____
- 3- Escriba tres (3) palabras con las que podría asociar el audio:
_____ | _____ | _____
- 4- ¿Qué connotación tiene el audio para usted? Positiva | Neutra | Negativa
- 5- Indique usted en qué cuantía le molesta o perturba el audio:
Absolutamente nada | Ligeramente | Medianamente | Mucho | Extremadamente.
- 6- A continuación, se da una escala de opinión de cero a diez para que usted pueda expresar en qué cuantía le molesta o perturba el audio que acaba de escuchar. Por ejemplo, si usted está nada molesto por el audio debería escoger el cero (0), y si usted está extremadamente molesto debería escoger el diez (10).
Indique qué número, del cero al diez, expresa mejor la cuantía en que usted está molesto o perturbado por el audio:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Fin de la tercera etapa. Puede quitarse los auriculares.

Tómese unos pocos minutos para contestar las 3 preguntas finales.

PREGUNTAS FINALES

1. ¿Hubo algo del entorno en el cual se realizó el experimento que la/o desconcentró al momento de escuchar los audios y/o contestar las preguntas? SI / NO.
 - a. Si contestó SI en la pregunta anterior, indique qué fue:

2. Tómese un momento para identificar y seleccionar en la siguiente tabla el estado de ánimo que mejor la/o representa en este momento:

Ansioso	Estresado	Tenso	Molesto
Sorprendido	Animado	Alegre	Motivado
Malhumorado	Exhausto	Decaido	Cansado
Calmado	Relajado	Distendido	Tranquilo

3. Espacio libre para escribir cualquier comentario final que guste hacer:

MUCHÍSIMAS GRACIAS POR PARTICIPAR.

Anexo D – Tablas comparativas entre individuos

Individuo	Puntaje prom.Tanda 1	Puntaje prom.Tanda 2
1	5	14
2	39	47
3	35	35
4	35	43
6	34	38
7	35	40
8	30	32
9	33	50
10	40	48
11	12	8
12	28	21
13	34	40
14	10	27
16	47	43
18	20	47
19	30	34
21	46	46
22	57	56
23	47	47
24	41	42
25	55	49
26	52	49
27	6	5
28	35	38
29	24	39
30	29	37
31	38	39
32	26	27
34	18	15
35	31	35
36	32	45
37	35	51
38	50	53
39	24	23
40	29	40
41	39	53
42	37	30
43	8	13
44	16	14
45	24	22
46	22	27

Tabla D-0-1 - Correlación entre tandas (molestia promedio de individuos según escala numérica).

Individuo	Puntaje prom.Tanda 1	Puntaje prom.Tanda 2
47	15	9
48	41	36
49	41	46
Coef.Pearson	0,841	

Tabla D-0-1 - Correlación entre tandas (molestia promedio de individuos según escala numérica) (continuación).

Individuo	Puntaje prom.Tanda 1	Puntaje prom.Tanda 2
1	7,5	15
2	42,5	52,5
3	32,5	27,5
4	40	45
6	30	35
7	32,5	35
8	37,5	37,5
9	35	45
10	35	45
11	17,5	12,5
12	35	27,5
13	37,5	37,5
14	5	27,5
16	45	37,5
18	22,5	50
19	32,5	32,5
21	32,5	32,5
22	52,5	47,5
23	42,5	45
24	37,5	35
25	50	45
26	50	40
27	10	12,5
28	32,5	35
29	25	40
30	30	35
31	45	45
32	20	25
34	30	22,5
35	32,5	32,5
36	30	45
37	40	55
38	37,5	47,5

Tabla D-0-2 - Correlación entre tandas (molestia promedio de individuos según escala verbal).

Individuo	Puntaje prom.Tanda 1	Puntaje prom.Tanda 2
39	25	25
40	45	52,5
41	32,5	45
42	30	25
43	20	25
44	20	15
45	20	25
46	15	35
47	10	7,5
48	35	32,5
49	40	40
Coef.Pearson	0,733	

Tabla D-0-2 - Correlación entre tandas (molestia promedio de individuos según escala verbal) - continuación.

Num.0-100 Tanda 1	Num.0-100 Tanda 2	Verb.0-100 Tanda 1	Verb.0-100 Tanda 2
5	14	7,5	15,0
39	47	42,5	52,5
35	35	32,5	27,5
35	43	40,0	45,0
34	38	30,0	35,0
35	40	32,5	35,0
30	32	37,5	37,5
33	50	35,0	45,0
40	48	35,0	45,0
12	8	17,5	12,5
28	21	35,0	27,5
34	40	37,5	37,5
10	27	5,0	27,5
47	43	45,0	37,5
20	47	22,5	50,0
30	34	32,5	32,5
46	46	32,5	32,5
57	56	52,5	47,5
47	47	42,5	45,0
41	42	37,5	35,0
55	49	50,0	45,0
52	49	50,0	40,0
6	5	10,0	12,5
35	38	32,5	35,0
24	39	25,0	40,0

Tabla D-0-3 - Correlación entre escala numérica y verbal, por individuos y entre tandas de escucha.

Num.0-100 Tanda 1	Num.0-100 Tanda 2	Verb.0-100 Tanda 1	Verb.0-100 Tanda 2
29	37	30,0	35,0
38	39	45,0	45,0
26	27	20,0	25,0
18	15	30,0	22,5
31	35	32,5	32,5
32	45	30,0	45,0
35	51	40,0	55,0
50	53	37,5	47,5
24	23	25,0	25,0
29	40	45,0	52,5
39	53	32,5	45,0
37	30	30,0	25,0
8	13	20,0	25,0
16	14	20,0	15,0
24	22	20,0	25,0
22	27	15,0	35,0
15	9	10,0	7,5
41	36	35,0	32,5
41	46	40,0	40,0
Correlación Pearson num-verb Tanda 1			0,879
Correlación Pearson num-verb Tanda 2			0,908

Tabla D-0-3 - Correlación entre escala numérica y verbal, por individuos y entre tandas de escucha (continuación).

