



**EDUCACIÓN**

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO

# Tecnológico Nacional de México

Centro Nacional de Investigación  
y Desarrollo Tecnológico

## Tesis de Maestría

Modelo de aprendizaje automático para la  
detección de soledad y aislamiento social en  
adultos mayores

presentada por

**Ing. Amado Scott Bello Valle**

como requisito para la obtención del grado de  
**Maestro en Ciencias de la Computación**

Directora de tesis

**Dra. Alicia Martínez Rebollar**

Codirectora de tesis

**Dra. Wendy Aracely Sánchez Gómez**

Cuernavaca, Morelos, México. Enero de 2023.



Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico  
Departamento de Ciencias Computacionales

Cuernavaca, Morelos, **29/noviembre/2022**

OFICIO No. DCC/101/2022  
Asunto: Aceptación de documento de tesis  
CENIDET-AC-004-M14-OFICIO

DR. CARLOS MANUEL ASTORGA ZARAGOZA  
SUBDIRECTOR ACADÉMICO  
PRESENTE

Por este conducto, los integrantes de Comité Tutorial del C. AMADO SCOTT BELLO VALLE, con número de control M20CE027, de la Maestría en Ciencias de la Computación, le informamos que hemos revisado el trabajo de tesis de grado titulado **"MODELO DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO PARA LA DETECCIÓN DE SOLEDAD Y AISLAMIENTO SOCIAL EN ADULTOS MAYORES"**, y hemos encontrado que se han atendido todas las observaciones que se le indicaron, por lo que hemos acordado aceptar el documento de tesis y le solicitamos la autorización de impresión definitiva.

  
\_\_\_\_\_  
DRA. ALICIA MARTÍNEZ REBOLLAR  
Directora de tesis

  
\_\_\_\_\_  
DRA. WENDY ARACELY SÁNCHEZ GÓMEZ  
Codirectora de tesis

  
\_\_\_\_\_  
DRA. MARÍA YASMÍN HERNÁNDEZ PÉREZ  
Revisor

\_\_\_\_\_  
DR. JAVIER ORTIZ HERNÁNDEZ  
Revisor

C.c.p. Depto. Servicios Escolares,  
Expediente / Estudiante  
JGG5/bm



Cuernavaca, Mor., 08/diciembre/2022  
No. De Oficio: SAC/179/2022  
Asunto: Autorización de impresión de tesis

**AMADO SCOTT BELLO VALLE**  
**CANDIDATO AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS**  
**DE LA COMPUTACIÓN**  
**P R E S E N T E**

Por este conducto, tengo el agrado de comunicarle que el Comité Tutorial asignado a su trabajo de tesis titulado **"Modelo de aprendizaje automático para la detección de soledad y aislamiento social en adultos mayores"**, ha informado a esta Subdirección Académica, que están de acuerdo con el trabajo presentado. Por lo anterior, se le autoriza a que proceda con la impresión definitiva de su trabajo de tesis.

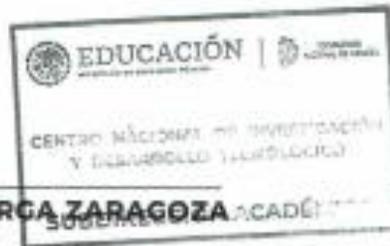
Esperando que el logro del mismo sea acorde con sus aspiraciones profesionales, reciba un cordial saludo,

**ATENTAMENTE**

Excelencia en Educación Tecnológica®  
"Educación Tecnológica al Servicio de México"



**DR. CARLOS MANUEL ASTORGA ZARAGOZA**  
**SUBDIRECTOR ACADÉMICO**



C. C. p. Departamento de Ciencias Computacionales  
Departamento de Servicios Escolares

CMAZ/RMA

## Dedicatoria

Amado Scott  
Por superar el reto profesional de obtener el grado de Maestro en Ciencias

## Agradecimientos

### **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)**

Por el apoyo económico para realizar mis estudios de maestría.

### **Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET)**

Por la oportunidad de formar parte del programa de Maestría en Ciencias de la Computación.

### **Irma**

Por su amor y apoyo incondicional.

### **Pavel**

Por su complicidad, paciencia y comprensión.

### **Alonso Alvarado, Pablo de Buen y Pablo Ibargüengoytia**

Por sus consejos y enseñanzas que me permitieron tener los conocimientos y aptitudes necesarios para crecer en el ámbito profesional.

## Resumen

En México, actualmente los adultos mayores representan el 10% de la población y proyecciones del Consejo Nacional de Población (CONAPO) indican que ese sector de la población aumentará a 15.66% en 2030.

El desarrollo de padecimientos emocionales y psicológicos en la edad avanzada a pesar de ser tratables no son diagnosticados ni tratados adecuadamente. Este problema motiva la preocupación por mejorar la calidad de vida y el bienestar de este segmento de la población.

El aprendizaje automático permite obtener modelos mediante técnicas y algoritmos eficientes y efectivos que nos permiten descubrir patrones útiles para la detección de padecimientos psicológicos.

El objetivo de esta tesis es desarrollar un modelo para detectar soledad y aislamiento social identificando características relevantes de estos padecimientos a partir de la información obtenida del monitoreo de las actividades diarias de un adulto mayor.

Para cumplir el objetivo, el modelo se desarrolló usando una metodología que consta de cuatro procesos: análisis de datos, procesamiento de datos, construcción de modelos y combinación de modelos. El resultado de este proceso genera dos modelos. El modelo de soledad con el algoritmo AdaBoost con Random Forest logró un accuracy del 70% y el modelo de aislamiento social con el algoritmo k-Nearest-Neighbor logró un accuracy de 80%.

Para evaluar estos modelos, se obtuvieron nuevos datos de participantes para la determinar el nivel de soledad y aislamiento social. Este proceso demuestra que modelo acierta en un 92% en la clasificación de soledad, 80% en la clasificación de aislamiento social y un 76% en la clasificación de los participantes combinando ambos padecimientos.

## Abstract

In Mexico, older adults currently represent 10% of the population. Projections by the National Population Council (CONAPO) indicate that this sector of the population will increase to 15.66% in 2030.