Anexo E – Scripts en R

0-Tests-de-hipótesis.R

```
#TEST de NORMALIDAD a Los puntajes sobre grado de exposición habitual al ruido
grad.exp.ruido<-c(3.5,4.5,6.5,6,5.5,7,6.5,5,7,5.5,5.5,8,5.5,4.5,5.5,9,3.5,
4.5,6,6,5.5,7.5,4,8,6.5,5.5,6,5.5,5.5,4.5,4.5,6,7.5,3,8.5,5.5,6,5.5,7.5,4.
5,3.5,6,7,6.5)
#H0: La variable presenta una distribución normal
#H1: La variable presenta una distribución no normal
#Si p-valor>nivel de significancia adoptado(0.05) - no se rechaza H0 (dist
r.normal)
shapiro.test(grad.exp.ruido)

#p-valor=0.3742 : se verifica la hipótesis nula H0 de distribución normal.

#TEST de NORMALIDAD a Los puntajes de sensibilidad al ruido
sensibilidad<-c(19,26,15,23,26,27,20,26,25,21,27,21,23,23,24,28,13,19,15,1
1,20,25,28,26,25,12,27,27,24,26,19,21,25,21,23,25,21,20,16,28,19,24,18,15)
shapiro.test(sensibilidad)

#p-valor=0.0091 : se rechaza la hipótesis nula H0 de distribución normal.

#DIFERENCIA ENTRE HOMBRES Y MUJERES SEGÚN SENSIBILIDAD
mujsens<-c(19,27,20,21,21,24,28,19,20,25,28,26,25,27,24,19,21,25,21,23,20,
28,19,18)
homsens<-c(26,15,23,26,26,25,27,23,23,13,15,11,12,27,26,25,21,16,24,15)
#TEST de NORMALIDAD de Las muestras
shapiro.test(mujsens)

shapiro.test(homsens)

#p-valor(mujsens)=0.0246 : se rechaza la hipótesis de normalidad
#p-valor(homsens)=0.0045 ; se rechaza la hipótesis de normalidad
#TEST de IGUALDAD de VARIANZAS (Fligner-Killeen)
#H0: Las varianzas de las muestras son iguales
#H1: Las varianzas de las muestras difieren
#si p>0.05, no hay evidencias en contra de la igualdad de varianzas
fligner.test(x = list(mujsens,homsens))

#p-valor=0.1096 : se acepta la hipótesis de igualdad de varianzas, por tan
to,
#es posible aplicar el test
par(mfrow = c(1, 2))
hist(mujsens,col="darkred",breaks=4,main="Sensibilidad Mujeres",xlab="Punt
aje Weinstein Reducido",ylab="Frecuencia")
hist(homsens,col="darkgreen",breaks=5,main="Sensibilidad Hombres",xlab="Pu
ntaje Weinstein Reducido",ylab="Frecuencia")
#TEST de MANN-WHITNEY-WILCOXON
my_data<-data.frame(group = rep(c("Mujeres", "Hombres"), c(24,20)),
sens = c(mujsens,homsens)
)
print(my_data)
```

```

library(dplyr)

group_by(my_data, group) %>%
  summarise(
    count = n(),
    median = median(sens, na.rm = TRUE),
    IQR = IQR(sens, na.rm = TRUE)
  )

library("ggpubr")

ggboxplot(my_data, x = "group", y = "sens",
           color = "group", palette = c("#00AFBB", "#E7B800"),
           ylab = "sensibilidad", xlab = "género")

res <- wilcox.test(mujsens,homsens,alternative="two.sided",exact = FALSE,conf.int=0.95)
res

#si p=0.4633>0.05, No hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula de igualdad
#respecto de medianas.

#DIFERENCIA EN EXP.RUIDO SEGÚN SENSIBILIDAD
expbajasens<-c(3.5,6.5,6.5,5.5,8,3.5,4.5,6,6,5.5,5.5,4.5,6,3,6,5.5,7.5,3.5,7,6.5)
expaltasens<-c(4.5,6,5.5,7,5,7,5.5,5.5,4.5,5.5,9,7.5,4,8,6.5,6,5.5,5.5,4.5,7.5,8.5,5.5,4.5,6)
#verificar normalidad de las muestras
shapiro.test(expbajasens)

shapiro.test(expaltasens)

#en los 2 casos se verifica la normalidad de las muestras p>0.05
#verificar igual varianza
fligner.test(x = list(expaltasens,expbajasens))

#si p>0.05, no hay evidencias en contra de la igualdad de varianzas
#prueba T-STUDENT
testexp <- t.test(expaltasens,expbajasens)
print(testexp)

#p>0.05 por tanto, no se puede afirmar que las muestras difieran en su media

#MOLESTIA SEGÚN GÉNERO
#mujeres Tanda 1 - escala numérica 0-100#
muj1num<-c(5,35,30,12,34,20,30,57,55,52,6,35,24,38,18,32,35,50,24,29,8,24,22,41)
#mujeres Tanda 2 - escala numérica 0-100#
muj2num<-c(14,40,32,8,40,47,34,56,49,49,5,38,39,39,15,45,51,53,23,40,13,22,27,36)
#mujeres Tanda 1 - escala verbal 0-100#
muj1verb<-c(7.5,32.5,37.5,17.5,37.5,22.5,32.5,52.5,50,50,10,32.5,25,45,30,30,40,37.5,25,45,20,20,15,35)
#mujeres Tanda 2 - escala verbal 0-100#

```

```

muj2verb<-c(15,35,37.5,12.5,37.5,50,32.5,47.5,45,40,12.5,35,40,45,22.5,45,
55,47.5,25,52.5,25,25,35,32.5)
#verificar normalidad de las muestras
shapiro.test(muj1num)

shapiro.test(muj2num)

shapiro.test(muj1verb)

shapiro.test(muj2verb)

#en los 4 casos se verifica la normalidad de las muestras  $p>0.05$ 
#hombres Tanda 1 - escala numérica 0-100#
hom1num<-c(39,35,35,34,33,40,28,10,47,46,47,41,29,26,31,39,37,16,15,41)
#hombres Tanda 2 - escala numérica 0-100#
hom2num<-c(47,35,43,38,50,48,21,27,43,46,47,42,37,27,35,53,30,14,9,46)
#hombres Tanda 1 - escala verbal 0-100#
hom1verb<-c(42.5,32.5,40,30,35,35,35,5,45,32.5,42.5,37.5,30,20,32.5,32.5,3
0,20,10,40)
#hombres Tanda 2 - escala verbal 0-100#
hom2verb<-c(52.5,27.5,45,35,45,45,27.5,27.5,37.5,32.5,45,35,35,25,32.5,45,
25,15,7.5,40)
#verificar normalidad de las muestras
shapiro.test(hom1num)

shapiro.test(hom2num)

shapiro.test(hom1verb)

shapiro.test(hom2verb)

#en los 3 de los 4 casos se verifica la normalidad de las muestras  $p>0.05$ 
#para el caso de hom1verb, si se observa el histograma se puede asumir co
n cuidado una
#distribución normal
hist(hom1verb,col="darkgreen",breaks=4,main="Molestia Hombres Escala Verba
l Tanda 1",xlab="Puntaje promedio",ylab="Frecuencia")
#verificar igual varianza
fligner.test(x = list(muj1num,hom1num))

fligner.test(x = list(muj2num,hom2num))

fligner.test(x = list(muj1verb,hom1verb))

fligner.test(x = list(muj2verb,hom2verb))

#prueba T-STUDENT
test1 <- t.test(muj1num,hom1num)
print(test1)

test2 <- t.test(muj2num,hom2num)
print(test2)

test3 <- t.test(muj1verb,hom1verb)
print(test3)

```

```

test4 <- t.test(muj2verb,hom2verb)
print(test4)

#MOLESTIA SEGÚN SENSIBILIDAD
baja1num<-c(5,35,30,12,34,46,57,47,41,55,29,32,35,24,37,8,16,22,41,41)
baja2num<-c(14,35,32,8,40,46,56,47,42,49,37,45,51,23,30,13,14,27,36,46)
baja1verb<-c(7.5,32.5,37.5,17.5,37.5,32.5,52.5,42.5,37.5,50,30,30,40,25,30,
,20,20,15,35,40)
baja2verb<-c(15,27.5,37.5,12.5,37.5,32.5,47.5,45,35,45,35,45,55,25,25,25,1
5,35,32.5,40)
alta1num<-c(39,35,34,35,33,40,28,10,47,20,30,52,6,35,24,38,26,18,31,50,29,
39,24,15)
alta2num<-c(47,43,38,40,50,48,21,27,43,47,34,49,5,38,39,39,27,15,35,53,40,
53,22,9)
alta1verb<-c(42.5,40,30,32.5,35,35,35,5,45,22.5,32.5,50,10,32.5,25,45,20,3
0,32.5,37.5,45,32.5,20,10)
alta2verb<-c(52.5,45,35,35,45,45,27.5,27.5,37.5,50,32.5,40,12.5,35,40,45,2
5,22.5,32.5,47.5,52.5,45,25,7.5)
#verificar normalidad de las muestras
shapiro.test(baja1num)

shapiro.test(baja2num)

shapiro.test(baja1verb)

shapiro.test(baja2verb)

shapiro.test(alta1num)

shapiro.test(alta2num)

shapiro.test(alta1verb)

shapiro.test(alta2verb)

#en 7 de los 8 casos se verifica la normalidad de las muestras  $p>0.05$ 
#para alta2num  $p=0.0487$ 
hist(x = alta2num, main = "Molestia individuos de Alta Sensibilidad-Escala
Numérica-Tanda 2",
      xlab = "Puntaje Prom.", ylab = "Frecuencia",
      col="ivory")

#verificar igual varianza
fligner.test(x = list(baja1num,alta1num))

fligner.test(x = list(baja2num,alta2num))

fligner.test(x = list(baja1verb,alta1verb))

fligner.test(x = list(baja2verb,alta2verb))

#prueba T-STUDENT
test5 <- t.test(baja1num,alta1num)
print(test5)

test6 <- t.test(baja2num,alta2num)
print(test6)

```



```

test7 <- t.test(baja1verb,alta1verb)
print(test7)

test8 <- t.test(baja2verb,alta2verb)
print(test8)

#Diferencia entre tandas según sensibilidad
bajasensNUM<-c(2.7,2.8,-10.8,-4.8,30,14.3,33.3,-17.4,5.8,37)
altasensNUM<-c(9.2,15.2,3.1,81.8,34.7,6.4,144.4,0,26.5,23)
bajasensVERB<-c(-2.1,4.9,4.3,0,33.3,5.6,133.3,-18.8,4.9,4.5)
altasensVERB<-c(8.5,1.8,28,133.3,36.8,0,350,4.3,19.6,20.8)
#verificar normalidad de las muestras
shapiro.test(bajasensNUM)

shapiro.test(altasensNUM)

shapiro.test(bajasensVERB)

shapiro.test(altasensVERB)

#tres de las cuatro muestras no verifican normalidad, por lo cual se busca aplicar
#Mann-Whitney-Wilcoxon.
#se construyen los histogramas para verificar que sus formas sean similares.
par(mfrow = c(1, 2))
hist(x = bajasensNUM, main = "escala numérica-baja sensibilidad",
     xlab = "Diferencia porcentual entre tandas", ylab = "Frecuencia",
     col="ivory",breaks=4)
hist(x = altasensNUM, main = "escala numérica-baja sensibilidad",
     xlab = "Diferencia porcentual entre tandas", ylab = "Frecuencia",
     col="green",breaks=4)

par(mfrow = c(1, 2))
hist(x = bajasensVERB, main = "escala verbal-baja sensibilidad",
     xlab = "Diferencia porcentual entre tandas", ylab = "Frecuencia",
     col="ivory",breaks=4)
hist(x = altasensVERB, main = "escala verbal-alta sensibilidad",
     xlab = "Diferencia porcentual entre tandas", ylab = "Frecuencia",
     col="green",breaks=4)

```

1-Matriz-Sonidos-Tanda 1.R

```
#El primer análisis corresponde a una matriz de datos formada por 4 column
as, las cuales
#se construyen promediando las respuestas de los 44 individuos, para los 1
0 sonidos
#reproducidos en la Tanda 1 de escuchas

#se crean los vectores columna
connP1<-c(-0.84,-0.73,-0.34,0.12,-0.20,-0.57,0.77,0.34,-0.70,-0.19)
molnumP1<-c(57.7,52.7,29.5,7.3,22.5,40.5,4.8,25.2,50.2,24.3)
molverbP1<-c(60.2,52.8,27.3,5.1,21.0,43.2,2.8,22.2,52.3,26.1)
RMSTot<-c(-12.48,-14.94,-16.06,-20.49,-20.49,-11.91,-20.04,-13.69,-12.11,-
14.55)

#a partir de las columnas se crea la matriz de datos (sin nombres en las f
ilas)
matrizS1<-matrix(c(connP1,molnumP1,molverbP1,RMSTot),
                 nrow=10,
                 ncol=4)

#se agregan los nombres a las columnas:
colnames(matrizS1)<-c('connP1','molnumP1','molverbP1','RMSTot')

#se agregan los nombres a las filas:
rownames(matrizS1)<-c('sopSC','sopCC','cam','pal','palrev','aero','torm','
indis','pal+sop','cam+torm')

matrizS1

#se estandariza la matriz de datos para su uso posterior

matrizestanS1<-scale(matrizS1)
matrizestanS1

#se generan los gráficos de dispersión entre las 4 variables de la matriz
de datos
pairs(matrizS1, panel=function(x,y){
  points(x,y)
  abline(lm(y~x), col='red')})

#se genera la matriz de correlaciones entre las 4 variables de la matriz d
e datos
#con esto se tiene una primera idea de las relaciones lineales existentes
entre
#las variables
cor(matrizS1)

###ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES - PCA###

#se corre la función "prcomp" para obtener las componentes principales, co
n
#SCALE=TRUE para estandarizar las variables y que todas tengan varianza 1.
```

```

pr.out<-prcomp(matrizS1,scale=TRUE)
pr.out

#se genera el biplot de las dos componentes principales, se pone scale=0 p
ara asegurar
#que las flechas están escaladas para representar las cargas
biplot(pr.out,scale=0)

#se calcula la desviación estandar de cada componente principal
pr.out$sdev

#y la varianza explicada por cada componente principal
pr.var<-pr.out$sdev^2
pr.var

#para calcular la proporción de la varianza explicada por cada componente
principal,
#se divide la varianza explicada por cada componente sobre la varianza tot
al
pve<-pr.var/sum(pr.var )
pve

#se grafica el porcentaje de varianza explicado por cada componente
plot(pve,xlab="Componente Principal",ylab="Proporción de la varianza expli
cada",
      ylim=c(0,1),type='b')

#y también el porcentaje de varianza explicado acumulado
plot(cumsum(pve),xlab="Componente Principal",
      ylab="Proporción acumulada de varianza explicada",ylim=c(0,1),type='b
')

#HEATMAP
heatmap(matrizestanS1,
        Colv=NA,
        scale="none",
        distfun=function(x){dist(x,method="euclidean")},
        hclustfun=function(x){hclust(x,method="ward.D2")},
        margins = c(5,5),
        cexRow=0.7,
        cexCol=0.7)

#se calcula la matriz de distancias previo a generar el dendrograma
mat_dist<-dist(x = matrizestanS1, method = "euclidean")

#se genera el cluster jerárquico mediante la función "hclust".
#el primer argumento corresponde a las distancias entre los datos según la
distancia euclidiana
#el segundo argumento corresponde al método para calcular las distancias e
ntre conjuntos (Ward en este caso)
hc_ward<-hclust(dist(matrizestanS1),"ward.D2")

#se calcula la correlación entre la matriz de distancias de las observacio
nes y la matriz de distancias cofenéticas