The development of emotional and psychological ailments in the elderly, although treatable, are not adequately diagnosed or treated. This problem motivates the concern for improving the quality of life and well-being of this segment of the population.

Machine learning allows us to obtain models through efficient and effective techniques and algorithms that allow us to discover useful patterns for the detection of psychological ailments.

The objective of this thesis is to develop a model to detect loneliness and social isolation by identifying relevant characteristics of these conditions from information obtained by monitoring the daily activities of an older adult.

To meet the objective, the model was developed using a methodology consisting of four processes: data analysis, data processing, model building and model combination. The result of this process generates two models. The loneliness model with the AdaBoost algorithm with Random Forest achieved an accuracy of 70% and the social isolation model with the k-Nearest-Neighbor algorithm achieved an accuracy of 80%.

To evaluate these models, new data were obtained from participants to determine the level of loneliness and social isolation. This process shows that the model is 92% accurate in the classification of loneliness, 80% accurate in the classification of social isolation and 76% accurate in the classification of participants combining both conditions.

## Contenido

Aceptación de documento de tesis .....	I
Autorización de impresión de tesis .....	II
Dedicatoria .....	III
Agradecimientos.....	IV
Resumen .....	V
Abstract .....	VI
Lista de tablas y figuras .....	X
<b>Capítulo 1</b> Introducción.....	1
1.1 Introducción.....	2
1.2 Planteamiento del problema.....	3
1.3 Objetivos.....	4
1.3.1 General .....	4
1.3.2 Específicos .....	4
1.4 Metodología de solución .....	4
1.5 Estructura de la tesis .....	6
<b>Capítulo 2</b> Marco conceptual .....	7
2.1 Antecedentes.....	8
2.2 Conceptos de la investigación .....	8
2.2.1 Soledad .....	8
2.2.2 Aislamiento social.....	9
2.2.3 Adulto mayor .....	9
2.2.4 Modelo de aprendizaje automático .....	9
2.2.5 Algoritmos de clasificación .....	10
<b>Capítulo 3</b> Estado del arte .....	12
3.1 Criterios de análisis.....	13
3.2 Modelos de soledad .....	13
3.2.1 Sistema doméstico inteligente para evaluar de forma discreta y continua la soledad en adultos mayores.....	13
3.2.2 Predicción de soledad en adultos mayores mediante procesamiento de lenguaje natural: Exploración de las diferencias de sexo en el habla.....	14
3.2.3 Inferencia de niveles de soledad en adultos mayores a partir de teléfonos inteligentes.....	15

3.2.4 Estimación de la soledad emocional y social en adultos mayores con el desarrollo de redes neuronales artificiales y modelos de regresión lineal múltiple.....	16
3.3 Modelos de aislamiento social .....	16
3.3.1 Inferencia de aislamiento social en adultos mayores a través de inteligencia ambiental y redes sociales.....	16
3.3.2 Detección de aislamiento social mediante sensores en adultos mayores de la comunidad Nadee .....	17
3.3.3 Identificación automática del aislamiento social a partir de los relatos clínicos de pacientes con cáncer de próstata .....	18
3.4 Modelos de soledad y aislamiento social.....	19
3.4.1 Identificación de fenotipos conductuales de soledad y aislamiento social con sensores pasivos: Análisis estadístico, minería de datos y aprendizaje automático de datos de teléfono inteligente y de Fitbit .....	19
3.4.2 ¿Importan las palabras? Detección de aislamiento social y soledad en personas mayores mediante el procesamiento del lenguaje natural .....	20
3.5 Conclusiones.....	21
<b>Capítulo 4</b> Modelo para detección de soledad y aislamiento social en adultos mayores...	23
4.1. Análisis de datos .....	24
4.1.1 Análisis de datos de soledad .....	24
4.1.2 Análisis de datos de aislamiento social .....	26
4.2 Procesamiento de datos.....	29
4.2.1 Transformación de datos.....	29
4.2.2 División de los datos de entrenamiento y de prueba .....	30
4.2.3 Balanceo de clases.....	30
4.2.4 Selección de atributos .....	31
4.3. Construcción del modelo predictivo .....	34
4.4. Combinación de modelos .....	37
<b>Capítulo 5</b> Evaluación y resultados del modelo .....	42
5.1. Grupo de estudio.....	43
5.2. Proceso de recolección de datos.....	43
5.3. Análisis de datos .....	52
5.4 Evaluación.....	53
5.5 Resultados .....	59
<b>Capítulo 6</b> Conclusiones y trabajos futuros .....	62
6.1 Conclusiones.....	63

6.2 Trabajos futuros.....	63
6.3 Logros obtenidos .....	63
6.2.1 Artículo científico.....	63
6.2.2 Presentación en congreso .....	65
6.2.3 Cursos .....	65
6.2.4 Otros .....	66
Referencias .....	67
Anexos .....	72
Anexo 1 .....	73
Anexo 2 .....	75
Anexo 3 .....	76
Anexo 4 .....	79