```

```

cor(x = mat_dist, cophenetic(hc_ward))

#se repite el proceso para diversos métodos de cálculo de distancia entre
conjuntos
hc_single<-hclust(dist(matrizestanS1),"single")
cor(x = mat_dist, cophenetic(hc_single))

hc_complete<-hclust(dist(matrizestanS1),"complete")
cor(x = mat_dist, cophenetic(hc_complete))

hc_average<-hclust(dist(matrizestanS1),"average")
cor(x = mat_dist, cophenetic(hc_average))

hc_mcquitty<-hclust(dist(matrizestanS1),"mcquitty")
cor(x = mat_dist, cophenetic(hc_mcquitty))

hc_median<-hclust(dist(matrizestanS1),"median")
cor(x = mat_dist, cophenetic(hc_median))

hc_centroid<-hclust(dist(matrizestanS1),"centroid")
cor(x = mat_dist, cophenetic(hc_centroid))

#se selecciona la distancia Average, ya que generó el mayor valor de corre
lación.
#se plotea el dendrograma con la distancia seleccionada
plot(as.dendrogram(hc_average))

#se genera nuevamente el dendrograma y se realiza un corte razonable a par
tir de lo observado
#en el biplot de PCA. En este caso parecería razonable dividir en k=3 clus
ters

library(factoextra)

fviz_dend(x=hc_average,k=3,cex=0.6)+
  geom_hline(yintercept=2,linetype="dashed")+
  labs(title="Clustering jerárquico",
        subtitle="Distancia euclídea,Likage Average,K=3")

##Número óptimo de clusters##

#Average silhouette method (se busca el máximo en el gráfico generado)
fviz_nbclust(x = matrizestanS1, FUNcluster = kmeans, method = "silhouette"
, k.max = 5) +
  labs(title = "Número óptimo de clusters")

#k=2 sería el óptimo en este caso

library("NbClust")
library("ggplot2")
library(cluster)

#Elbow method (se busca el codo en el gráfico generado)
fviz_nbclust(x = matrizestanS1, FUNcluster = kmeans, method = "wss", k.max
= 5,

```

```

diss = get_dist(matrizestanS1, method = "euclidean"), nstart
= 50)

#k=2 o 3 sería el óptimo en este caso.

#para cerrar este análisis del valor óptimo de k, se aplica 3 veces el paquete NbClust
#primero con la distancia euclidiana, luego con la distancia Manhattan y luego con la
#distancia máxima:
resumen_k_optimo_eucl<-NbClust(matrizestanS1,
                              distance="euclidean",
                              min.nc=2,
                              max.nc=5,
                              method="kmeans",
                              index="alllong")

#según la regla de la mayoría, 3 sería el número óptimo de clusters

#Manhattan
resumen_k_optimo_manh<-NbClust(matrizestanS1,
                              distance="manhattan",
                              min.nc=2,
                              max.nc=5,
                              method="kmeans",
                              index="alllong")

#el óptimo usando Manhattan también es 3
#Máximo
resumen_k_optimo_max<-NbClust(matrizestanS1,
                              distance="maximum",
                              min.nc=2,
                              max.nc=5,
                              method="kmeans",
                              index="alllong")

#el óptimo usando Máximo también es 3

#conclusión:parecen existir indicios de separación en 3 clusters, con una
estructura
#entre debil y razonable.

#se aplica la función "kmeans" para efectuar el algoritmo con el valor de
k seleccionado
#k=3 en este caso

km.res<-kmeans(matrizestanS1,3,nstart=100)
#con la función "fviz_cluster" se visualiza el resultado
fviz_cluster(km.res,
             data=matrizestanS1,
             stand=FALSE,
             ellipse=TRUE,
             ggtheme=theme_minimal())

```

2-Matriz-Sonidos-Tanda 2.R

```
#El primer análisis corresponde a una matriz de datos formada por 4 columnas, las cuales
#se construyen promediando las respuestas de los 44 individuos, para los 10 sonidos
#reproducidos en la Tanda 1 de escuchas

#se crean los vectores columna
connP2<-c(-0.76,-0.74,-0.14,0.18,-0.28,-0.56,0.57,0.41,-0.79,-0.18)
molnumP2<-c(61.4,57.7,28.4,9.1,29.8,44.5,8.6,23.4,58.6,31.4)
molverbP2<-c(62.5,56.8,29.5,7.4,28.4,44.3,9.1,21.0,59.1,29.5)
RMSTot<-c(-12.48,-14.94,-16.06,-20.49,-20.49,-11.91,-20.04,-13.69,-12.11,-14.55)

#a partir de las columnas se crea la matriz de datos (sin nombres en las filas)
matrizS2<-matrix(c(connP2,molnumP2,molverbP2,RMSTot),
                 nrow=10,
                 ncol=4)

#se agregan los nombres a las columnas:
colnames(matrizS2)<-c('connP2','molnumP2','molverbP2','RMSTot')

#se agregan los nombres a las filas:
rownames(matrizS2)<-c('sopSC','sopCC','cam','pal','palrev','aero','torm','indis','pal+sop','cam+torm')

matrizS2

#se estandariza la matriz de datos para su uso posterior

matrizestanS2<-scale(matrizS2)
matrizestanS2

#se generan los gráficos de dispersión entre las 4 variables de la matriz de datos
pairs(matrizS2, panel=function(x,y){
  points(x,y)
  abline(lm(y~x), col='red')})

#se genera la matriz de correlaciones entre las 4 variables de la matriz de datos
#con esto se tiene una primera idea de las relaciones lineales existentes entre
#las variables
cor(matrizS2)

###ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES - PCA###

#se corre la función "prcomp" para obtener las componentes principales, con
#SCALE=TRUE para estandarizar las variables y que todas tengan varianza 1.
```

```

pr.out<-prcomp(matrizS2,scale=TRUE)
pr.out

#se genera el biplot de las dos componentes principales, se pone scale=0 p
ara asegurar
#que las flechas están escaladas para representar las cargas
biplot(pr.out,scale=0)

#se calcula la desviación estandar de cada componente principal
pr.out$sdev

#y la varianza explicada por cada componente principal
pr.var<-pr.out$sdev^2
pr.var

#para calcular la proporción de la varianza explicada por cada componente
principal,
#se divide la varianza explicada por cada componente sobre la varianza tot
al
pve<-pr.var/sum(pr.var )
pve

#se grafica el porcentaje de varianza explicado por cada componente
plot(pve,xlab="Componente Principal",ylab="Proporción de la varianza expli
cada",
      ylim=c(0,1),type='b')

#y también el porcentaje de varianza explicado acumulado
plot(cumsum(pve),xlab="Componente Principal",
      ylab="Proporción acumulada de varianza explicada",ylim=c(0,1),type='b
')

#HEATMAP
heatmap(matrizestanS2,
        Colv=NA,
        scale="none",
        distfun=function(x){dist(x,method="euclidean")},
        hclustfun=function(x){hclust(x,method="ward.D2")},
        margins = c(5,5),
        cexRow=0.7,
        cexCol=0.7)

#se calcula la matriz de distancias previo a generar el dendrograma
mat_dist<-dist(x = matrizestanS2, method = "euclidean")

#se genera el cluster jerárquico mediante la función "hclust".
#el primer argumento corresponde a las distancias entre los datos según la
distancia euclidiana
#el segundo argumento corresponde al método para calcular las distancias e
ntre conjuntos (Ward en este caso)
hc_ward<-hclust(dist(matrizestanS2),"ward.D2")

#se calcula la correlación entre la matriz de distancias de las observacio
nes y la matriz de distancias cofenéticas

```

```

cor(x = mat_dist, cophenetic(hc_ward))

#se repite el proceso para diversos métodos de cálculo de distancia entre
conjuntos
hc_single<-hclust(dist(matrizestanS2),"single")
cor(x = mat_dist, cophenetic(hc_single))

hc_complete<-hclust(dist(matrizestanS2),"complete")
cor(x = mat_dist, cophenetic(hc_complete))

hc_average<-hclust(dist(matrizestanS2),"average")
cor(x = mat_dist, cophenetic(hc_average))

hc_mcquitty<-hclust(dist(matrizestanS2),"mcquitty")
cor(x = mat_dist, cophenetic(hc_mcquitty))

hc_median<-hclust(dist(matrizestanS2),"median")
cor(x = mat_dist, cophenetic(hc_median))

hc_centroid<-hclust(dist(matrizestanS2),"centroid")
cor(x = mat_dist, cophenetic(hc_centroid))

#se selecciona la distancia Average, ya que generó el mayor valor de corre
lación.
#se plotea el dendrograma con la distancia seleccionada
plot(as.dendrogram(hc_average))

#se genera nuevamente el dendrograma y se realiza un corte razonable a par
tir de lo observado
#en el biplot de PCA. En este caso parecería razonable dividir en k=3 clus
ters

library(factoextra)

fviz_dend(x=hc_average,k=3,cex=0.6)+
  geom_hline(yintercept=2,linetype="dashed")+
  labs(title="Clustering jerárquico",
        subtitle="Distancia euclídea,Likage Average,K=3")

##Número óptimo de clusters##

#Average silhouette method (se busca el máximo en el gráfico generado)
fviz_nbclust(x = matrizestanS2, FUNcluster = kmeans, method = "silhouette"
, k.max = 5) +
  labs(title = "Número óptimo de clusters")

#k=2 sería el óptimo en este caso

library("NbClust")
library("ggplot2")
library(cluster)

#Elbow method (se busca el codo en el gráfico generado)
fviz_nbclust(x = matrizestanS2, FUNcluster = kmeans, method = "wss", k.max
= 5,

```



```

diss = get_dist(matrizestanS2, method = "euclidean"), nstart
= 50)

#k=2 sería el óptimo en este caso.

#para cerrar este análisis del valor óptimo de k, se aplica 3 veces el paquete NbClust
#primero con la distancia euclidiana, luego con la distancia Manhattan y luego con la
#distancia máxima:
resumen_k_optimo_eucl<-NbClust(matrizestanS2,
                              distance="euclidean",
                              min.nc=2,
                              max.nc=5,
                              method="kmeans",
                              index="alllong")

#según la regla de la mayoría, 2 sería el número óptimo de clusters

#Manhattan
resumen_k_optimo_manh<-NbClust(matrizestanS2,
                              distance="manhattan",
                              min.nc=2,
                              max.nc=5,
                              method="kmeans",
                              index="alllong")

#el óptimo usando Manhattan también es 2
#Máximo
resumen_k_optimo_max<-NbClust(matrizestanS2,
                              distance="maximum",
                              min.nc=2,
                              max.nc=5,
                              method="kmeans",
                              index="alllong")

#el óptimo usando Máximo es 5

#conclusión:parecen existir indicios de separación en 2 clusters, con una
estructura
#entre debil y razonable.

#se aplica la función "kmeans" para efectuar el algoritmo con el valor de
k seleccionado
#k=2 en este caso

km.res<-kmeans(matrizestanS2,2,nstart=100)
#con la función "fviz_cluster" se visualiza el resultado
fviz_cluster(km.res,
             data=matrizestanS2,
             stand=FALSE,
             ellipse=TRUE,
             ggtheme=theme_minimal())

```

3-PCA-individuos-outliers.R

```
#Se realiza PCA para la matriz de datos compuesta solamente por las respues
tas relativas a
#las variables cuantitativas individuales de la Tanda 1, de forma de poder
detectar
#posibles observaciones atípicas ("outliers").

edad<-c(28,45,25,58,39,28,34,47,33,53,54,48,35,46,28,26,64,45,42,37,33,28,
38,29,30,27,36,42,35,32,38,31,52,40,52,29,22,30,49,29,30,28,33,39)
salud<-c(10,8,8,7,7,7,7,8,8,8,8,6,7,7,8,6,9,5,8,7,7,7,8,6,7,7,7,3,7,8,8,9,
8,5,5,6,8,6,8,5,7,8,6,10)
expruido<-c(3.5,4.5,6.5,6,5.5,7,6.5,5,7,5.5,5.5,8,5.5,4.5,5.5,9,3.5,4.5,6,
6,5.5,7.5,4,8,6.5,5.5,6,5.5,5.5,4.5,4.5,6,7.5,3,8.5,5.5,6,5.5,7.5,4.5,3.5,
6,7,6.5)
sens<-c(19,26,15,23,26,27,20,26,25,21,27,21,23,23,24,28,13,19,15,11,20,25,
28,26,25,12,27,27,24,26,19,21,25,21,23,25,21,20,16,28,19,24,18,15)
molnumIP1<-c(5,39,35,35,34,35,30,33,40,12,28,34,10,47,20,30,46,57,47,41,55
,52,6,35,24,29,38,26,18,31,32,35,50,24,29,39,37,8,16,24,22,15,41,41)
molverbIP1<-c(7.5,42.5,32.5,40,30,32.5,37.5,35,35,17.5,35,37.5,5,45,22.5,3
2.5,32.5,52.5,42.5,37.5,50,50,10,32.5,25,30,45,20,30,32.5,30,40,37.5,25,45
,32.5,30,20,20,20,15,10,35,40)

matrizI1<-matrix(c(edad,salud,expruido,sens,molnumIP1,molverbIP1),
                 nrow=44,
                 ncol=6)

colnames(matrizI1)<-c('edad','salud','expruido','sens','molnumIP1','molver
bIP1')

rownames(matrizI1)<-c('i1','i2','i3','i4','i5','i6','i7','i8','i9','i10',''
i11',
                    'i12','i13','i14','i15','i16','i17','i18','i19','i20'
, 'i21',
                    'i22','i23','i24','i25','i26','i27','i28','i29','i30'
, 'i31',
                    'i32','i33','i34','i35','i36','i37','i38','i39','i40'
, 'i41',
                    'i42','i43','i44')

matrizI1

####PCA####
pr.out<-prcomp(matrizI1,scale=TRUE)
pr.out

#generamos el biplot de las dos componentes principales
biplot(pr.out,scale=0)

##SE DECIDE DEJAR FUERA DEL ANÁLISIS POSTERIOR DE FAMD A LAS OBSERVACIONES
i1 e i17 POR
#SU UBICACIÓN EN EL BILOT
```