## Lista de tablas y figuras

Figura 1 Metodología del modelo propuesto.....	5
Figura 2 Metodología del modelo de soledad y aislamiento social .....	24
Figura 3 Niveles de soledad .....	26
Figura 4 Niveles de aislamiento social.....	28
Figura 5 Evaluación de modelos de soledad y aislamiento social.....	39
Figura 6 Clasificación de las personas con alto riesgo de aislamiento social.....	39
Figura 7 Clasificación de las personas con bajo riesgo de aislamiento social.....	40
Figura 8 Clasificación de las personas con soledad .....	40
Figura 9 Clasificación de las personas con principios de soledad .....	41
Figura 10 Clasificación de las personas sin soledad .....	41
Figura 11 Proceso de evaluación de los modelos.....	54
Figura 13 Clasificación de los participantes 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 14, 16, 18, 20, 22, 23 y 25 .....	57
Figura 14 Clasificación de los participantes 5, 8, 11, 13 y 19 .....	57
Figura 15 Clasificación del participante 6.....	57
Figura 16 Clasificación de los participantes 12, 17 y 21 .....	58
Figura 17 Clasificación del participante 15.....	58
Figura 18 Clasificación del participante 24.....	59
Figura 19 Clasificación de soledad.....	59
Figura 20 Clasificación de aislamiento social .....	60
Figura 21 Clasificación de soledad y aislamiento social .....	61
Tabla 1 Comparativa del estado del arte .....	21
Tabla 2 Preguntas del cuestionario de soledad.....	25
Tabla 3 Niveles de soledad .....	26
Tabla 4 Preguntas del cuestionario de aislamiento social .....	27
Tabla 5 Niveles de aislamiento social .....	28
Tabla 6 Transformación de datos .....	29
Tabla 7 División de datos de soledad .....	30
Tabla 8 División de datos de aislamiento social .....	30
Tabla 9 Balanceo de clases de soledad.....	31
Tabla 10 Balanceo de clases de aislamiento social .....	31
Tabla 11 Atributos relevantes de soledad.....	32
Tabla 12 Atributos relevantes aislamiento social.....	33
Tabla 13 Comparación de modelos de soledad y aislamiento social .....	36
Tabla 14 Atributos comunes de los modelos de soledad y aislamiento social .....	37
Tabla 15 Comparación de modelos de soledad y aislamiento social con atributos comunes .....	38
Tabla 16 Descripción del participante 1 .....	44
Tabla 17 Descripción del participante 2 .....	44
Tabla 18 Descripción del participante 3 .....	45
Tabla 19 Descripción del participante 4 .....	45
Modelo de aprendizaje automático para la detección de soledad y aislamiento social en adultos mayores	X

Tabla 20 Descripción del participante 5 .....	45
Tabla 21 Descripción del participante 6 .....	46
Tabla 22 Descripción del participante 7 .....	46
Tabla 23 Descripción del participante 8 .....	46
Tabla 24 Descripción del participante 9 .....	47
Tabla 25 Descripción del participante 10 .....	47
Tabla 26 Descripción del participante 11 .....	47
Tabla 27 Descripción del participante 12 .....	48
Tabla 28 Descripción del participante 13 .....	48
Tabla 29 Descripción del participante 14 .....	48
Tabla 30 Descripción del participante 15 .....	49
Tabla 31 Descripción del participante 16 .....	49
Tabla 32 Descripción del participante 17 .....	49
Tabla 33 Descripción del participante 18 .....	50
Tabla 34 Descripción del participante 19 .....	50
Tabla 35 Descripción del participante 20 .....	50
Tabla 36 Descripción del participante 21 .....	51
Tabla 37 Descripción del participante 22 .....	51
Tabla 38 Descripción del participante 23 .....	51
Tabla 39 Descripción del participante 24 .....	52
Tabla 40 Descripción del participante 25 .....	52
Tabla 41 Información demográfica de los participantes.....	53
Tabla 42 Análisis estadístico de los participantes .....	53
Tabla 43 Comparación de clasificación de Soledad.....	54
Tabla 44 Comparación de clasificación de Aislamiento social .....	55
Tabla 45 Comparación de clasificación cuestionarios con modelo combinado.....	56

# Capítulo 1

## Introducción

---

Si la felicidad tuviera una forma, tendría forma de cristal, porque puede estar a tu alrededor sin que la notes – Lelouch Lamperouge.

En este capítulo se presenta una descripción general del trabajo de tesis y la estructura del documento.

## 1.1 Introducción

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2022) indica que el ritmo de envejecimiento de la población es mucho más rápido que en el pasado, por lo que, entre 2015 y 2050, el porcentaje de los habitantes del planeta mayores de 60 años casi se duplicará y pasará del 12% al 22%.

En México, actualmente los adultos mayores representan el 10% de la población y proyecciones del Consejo Nacional de Población (CONAPO) indican que ese sector de la población aumentará a 15.66% en 2030 (INAPAM, 2018).

Este cambio demográfico tiene varias consecuencias en la independencia y en la vida familiar de este sector de la población. Cuidar la salud a lo largo de la vida y prevenir la enfermedad puede evitar o retrasar la aparición de enfermedades crónicas y no transmisibles, como las enfermedades neurológicas (Vázquez de la Torre Cervera, 2013).

Estudios del Instituto Nacional de las mujeres (INMUJERES, 2015) indican que el problema del desarrollo de padecimientos emocionales y psicológicos se puede asociar a la prevalencia de trastornos afectivos, cognitivos y conductuales. Estos padecimientos en la edad avanzada a pesar de ser tratables no son diagnosticados ni tratados adecuadamente. Este problema motiva la preocupación por mejorar la calidad de vida y el bienestar de este segmento de la población.

Por otro lado, las nuevas tecnologías de comunicación y de información proporcionan diferentes maneras de monitorear las actividades diarias y de comportamiento de las personas. Esta información puede ser analizada con estadística que pueden ayudar a predecir ciertos comportamientos.

Las disciplinas de estadística, minería de datos (Aggarwal, 2015) y aprendizaje automático tienen un papel muy importante en la comprensión y descripción de características de un conjunto de datos. Estas disciplinas se utilizan en la búsqueda de relaciones y patrones de datos para construir modelos de comportamiento (Bishop, 2006). La minería de datos y el reconocimiento de patrones nos permiten obtener modelos mediante técnicas y algoritmos eficientes y efectivos que nos permiten descubrir patrones útiles para la detección de padecimientos psicológicos.

En la literatura existen investigaciones dedicadas al desarrollo de modelos enfocados en la detección de problemas de salud en adultos mayores, como la predicción de patrones de actividad (Wang, Kung, & Byrd, 2018), el riesgo de fragilidad (Tarekegn, et al., 2020), el análisis de cambios de comportamiento y de salud (Jouini, Houaidia, & Saidane, 2020), el análisis de los factores que afectan a la presencia de lesiones cerebrales traumáticas en los

adultos mayores en accidentes de tráfico (Lee, y otros, 2021) e incluso la predicción de la gravedad del COVID-19 en adultos mayores (Zeng, y otros, 2020).

En este trabajo de tesis se aborda el desarrollo de un modelo para la detección de soledad y aislamiento social en adultos mayores con técnicas de aprendizaje automático. Este tema se fundamenta en el planteamiento del problema.

## 1.2 Planteamiento del problema

Estudios y proyecciones de población del Consejo Nacional de Población (CONAPO) indican que en 2030 la población de adultos mayores será de 20 millones 365 mil 839 personas, cifra que representará el 15.66% de la población (INAPAM, 2018).

Estudios de la Academia Nacional de Ciencia, Ingeniería y Medicina demuestran que la soledad y el aislamiento social representan un importante riesgo de mortalidad en adultos mayores. El riesgo de mortalidad de estos padecimientos es comparable a otros factores de riesgo como la hipertensión arterial, el tabaquismo o la obesidad (The National Academies of Sciences Engineering and Medicine, 2020).

Por un lado, los estudios del Consejo Nacional de Población y de la Academia Nacional de Ciencia, Ingeniería y Medicina respaldan las investigaciones de soledad y aislamiento social en adultos mayores. Por otro lado, los profesionales de la salud tienen la tarea de identificar, prevenir y reducir los efectos negativos para la salud provocada por el aislamiento social y la soledad en adultos mayores.

Por lo que, para ayudar con la tarea de los profesionales de la salud, el aprendizaje automático se ha utilizado ampliamente para permitir la toma de decisiones y apoyar en la atención preventiva en el tema de salud (The National Academies of Sciences Engineering and Medicine, 2020) (Wang, Kung, & Byrd, 2018).

En el área de la salud mental existen modelos predictivos como el trastorno bipolar (Abaei & Osman, 2020), el delirio en adultos mayores (Perez-Ros, et al., 2018), las emociones sociales (Li, et al., 2017), la detección y regulación de estados emocionales (Fernández-Caballero, et al., 2016), el bienestar emocional en adultos mayores (Bond, et al., 2017), la soledad en adultos mayores (Badal, et al., 2021) (Sanchez, et al., 2015) (Austin J. , et al., 2016) (Wong, Chau, Fang, & Woo, 2017) (Akgül, Uzunhisarlikçi, & Kavuncuoğlu, 2020) (Doryab, et al., 2019) y el aislamiento social (Doryab, et al., 2019) (Goonawardene, Toh, & Tan, 2017) (Campos, et al., 2015) (Zhu, et al., 2019) (Martinez Rebollar, et al., 2020).

Los modelos anteriores se construyeron analizando diferentes tipos de datos, como datos conductuales (Jouini, Houaidia, & Saidane, 2020) (Fernández-Caballero, et al., 2016) (Sanchez, et al., 2015), (Wong, Chau, Fang, & Woo, 2017) (Akgül, Uzunhisarlikçi, & Kavuncuoğlu, 2020) (Doryab, et al., 2019) (Goonawardene, Toh, & Tan, 2017) (Campos, et al., 2015) (Martinez Rebollar, et al., 2020), datos fisiológicos (Lee, y otros, 2021) (Fernández-

Caballero, et al., 2016) (Bond, et al., 2017), expresiones faciales (Fernández-Caballero, et al., 2016) (Bond, et al., 2017), datos de texto (Abaei & Osman, 2020) (Li, et al., 2017) (Badal, et al., 2021) (Zhu, et al., 2019), datos de imágenes (Li, et al., 2017), datos clínicos (Tarekegn, et al., 2020) (Zeng, y otros, 2020) (Perez-Ros, et al., 2018) (Zhu, et al., 2019) y sitios de redes sociales (Campos, et al., 2015).

Investigaciones previas a esta tesis (Sanchez, et al., 2015) (Campos, et al., 2015) lograron identificar, de manera independiente, atributos que se pueden monitorizar de forma no invasiva en adultos mayores a través de teléfonos inteligentes. Por lo que, esta tesis propone tomar esos atributos e identificar aquellos atributos comunes entre soledad y aislamiento social y generar un solo modelo que permita con una sola entrada de datos clasificar los dos padecimientos.

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 General

Desarrollar un modelo de aprendizaje automático para detectar soledad y aislamiento social identificando características relevantes de estos padecimientos a partir de la información obtenida del monitoreo de las actividades diarias de un adulto mayor.

### 1.3.2 Específicos

Los objetivos específicos se definieron para lograr el objetivo general de la investigación:

- Desarrollo y análisis de un conjunto de datos de soledad y aislamiento social.
- Preprocesamiento de los datos recolectados.
- Desarrollo de un modelo de aprendizaje automático para la detección de soledad y aislamiento social.
- Desarrollo de un nuevo conjunto de datos para la validación del modelo.

## 1.4 Metodología de solución

La metodología de solución describe el proceso para desarrollar el modelo para la detección de soledad y aislamiento social en adultos mayores. Esta metodología consta de 4 procesos principales: análisis de datos, procesamiento de datos, construcción de modelos y combinación de modelos.

**Fase 1. Análisis de datos.** En esta fase se definen y analizan los datasets de soledad (Sanchez, et al., 2015) y aislamiento social (Campos, et al., 2015). El objetivo de esta fase es obtener los datos del estudio.

**Fase 2. Procesamiento de datos.** En esta fase se procesan los datos analizados en la fase anterior. Esta fase integra las siguientes actividades: transformación de datos, separación

de datos de entrenamiento y prueba, balanceo de clases y selección de atributos relevantes. El objetivo de esta fase es mejorar la eficiencia del proceso de minería de datos.

**Fase 3. Construcción de modelos.** En esta fase se desarrollan modelos de soledad y aislamiento social. Incluye la generación de modelos con diferentes algoritmos de clasificación y sus respectivas evaluaciones a través de las métricas obtenidas.

**Fase 4. Combinación de modelos.** En esta fase se analizan los modelos generados en la fase 3 para identificar y seleccionar los atributos comunes entre los modelos. Las características se utilizan para la construcción del modelo combinado de soledad y aislamiento social.

Esta metodología se puede ver en la figura 1.