4-FAMD-HCPC-individuos-Tanda 1.R

```
#se realiza FAMD (Análisis Factorial de Datos Mixtos) para la matriz de datos individuales
#compuesta por 42 observaciones para la Tanda 1 (se removieron los individuos 1 y 17 a
#partir del análisis de PCA, ya que podrían distorsionar el análisis)
```

```
library(FactoMineR)
library(vcd)
library(ggplot2)
library(factoextra)
library(gridExtra)

edad<-c(45,25,58,39,28,34,47,33,53,54,48,35,46,28,26,45,42,37,33,28,38,29,30,27,36,42,35,32,
        38,31,52,40,52,29,22,30,49,29,30,28,33,39)
genero<-c("hombre","hombre","hombre","hombre","mujer","mujer","hombre","hombre","mujer","hombre",
          "mujer","hombre","hombre","mujer","mujer","hombre","hombre","mujer","mujer","mujer",
          "mujer","mujer","hombre","mujer","hombre","mujer","mujer","mujer","mujer","mujer",
          "mujer","hombre","hombre","mujer","hombre","mujer","mujer","mujer","hombre","hombre")
salud<-c(8,8,7,7,7,8,8,8,8,6,7,8,6,5,8,7,7,7,8,6,7,7,7,3,7,8,8,9,8,5,5,6,8,6,8,5,7,8,6,10)
animo0<-c("positivo","neutro","positivo","negativo","positivo","positivo","positivo","positivo","positivo","positivo",
         "positivo","positivo","positivo","positivo","positivo","positivo","positivo","negativo","positivo","negativo",
         "negativo","positivo","positivo","positivo","negativo","positivo","positivo","positivo","positivo","positivo",
         "negativo","positivo","negativo","positivo","negativo","negativo","negativo","neutro","positivo","neutro",
         "negativo","positivo","positivo","negativo","neutro","negativo")
horas<-c("<40","<40","<40-60","<40","<40","<40","<40-60","<40-60","<40-60","<40-60","<40-60","<40-60",
        "<40-60","<40-60","<40-60","<40","<40-60","<40-60","<40-60","<40-60","<40-60","<40-60","<40-60",
        "<40","<40","<40","<40-60","<40-60","<40-60","<40","<40","<40","<40-60","<40","<40-60","<40-60","<40-60",
        "<40-60","<40-60","<40-60","<40-60","<40-60","<40-60","<40-60","<40-60","<40-60","<40-60","<40-60","<40-60")
expruido<-c(4,5,6,5,6,5,5,7,6,5,5,7,5,5,5,5,8,5,5,4,5,5,5,9,4,5,6,6,5,5,7,5,4,8,6,5,5,5,6,5,5,5,5,4,5,4,5,6,
            7,5,3,8,5,5,5,6,5,5,7,5,4,5,3,5,6,7,6,5)
sens<-c(26,15,23,26,27,20,26,25,21,27,21,23,23,24,28,19,15,11,20,25,28,26,25,12,27,27,24,26,19,21,25,21,23,
        25,21,20,16,28,19,24,18,15)
aler<-c("noaler","noaler","noaler","noaler","ALER","noaler","ALER","noaler","noaler","noaler","noaler","noaler",
       "noaler","noaler","ALER","ALER","noaler","noaler","noaler","noaler","noaler","noaler","ALER","noaler","ALER",
       "noaler","noaler","ALER","noaler","ALER","noaler","noaler","noaler","noaler","noaler","noaler","noaler","ALER",
       "noaler","noaler","noaler","noaler","ALER","ALER","noaler")
molnumIP1<-c(39,35,35,34,35,30,33,40,12,28,34,10,47,20,30,57,47,41,55,52,6,35,24,29,38,26,18,31,32,35,50,
             24,29,39,37,8,16,24,22,15,41,41)
molverbIP1<-c(42.5,32.5,40,30,32.5,37.5,35,35,17.5,35,37.5,5,45,22.5,32.5,52.5,42.5,37.5,50,50,10,32.5,25,
              30,45,20,30,32.5,30,40,37.5,25,45,32,30,20,20,20,15,10,35,40)
```

```
matrizI1<-data.frame(edad,genero,salud,animo0,horas,expruido,sens,aler,molnumIP1,molverbIP1)
matrizI1
```

```
class(matrizI1)
str(matrizI1)
```

```
#se aplica la función FAMD
res.famd<-FAMD(matrizI1,graph = FALSE)
print(res.famd)
```

```
#valores propios y porcentaje acumulado de varianza explicada
res.famd$eig
#se grafican los valores propios y el porcentaje de varianza explicada de cada componente
a <- fviz_eig(res.famd,
               choice='eigenvalue',
               geom='line')
b <- fviz_eig(res.famd)
grid.arrange(a, b, ncol=2)
```

```
# Contribución de la primera dimensión principal
fviz_contrib(res.famd, "var", axes = 1)
# Contribución de la segunda dimensión principal
fviz_contrib(res.famd, "var", axes = 2)
# Contribución de la tercera dimensión principal
fviz_contrib(res.famd, "var", axes = 3)
#La línea roja punteada representa la contribución promedio, es decir, el 100 % de
#contribución dividido entre las diez variables en estudio (= 10 %).
```

```
#se genera un gráfico para visualizar la correlación existente entre cada una de las
variables (categóricas y numéricas) y las dos primeras dimensiones principales.
fviz_famd_var(res.famd, repel = TRUE)
```

```
library(plotly)
```

```
#se grafican las observaciones individuales de la matriz en un espacio 3D cuyas coordenadas
corresponden a las tres dimensiones principales.
```

```

val_df <- as.data.frame(res.famd$ind)
x <- cbind(matrizI1, val_df[1:3])
plot_ly(x,
  x = ~coord.Dim.1,
  y = ~coord.Dim.2,
  z = ~coord.Dim.3,
  color = ~genero)
plot_ly(x,
  x = ~coord.Dim.1,
  y = ~coord.Dim.2,
  z = ~coord.Dim.3,
  color = ~animo0)
plot_ly(x,
  x = ~coord.Dim.1,
  y = ~coord.Dim.2,
  z = ~coord.Dim.3,
  color = ~horas)
plot_ly(x,
  x = ~coord.Dim.1,
  y = ~coord.Dim.2,
  z = ~coord.Dim.3,
  color = ~aler)

#resultados para las variables cuantitativas
quanti.var <- get_famd_var(res.famd, "quanti.var")
quanti.var

#se genera el círculo de correlaciones para las variables cuantitativas
fviz_famd_var(res.famd, "quanti.var", repel = TRUE,
  col.var = "black")

#se resaltan las variables cuantitativas según el cos2
fviz_famd_var(res.famd, "quanti.var", col.var = "cos2",
  gradient.cols = c("#00AFBB", "#E7B800", "#FC4E07"),
  repel = TRUE)

#resultados para las variables cualitativas:
quali.var <- get_famd_var(res.famd, "quali.var")
quali.var
#se visualizan las variables cualitativas según la calidad de representación en las dos
#primeras dimensiones:
fviz_famd_var(res.famd, "quali.var", col.var = "cos2",
  gradient.cols = c("#00AFBB", "#E7B800", "#FC4E07")
)

#resultados según individuos y las variables cualitativas
fviz_mfa_ind(res.famd,
  habillage = "genero", # color by groups
  palette = c("#00AFBB", "#E7B800", "#FC4E07"),
  repel = TRUE # Avoid text overlapping
)

fviz_mfa_ind(res.famd,
  habillage = "aler", # color by groups
  palette = c("#00AFBB", "#E7B800", "#FC4E07"),
  repel = TRUE # Avoid text overlapping
)

fviz_mfa_ind(res.famd,
  habillage = "animo0", # color by groups
  palette = c("#00AFBB", "#E7B800", "#FC4E07"),
  repel = TRUE # Avoid text overlapping
)

fviz_mfa_ind(res.famd,
  habillage = "horas", # color by groups
  palette = c("#00AFBB", "#E7B800", "#FC4E07"),
  repel = TRUE # Avoid text overlapping
)

#se aplica HCPC
res.hcpc <- HCPC(res.famd, nb.clust=-1,min=3,graph=TRUE)

fviz_cluster(res.hcpc, geom = "point")
res.hcpc$data.clust
res.hcpc$desc.var$quanti
res.hcpc$desc.var$category