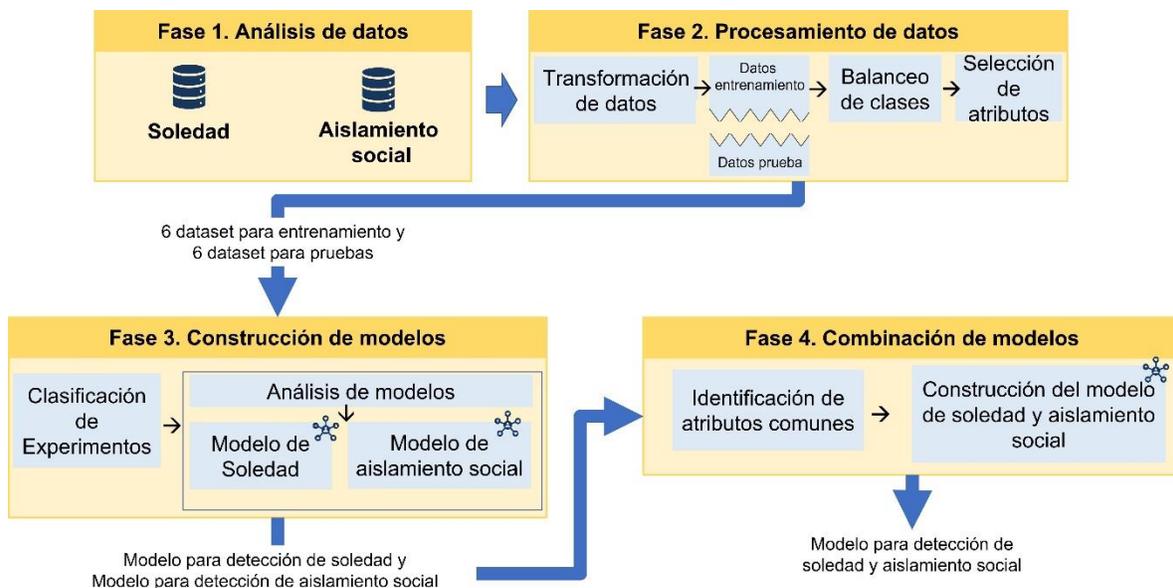


Figura 1 Metodología del modelo propuesto

## 1.5 Estructura de la tesis

La estructura del documento de tesis es el siguiente:

- **Capítulo 2. Marco conceptual.** En este capítulo se definen antecedentes y conceptos básicos utilizados en la tesis.
- **Capítulo 3. Estado del arte.** En este capítulo se describen los trabajos relacionados a la investigación de la tesis. Se incluyen trabajos de desarrollo de modelos de comportamiento enfocados en la detección de soledad, aislamiento social y soledad junto con aislamiento social.
- **Capítulo 4. Modelo para detección de soledad y aislamiento social.** En este capítulo se describe el proceso para desarrollar el modelo para detección de soledad y aislamiento social en adultos mayores. Se detalla cada una de las fases de la metodología propuesta para obtener el modelo.
- **Capítulo 5. Evaluación y resultados del modelo.** En este capítulo se describe el proceso de evaluación del modelo, el grupo de estudio utilizado y los resultados del proceso de comparación del modelo contra la clasificación de los estados psicológicos del grupo de estudio.
- **Capítulo 6. Conclusiones y trabajos futuros.** En este capítulo se presentan las conclusiones: las contribuciones, lecciones aprendidas y actividades futuras del trabajo de tesis.

# Capítulo 2

## Marco conceptual

---

Recuerda, en nuestra vida nosotros no somos lectores, sino escritores – Gintoki Sakata

En este capítulo se definen los antecedentes y los conceptos básicos utilizados en este documento de tesis.

## 2.1 Antecedentes

Los antecedentes fundamentan el estudio de las variables de soledad y aislamiento social relacionados con esta propuesta de investigación. Estos antecedentes pertenecen al Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET) con los siguientes temas de tesis de maestría y doctorado.

El tema de tesis doctoral *Detección de Aislamiento Social en Adultos Mayores a través de Inteligencia Ambiental y Sitios de Redes Sociales* (Campos Francisco, 2015) presenta el desarrollo de un método para detectar etapas tempranas de aislamiento social en los adultos mayores. El trabajo de investigación define un modelo predictivo que permite inferir el grado de riesgo de aislamiento social a través de las interacciones sociales que desempeña un adulto mayor. Las interacciones sociales consideradas en este trabajo de investigación son actividades que pueden ser monitorizadas mediante mecanismos de Inteligencia Ambiental y sitios de redes sociales. Estas actividades se agrupan en: a) Actividades de comunicación a través de teléfonos móviles y sitios de redes sociales y b) Actividades de movilidad dentro y fuera del hogar a través de sistemas de identificación por radiofrecuencia y de posicionamiento global.

El tema de tesis de maestría *Determinación del Nivel de Soledad Subjetiva en Adultos Mayores a través del Sensado en Smartphones* (Sánchez Gómez, 2013) presenta el desarrollo e implementación de un método para determinar el nivel de soledad de un adulto mayor, monitoreando sus actividades a través de un dispositivo móvil. La detección de la soledad se lleva a cabo registrando las llamadas realizadas y recibidas, el número de veces que sale de casa, el tiempo que pasa dentro y fuera de casa, además de datos personales del adulto mayor. La extracción de la información se hace a través de un Smartphone, de manera transparente al usuario, explotando el sensor GPS embebido en el dispositivo móvil y del registro de las llamadas de los participantes.

## 2.2 Conceptos de la investigación

### 2.2.1 Soledad

La soledad es un malestar emocional doloroso en donde la persona se siente incomprendida y rechazada. Este problema se presenta en todas las edades, pero se acentúa con mayor frecuencia en la etapa de la vejez (Salinas, 1947) (Weiss, 1974). Weiss propuso la existencia de una tipología para la soledad, dividiéndola en: soledad emocional y soledad social.

La soledad emocional consiste en la falta de una relación intensa o relativamente perdurable con otra persona. Estas relaciones pueden ser de tipo romántico o relaciones personales que generen sentimientos de afecto y seguridad.

Modelo de aprendizaje automático para la detección de soledad y aislamiento social en adultos mayores

La soledad social involucra la no pertenencia a un grupo o red social, y pueden tratarse de un grupo de amigos que participen juntos en actividades sociales o de cualquier grupo que proporcione un sentido de pertenencia. Se basa en el hecho de compartir preocupaciones, trabajo u otra actividad.

### 2.2.2 Aislamiento social

El aislamiento social es la falta de contacto sociales y el tener pocas personas, familiares o amigos, con las que se puede interactuar con regularidad (Instituto Nacional Sobre el Envejecimiento, 2021).

Los adultos mayores tienen un mayor riesgo de aislamiento social debido a los cambios en la salud y las conexiones sociales que pueden ocurrir con el envejecimiento, así como la pérdida de audición, visión y memoria, una discapacidad, problemas de movilidad o la pérdida de familiares y amigos.

El aislamiento social se asocia con tener un mayor riesgo de sufrir problemas de salud mental, como la ansiedad y la depresión (Radecka, 2021) y puede estar relacionados con pensamientos suicidas e intentos de suicidio, un sueño menos reconfortante, disminución de la capacidad para regular la alimentación, estrés, mayor dificultad para prestar atención y realizar tareas complejas (Brennan, 2021).

### 2.2.3 Adulto mayor

Según la OMS, el término adulto mayor refiere a cualquier persona, sea hombre o mujer que sobrepase los 60 años de edad (Varela & Tello, 2011).

La vejez es la etapa de la vida cuyo inicio es determinado por cada sociedad. Actualmente, en los países en desarrollo como México se acepta como inicio de la vejez los 60 años, mientras que en los países desarrollados esa edad es a los 65 años (Instituto Nacional de Geriátrica, 2017) (INAPAM, 2019).

### 2.2.4 Modelo de aprendizaje automático

Un modelo de aprendizaje automático es una salida de información que se genera cuando entrenamos un algoritmo de aprendizaje automático con grandes cantidades de datos (Witten I. H., Frank, Hall, & Pal, 2016).

Para generar estos modelos se implementan diferentes técnicas y algoritmos de aprendizaje automático como: árboles de decisiones, reglas de asociación, algoritmos genéticos, redes neuronales artificiales, vectores de soporte, *clustering*, redes bayesianas, entre otras técnicas.

### 2.2.5 Algoritmos de clasificación

La clasificación en minería de datos es una técnica supervisada, donde se determina por medio de una función o mapeo si elementos pertenecen o no a una determinada clase entre varias clases predefinidas (Hernández-Leal, Duque-Méndez, & Moreno-Cadavid, 2017) (Witten I. H., Frank, Hall, & Pal, 2016).

Los algoritmos de clasificación dependen del problema de clasificación a resolver. Para el estudio se consideran seis de los diez principales algoritmos de minería de datos identificados por la Conferencia Internacional IEEE sobre Minería de Datos (Wu, y otros, Top 10 algorithms in data mining, 2008):

1. C4.5. Es un algoritmo de clasificación usado para generar un árbol de decisión desarrollado por Ross Quinlan. El algoritmo construye árboles de decisión a partir de un grupo de datos de entrenamiento usando el concepto de entropía de información. El árbol generado contiene nodos. Cada nodo elige un atributo de los datos que divida el conjunto de muestras en subconjuntos. Estos subconjuntos son creados bajo el criterio normalizado para ganancia de información (diferencia de entropía). Así se va recorriendo el árbol hasta llegar a una hoja que representa la clase (Quinlan, 1993).
2. CART. Es un algoritmo de clasificación basado en un árbol de decisión binario de algoritmos y estructuras de datos. El árbol generado contiene nodos. Cada nodo raíz representa una única variable de entrada y un punto de división en esa variable. Los nodos hoja del árbol contienen una variable de salida que se utiliza para hacer una predicción. (Breiman, Friedman, Olshen, & Stone, 1984).
3. Support Vector Machine (SVM). Es un algoritmo de aprendizaje automático supervisado que puede utilizarse tanto para problemas de clasificación como de regresión. El algoritmo crea una línea o frontera de decisión llamada hiperplano. El hiperplano puede separar el espacio n-dimensional (donde n es el número de características) en clases para clasificar un nuevo punto de datos en la categoría correcta (Cristianini & Shawe-Taylor, 2000) (Chang & Lin, 2001).
4. AdaBoost – Random Forest. AdaBoost es un algoritmo utilizado para potenciar un clasificador de clase nominal (Freund & Schapire, 1996). Random Forest es un algoritmo de clasificación que combina árboles de decisión. Cada árbol depende de los valores de un vector aleatorio (Breiman, 2001). El uso de una selección aleatoria de características para dividir cada nodo produce tasas de error que se comparan favorablemente con Adaboost (Freund & Schapire, 1996).
5. k Nearest Neighbor (kNN). Es un algoritmo de clasificación basado en instancias. El algoritmo clasifica un nuevo dato en una clase dependiendo de cuántos  $k$  vecinos tenga más cerca de una clase o de otra. Para realizar esto, se calcula la distancia del elemento nuevo a cada uno de los existentes, y se ordenan dichas distancias de

menor a mayor para ir seleccionando la clase a la que pertenece (Aha, Kibler, & Albert, 1991).

6. Naive Bayes. Es un algoritmo de clasificación probabilístico basado en los teoremas de Bayes. Este algoritmo utiliza técnicas Bayesianas, pero trata todas las variables como independientes unas de otras. La clasificación se realiza proporcionando una forma de calcular la probabilidad posterior de que ocurra un cierto evento dadas algunas probabilidades de eventos anteriores (John & Langley, 1995).

Para determinar el rendimiento de los algoritmos clasificadores se utilizan varias métricas de evaluación (Ilyas & Chu, 2018). Las métricas de este trabajo de tesis son las siguientes:

- *Accuracy*. Es una métrica que mide el porcentaje de casos que el modelo ha acertado.
- *Precision*. Se define como el número de coincidencias verdaderas comparadas dividido por el número total de coincidencias comparadas del conjunto de datos. Con esta métrica se indica la calidad de la predicción, indicando que el porcentaje de clases predichas correctamente, en realidad lo son.
- *Recall*. Se define como el número de coincidencias verdaderas comparadas dividido por el número total de coincidencias verdaderas en el conjunto de datos. Con esta métrica se indica la cantidad de aciertos, indicando el porcentaje de clases que se lograron identificar correctamente.
- *F1 Score*. Con esta métrica se compara el rendimiento combinado de *Precision* y *Recall* en una sola medida.