```

5-FAMD-HCPC-individuos-Tanda 2.R

```
#se realiza FAMD (Análisis Factorial de Datos Mixtos) para la matriz de datos individuales
#compuesta por 42 observaciones para la Tanda 2 (se removieron los individuos 1 y 17 a
#partir del análisis de PCA, ya que podrían distorsionar el análisis)

library(FactoMineR)
library(vcd)
library(ggplot2)
library(factoextra)
library(gridExtra)

edad<-c(45,25,58,39,28,34,47,33,53,54,48,35,46,28,26,45,42,37,33,28,38,29,30,27,36,42,35,32,38,31,52,40,52,
29,22,30,49,29,30,28,33,39)
genero<-c("hombre","hombre","hombre","hombre","mujer","mujer","mujer","hombre","hombre","mujer","hombre","mujer",
"hombre","hombre","mujer","mujer","mujer","hombre","hombre","mujer","mujer","mujer","mujer","mujer","mujer",
"hombre","mujer","hombre","mujer","hombre","mujer","mujer","mujer","mujer","mujer","mujer","hombre","hombre",
"hombre","hombre","mujer","mujer","mujer","hombre","mujer","hombre")
salud<-c(8,8,7,7,7,7,8,8,8,8,6,7,7,8,6,5,8,7,7,7,8,6,7,7,7,3,7,8,8,9,8,5,5,6,8,6,8,5,7,8,6,10)
animol<-c("Positivo","Positivo","Positivo","Positivo","Positivo","Negativo","Positivo","Positivo","Positivo",
"Positivo","Positivo","Negativo","Positivo","Negativo","Negativo","Negativo","Negativo","Positivo","Positivo",
"Positivo","Negativo","Negativo","Positivo","Positivo","Negativo","Negativo","Positivo","Positivo","Positivo",
"Negativo","Positivo","Negativo","Positivo","Negativo","Positivo","Negativo","Positivo","Positivo","Positivo",
"Positivo","Positivo","Positivo","Negativo","Neutro","Positivo")
horas<-c("<40","<40","<40-60","<40","<40","<40","<40-60","<40-60","<40-60","<40-60","<40-60","<40-60",
"<40-60","<40","<40","<40-60","<40-60","<40","<40","<40-60","<40","<40-60","<40-60","<40","<40",
"<40","<40","<40","<40-60","<40-60","<40","<40","<40","<40-60","<40","<40-60","<40-60","<40")
expruido<-c(4,5,6,5,6,5,5,7,6,5,5,7,5,5,5,8,5,5,4,5,5,5,9,4,5,6,6,5,5,7,5,4,8,6,5,5,5,6,5,5,5,4,5,4,5,6,
7,5,3,8,5,5,5,6,5,5,7,5,4,5,3,5,6,7,6,5)
sens<-c(26,15,23,26,27,20,26,25,21,27,21,23,23,24,28,19,15,11,20,25,28,26,25,12,27,27,24,26,19,21,25,21,23,25,
21,20,16,28,19,24,18,15)
aler<-c("noaler","noaler","noaler","noaler","ALER","noaler","ALER","noaler","noaler","noaler","noaler","noaler",
"noaler","noaler","ALER","ALER","noaler","noaler","noaler","noaler","noaler","ALER","ALER","noaler",
"noaler","noaler","ALER","noaler","ALER","noaler","noaler","noaler","noaler","noaler","noaler","ALER","ALER",
"noaler","noaler","noaler","noaler","ALER","ALER","noaler")
molnumIP2<-c(47,35,43,38,40,32,50,48,8,21,40,27,43,47,34,56,47,42,49,49,5,38,39,37,39,27,15,35,45,51,53,23,40,
53,30,13,14,22,27,9,36,46)
molverbIP2<-c(52,5,27,5,45,35,35,37,5,45,45,12,5,27,5,37,5,27,5,37,5,50,32,5,47,5,45,35,45,40,12,5,35,40,35,
45,25,22,5,32,5,45,55,47,5,25,52,5,45,25,25,15,25,35,7,5,32,5,40)

matrizI2<-data.frame(edad,genero,salud,animol,horas,expruido,sens,aler,molnumIP2,molverbIP2)
matrizI2

class(matrizI2)
str(matrizI2)

#se aplica la función FAMD
res.famd<-FAMD(matrizI2,graph = FALSE)
print(res.famd)

#valores propios y porcentaje acumulado de varianza explicada
res.famd$eig
#se grafican los valores propios y el porcentaje de varianza explicada de cada componente
a <- fviz_eig(res.famd,
choice='eigenvalue',
geom='line')
b <- fviz_eig(res.famd)
grid.arrange(a, b, ncol=2)

# Contribución de la primera dimensión principal
fviz_contrib(res.famd, "var", axes = 1)
# Contribución de la segunda dimensión principal
fviz_contrib(res.famd, "var", axes = 2)
# Contribución de la tercera dimensión principal
fviz_contrib(res.famd, "var", axes = 3)
#La línea roja punteada representa la contribución promedio, es decir, el 100 % de
#contribución dividido entre las diez variables en estudio (= 10 %).

#se genera un gráfico para visualizar la correlación existente entre cada una de las
#variables (categóricas y numéricas) y las dos primeras dimensiones principales.
fviz_famd_var(res.famd, repel = TRUE)

library(plotly)

#se grafican las observaciones individuales de la matriz en un espacio 3D cuyas coordenadas
#corresponden a las tres dimensiones principales.
```

```

val_df <- as.data.frame(res.famd$ind)
x <- cbind(matrizI2, val_df[1:3])
plot_ly(x,
  x = ~coord.Dim.1,
  y = ~coord.Dim.2,
  z = ~coord.Dim.3,
  color = ~genero)
plot_ly(x,
  x = ~coord.Dim.1,
  y = ~coord.Dim.2,
  z = ~coord.Dim.3,
  color = ~animol)
plot_ly(x,
  x = ~coord.Dim.1,
  y = ~coord.Dim.2,
  z = ~coord.Dim.3,
  color = ~horas)
plot_ly(x,
  x = ~coord.Dim.1,
  y = ~coord.Dim.2,
  z = ~coord.Dim.3,
  color = ~aler)

#resultados para las variables cuantitativas
quanti.var <- get_famd_var(res.famd, "quanti.var")
quanti.var

#se genera el círculo de correlaciones para las variables cuantitativas
fviz_famd_var(res.famd, "quanti.var", repel = TRUE,
  col.var = "black")

#se resaltan las variables cuantitativas según el cos2
fviz_famd_var(res.famd, "quanti.var", col.var = "cos2",
  gradient.cols = c("#00AFBB", "#E7B800", "#FC4E07"),
  repel = TRUE)

#resultados para las variables cualitativas:
quali.var <- get_famd_var(res.famd, "quali.var")
quali.var
#se visualizan las variables cualitativas según la calidad de representación en las dos
#primeras dimensiones:
fviz_famd_var(res.famd, "quali.var", col.var = "cos2",
  gradient.cols = c("#00AFBB", "#E7B800", "#FC4E07"))
)

#resultados según individuos y las variables cualitativas
fviz_mfa_ind(res.famd,
  habillage = "genero", # color by groups
  palette = c("#00AFBB", "#E7B800", "#FC4E07"),
  repel = TRUE # Avoid text overlapping
)

fviz_mfa_ind(res.famd,
  habillage = "aler", # color by groups
  palette = c("#00AFBB", "#E7B800", "#FC4E07"),
  repel = TRUE # Avoid text overlapping
)

fviz_mfa_ind(res.famd,
  habillage = "animol", # color by groups
  palette = c("#00AFBB", "#E7B800", "#FC4E07"),
  repel = TRUE # Avoid text overlapping
)

fviz_mfa_ind(res.famd,
  habillage = "horas", # color by groups
  palette = c("#00AFBB", "#E7B800", "#FC4E07"),
  repel = TRUE # Avoid text overlapping
)

#se aplica HCPC
res.hcpc <- HCPC(res.famd, nb.clust=-1,min=3,graph=TRUE)

fviz_cluster(res.hcpc, geom = "point")
res.hcpc$data.clust
res.hcpc$desc.var$quanti
res.hcpc$desc.var$category
res.hcpc$desc.var$test.chi2

```

Anexo F – Información complementaria estadística multivariada

La información expuesta en el presente Anexo fue obtenida del curso “Estadística Multivariada Computacional” (IMERL – Facultad de Ingeniería – UdelAR), dictado por el Dr. Juan Kalemkerian en el año 2022, salvo cuando se indique otra referencia.