Para realizar esta tarea se utilizaron tres métodos:

1. Método **CorrelationAttributeEval** que evalúa la correlación (de Pearson) entre un atributo y la clase objetivo. Para considerar como atributos relevantes se consideró aquellos atributos que tengan una correlación positiva o negativa de moderada a alta (cerca de -1 o 1).
2. Método **CfsSubsetEval** con el criterio de búsqueda *Greedy Stepwise*, que evalúa el valor de un subconjunto de atributos considerando la capacidad predictiva individual de cada atributo junto con el grado de redundancia entre ellos. Para considerar como atributos relevantes se consideraron todos los que el método indica.
3. Método **InfoGainAttributeEval** con el criterio de búsqueda *Ranker*, que evalúa el valor de un atributo midiendo la ganancia de información (entropía) con respecto a la clase objetivo.

# Capítulo 3

## Estado del arte

---

Será que Dios creó al hombre o que el hombre creó a Dios – Yuuichi Onodera

En este capítulo se presenta un resumen general del estado del arte relacionados con el proyecto de investigación. En la sección 3.1 se indican los criterios utilizados para el análisis de los trabajos de investigación. En las secciones siguientes se presentan los trabajos clasificados en 3 categorías: 3.2 Modelos de soledad, 3.3 Modelos de aislamiento social y 3.4 Modelos de soledad y aislamiento social.

### 3.1 Criterios de análisis

Los trabajos de investigación se describen de acuerdo con tres criterios. Estos criterios se seleccionaron con el objetivo de realizar una comparación objetiva de los trabajos.

- **Descripción general del trabajo.** Describe los aspectos generales y los objetivos del trabajo de investigación.
- **Metodología utilizada.** Describe la metodología, tareas o actividades utilizadas para desarrollar el trabajo de investigación.
- **Resultados obtenidos.** Describe los resultados de las métricas de evaluación de los trabajos de investigación.

### 3.2 Modelos de soledad

3.2.1 Sistema doméstico inteligente para evaluar de forma discreta y continua la soledad en adultos mayores

*A Smart-Home System to Unobtrusively and Continuously Assess Loneliness in Older Adults* (Austin J. , et al., 2016).

#### **Descripción general del trabajo**

Los autores representan un sistema para estimar la soledad en adultos mayores utilizando un conjunto de sensores en el hogar. Los sensores utilizados y las métricas desarrolladas para medir los comportamientos son el movimiento de los adultos mayores, la apertura y cierre de puertas, las llamadas entrantes y salientes y el uso de computadora.

#### **Metodología utilizada**

Los movimientos de los adultos mayores se captan mediante sensores de movimiento inalámbricos. Los eventos de apertura y cierre de puertas se capturan mediante sensores de contacto instalados en las puertas. Las actividades de llamadas se captan mediante monitores telefónicos. El comportamiento de la computadora se capta mediante un software. Estos datos se transfieren a un servidor donde se almacenan en una base de datos local.

Modelo de aprendizaje automático para la detección de soledad y aislamiento social en adultos mayores

Con la información obtenida se generan algoritmos diferentes para: (1) Horas fuera de casa, (2) Actividad de llamadas, (3) Velocidad al caminar, (4) Movilidad. Estos cuatro algoritmos se construyen con un clasificador de regresión logística de forma probabilística que determina la relación entre el comportamiento en casa y la soledad a lo largo del tiempo.

### **Resultados obtenidos**

Para la evaluación de este trabajo, los autores obtuvieron datos de 16 adultos mayores durante 8 meses. La soledad se evaluó mediante la escala de soledad de la Universidad de California en Los Ángeles (UCLA) (Russell, Peplau, & Cutrona, 1980).

Los resultados mostraron que la soledad está significativamente asociada con el tiempo fuera de casa y el número de veces que usa la computadora.

3.2.2 Predicción de soledad en adultos mayores mediante procesamiento de lenguaje natural: Exploración de las diferencias de sexo en el habla

*Prediction of Loneliness in Older Adults using Natural Language Processing: Exploring Sex Differences in Speech* (Badal, et al., 2021).

### **Descripción general del trabajo**

Los autores proponen la detección de soledad empleando técnicas de inteligencia artificial para evaluar las entrevistas sobre la soledad con procesamiento del lenguaje natural. El lenguaje natural se utiliza para cuantificar el sentimiento y las características que indican la soledad en el texto de voz transcrito de los adultos mayores.

### **Metodología utilizada**

Se utilizan métodos de procesamiento de lenguaje natural para identificar segmentos relevantes de una entrevista cualitativa sobre la experiencia de la soledad y una escala cuantitativa de autoinforme de la Universidad de California en Los Ángeles (Russell, Peplau, & Cutrona, 1980) para determinar el nivel de soledad de los participantes. Los participantes son adultos mayores de habla inglesa con un rango de edad de 66 a 94 años de una comunidad en el condado de San Diego.

Mediciones: Las entrevistas son grabadas y transcritas manualmente. Las transcripciones se examinan utilizando enfoques de procesamiento de lenguaje natural para cuantificar el sentimiento y las emociones expresadas.

## Resultados obtenidos

En la evaluación de este trabajo, los autores indican que los individuos solitarios mostraron tristeza y respuestas más largas respecto a las preguntas sobre la soledad. Las mujeres eran más propensas a sentirse solas. Los hombres utilizaron más palabras de miedo y alegría en sus respuestas.

Los modelos predictivos resultantes predijeron la soledad cualitativa con un 94% de *accuracy* y la soledad cuantitativa con un 76% de *accuracy*.

### 3.2.3 Inferencia de niveles de soledad en adultos mayores a partir de teléfonos inteligentes

*Inferring loneliness levels in older adults from smartphones* (Sanchez, et al, 2015).