- Distancia Euclidiana en R^p :

$$d(x, y) = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + \dots + (x_p - y_p)^2}$$

Donde x e y son vectores en R^p (correspondientes a dos observaciones cualesquiera y sus coordenadas en las p variables de la matriz de datos).

- Distancia Manhattan:

$$d(x, y) = |x_1 - y_1| + |x_2 - y_2| + \dots + |x_p - y_p|$$

Donde x e y son vectores en R^p (correspondientes a dos observaciones cualesquiera y sus coordenadas en las p variables de la matriz de datos).

- Distancia de Mahalanobis:

$$d(x, y) = \sqrt{(x - y)^T S^{-1} (x - y)}$$

Donde x e y son vectores en R^p (correspondientes a dos observaciones cualesquiera y sus coordenadas en las p variables de la matriz de datos) y s es la matriz de varianzas y covarianzas de la matriz de datos.

- Resumen de PCA (análisis de componentes principales)

El análisis de componentes principales busca reducir la dimensionalidad de los datos (p variables originales), perdiendo la menor cantidad de información posible. Es decir, pasar de las p variables originales a r variables ($r < p$) que serán combinaciones lineales de todas las variables originales.

Si $X_1, X_2, \dots, X_p$ son las variables originales de la matriz de datos, entonces:

$$Z_1 = a_{11}X_1 + \dots + a_{1p}X_p$$

... ..

$$Z_r = a_{r1}X_1 + \dots + a_{rp}X_p$$

Los coeficientes $a_{11}, \dots, a_{1p}$ son tales que maximizan la varianza de Z_1 y tienen norma = 1. Para los coeficientes de Z_2 se busca lo mismo, pero que además sean diferentes a los de Z_1 (ni múltiplos), es decir, que no sean combinación lineal de los anteriores.

- Varianza explicada por la primera componente principal:

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_p}$$

Donde λ_1 es el mayor valor propio de la matriz de covarianzas, λ_2 el segundo más grande y así sucesivamente hasta λ_p .

- Varianza explicada por la segunda componente principal:

$$\frac{\lambda_1 + \lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_p}$$

La variabilidad total de los datos es la suma de los p valores propios.

- Criterio del algoritmo k – means

$$C_1, C_2, \dots, C_k = \arg \min_{C_1, C_2, \dots, C_k} \sum_{h=1}^k \sum_{i \in C_h} d^2(x_i, \bar{x}_h)$$

$C_1, C_2, \dots, C_k$ es el conjunto de k clusters que minimiza el argumento: suma de todas las distancias al cuadrado entre los puntos del cluster y el promedio de los datos del cluster, para todos los clusters.

Lo que se busca es recorrer todas las posibilidades de grupos y considerar la que minimice las distancias entre los puntos de cada grupo y el promedio de cada grupo.

Siendo:

$$D = \{x_1, x_2, \dots, x_n\} \text{ } n \text{ datos en } R^p$$

Se cumple que:

$$C_1 \cup C_2 \cup \dots \cup C_k = D$$

Nótese que el algoritmo de particionamiento k-means trabaja con las distancias entre elementos y es necesario definir como dato de entrada el valor de k .

- Clustering jerárquico aglomerativo

Este tipo de técnicas de clustering muchas veces se utilizan para seleccionar el número de clusters (k) para ser ingresado en el algoritmo k-means.

En este caso, se van agrupando los datos comenzando desde $k = n$ clusters, hasta llegar a $k = 1$ cluster. En cada paso se calculan las distancias entre clusters y cuando se minimiza, se agrupa y se continua al siguiente paso. Nótese que, en este caso, a diferencia de k-means, se trabaja con las distancias entre conjuntos (clusters).

Existen varias formas de calcular la distancia entre clusters, por ejemplo:

- “Centroid”: distancia entre centroides.
- “Single”: mínima distancia entre los datos de los clusters, es decir, la distancia entre los puntos más cercanos.
- “Complete”: máxima distancia entre puntos.
- “Average”: el promedio de las distancias entre los puntos de un cluster y los puntos de otro cluster.
- “Median”: la mediana de las distancias entre los puntos de un cluster y los puntos de otro cluster.
- “Ward”: a la distancia entre centroides se la multiplica por $\sqrt{\frac{|C_1||C_2|}{|C_1|+|C_2|}}$, donde $|C_1|$ y $|C_2|$ es el número de puntos de cada cluster.

- Coeficiente de Silhouette

El coeficiente de Silhouette es un índice que refiere a un método de interpretación de la consistencia dentro de grupos de datos. Se define para cada observación como:

$$s_i = \frac{b_i - a_i}{\max\{a_i, b_i\}}$$

Donde:

$a_i = \sum_{x \in C_h} d(x_i, x) * \frac{1}{n_h}$, el cálculo de la distancia x_i a todos los demás elementos de su cluster.

$b_i = \min \sum_{x \in C_{h'}} d(x_i, x) * \frac{1}{n_{h'}}$ el cálculo de la distancia x_i a todos los puntos de los demás clusters.

Luego de calcular s_i para todos los puntos, se promedian los valores y se define SC.

- Inercias de clusters

- La inercia de un cluster mide la concentración de observaciones alrededor de su centroide y se calcula como la suma de las distancias al cuadrado entre cada observación perteneciente al cluster y el centroide.
- La inercia intra-cluster (within) es la suma de las inercias de todos los clusters.
- La inercia inter-cluster (between) mide la separación entre los centroides de los clusters. Esta se calcula como las distancias entre los centroides de los clusters y el centroide de todo el conjunto de datos, al cuadrado, se multiplica todo por el número de elementos del grupo y se suma todo.

- Prueba t de student

Es una prueba estadística paramétrica que se utiliza para verificar o descartar la hipótesis nula de igualdad de medias entre dos poblaciones, con cierto nivel de significancia. Para que los resultados sean válidos, las muestras deben cumplir las siguientes condiciones (Romero, 2019):

- Independientes.
- Distribución normal.
- Igualdad de varianzas.

Se define el estadístico “t”:

$$t = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{N_1} + \frac{s_2^2}{N_2}}}$$

Donde x_i son las medias de las muestras, s_i^2 son las varianzas y N_i son los números de observaciones de cada muestra. A partir del valor de t, se define si se rechaza o acepta la hipótesis nula de igualdad de medias (Claramunt, 2022).

- Prueba Mann-Whitney-Wilcoxon

Es una prueba estadística no paramétrica, la cual usualmente es utilizada como alternativa a la prueba t de student cuando no se cumple la condición de distribución normal (Hart, 2001). Dicho artículo también recalca que la prueba puede detectar diferencias en la forma y la dispersión de las muestras, así como diferencias en las medianas. La idea detrás de esta prueba es que, si las muestras comparadas proceden de la misma población, entonces al unir todas las observaciones y ordenarlas de menor a mayor, sería esperable que las observaciones de una y otra muestra se intercalaran aleatoriamente (Romero, 2019).

- Prueba Fligner-Killeen

Se trata de una prueba no paramétrica de homogeneidad de varianzas, en la cual se comparan las varianzas basándose en la mediana y es una alternativa cuando no se cumple la condición de normalidad (Amat, 2016).

- Prueba Shapiro-Wilk

Se utiliza para comprobar si una muestra sigue una distribución normal, para lo cual se plantea como hipótesis que los datos se distribuyen de forma normal y se busca evidencias de que esto no se cumpla (De Armas y Álvarez-Vaz, 2019).