## Descripción general del trabajo

Los autores proponen cuatro modelos predictivos para determinar cada aspecto de la soledad: soledad familiar, soledad conyugal, soledad social y crisis existencial, por medio de la escala ESTE-R (Rubio & Aleixandre, 1999). Los modelos predictivos se implementan en una aplicación móvil llamada "¡Vive!" que recoge los datos y predice la soledad.

## Metodología utilizada

Los modelos son desarrollados con técnicas de aprendizaje automático bajo la metodología: (1) Colección de datos: sexo; estado civil; sufre enfermedad; situación laboral; llamadas entrantes y salientes de familiares, amigos y conocidos; mensajes entrantes y salientes de familiares, amigos y conocidos; número de salidas a supermercados, centros comerciales, restaurantes, iglesias, visitas a familiares, amigos y conocidos; (2) Atributos relevantes, (3) Clasificación, (4) Balanceo de datos, (5) Evaluación de modelos.

## Resultados obtenidos

Para la evaluación de este trabajo, los autores indican que la aplicación móvil se evaluó con 12 participantes. Los resultados mostraron que la aplicación móvil obtuvo un *accuracy* del 91.67% para la soledad familiar, un *accuracy* del 83.34% para la soledad conyugal, un *accuracy* del 66.67% para la soledad social y un *accuracy* del 83.34% para la crisis existencial.

### 3.2.4 Estimación de la soledad emocional y social en adultos mayores con el desarrollo de redes neuronales artificiales y modelos de regresión lineal múltiple

*Estimation of emotional and social loneliness in elders with the developed artificial neural networks and multiple linear regression models* (Akgül, Uzunhisarlıkçi, & Kavuncuoğlu, 2020).

#### **Descripción general del trabajo**

Los autores presentan un sistema experto que utiliza una red neuronal artificial, modelos de regresión lineal y métodos estadísticos de regresión lineal múltiple para estimar la soledad emocional y la soledad social.

#### **Metodología utilizada**

Los datos se obtienen de 809 adultos mayores a través de la Escala de Soledad para adultos mayores (Gierveld & Tilburg., 1999) utilizando la técnica de entrevista cara a cara.

El diseño del Sistema Experto consta de tres etapas: (1) Recolección y ordenamiento de los datos de la encuesta, (2) Desarrollo del modelo mediante el uso de red neuronal artificial y regresión lineal múltiple determinando por los datos de entrenamiento y de prueba, (3) Presentación de los resultados del rendimiento mediante un análisis estadístico.

#### **Resultados obtenidos**

En la evaluación de este trabajo, los modelos de los autores mostraron valores de Error medio cuadrático de 0.1994 para la soledad social y 0.1883 para la soledad emocional con un modelo de red neuronal artificial y valores de Error medio cuadrático de 0.3553 para la soledad social y 0.3837 para la soledad emocional con el modelo de regresión lineal. El modelo de red neuronal artificial obtuvo mejores resultados que el modelo de regresión lineal.

## 3.3 Modelos de aislamiento social

### 3.3.1 Inferencia de aislamiento social en adultos mayores a través de inteligencia ambiental y redes sociales

*Inferring social isolation in older adults through Ambient Intelligence and Social Networking Sites* (Campos, et al., 2015).

## Descripción general del trabajo

Los autores presentan un modelo de predicción del aislamiento social en adultos mayores a través de la inteligencia ambiental y las redes sociales. Identifican atributos correlacionados con el aislamiento social. Obtienen datos de 144 adultos mayores. Aplican una encuesta para recoger datos demográficos y la escala de Lubben (Lubben & Girona, 2017) para determinar el nivel de aislamiento social.

## Metodología utilizada

Los autores identifican los atributos que tienen una correlación con el aislamiento social. Estos atributos corresponden a las actividades sociales realizadas por los adultos mayores que pueden ser monitoreadas por ambientes inteligentes y sitios de redes sociales. Los autores demuestran que estas actividades están correlacionadas con el aislamiento social subjetivo, por ejemplo, el tiempo que se pasa dentro de casa, el tiempo que se pasa fuera de casa y la comunicación a través de teléfonos móviles. Con estos atributos se genera un modelo predictivo que determina una clase de aislamiento social.

## Resultados obtenidos

Para la evaluación de este trabajo, los autores indican que el modelo de predicción obtuvo una puntuación de *accuracy* del 85% y una tasa de error de tipo II del 15%. Para evaluar el modelo, se monitorizó a 8 adultos mayores durante un mes utilizando sus teléfonos móviles, cuatro cámaras IP inalámbricas, un *router* inalámbrico, una conexión a Internet y su historial de mensajes de Facebook.

Se realizó una comparación entre la escala de Lubben y el modelo predictivo, obteniendo un *accuracy* del 87% y una tasa de error de tipo II del 15%.

3.3.2 Detección de aislamiento social mediante sensores en adultos mayores de la comunidad Nadee

*Sensor-Driven Detection of Social Isolation in Community-Dwelling Elderly Nadee* (Goonawardene, Toh, & Tan, 2017).

## Descripción general del trabajo

Los autores proponen detectar el aislamiento social de los adultos mayores mediante un sistema de vigilancia basado en sensores que comprende sensores de movimiento infrarrojos instalados en cada habitación del apartamento y un sensor de contacto en la puerta. Cada sensor informa si se ha detectado movimiento dentro de su área de cobertura.

Extraen diferentes características para examinar la asociación con el nivel de aislamiento social de los ancianos: salir, dormir, el tiempo que se pasa en el salón y el nivel de actividad en la cocina.

### **Metodología utilizada**

Para la detección de aislamiento social, en este trabajo de investigación se sigue la siguiente metodología: (1) Colección de datos, (2) Extracción de características, (3) Análisis de datos.

### **Resultados obtenidos**

En la evaluación de este trabajo, los autores mostraron que el comportamiento de salir, la siesta diurna y el tiempo que se pasa en la sala de estar están asociados con diferentes dimensiones de aislamiento social. Además, las personas mayores que se perciben a sí mismas como socialmente solas tienden a dormir más siestas durante el día.

3.3.3 Identificación automática del aislamiento social a partir de los relatos clínicos de pacientes con cáncer de próstata

*Automatically identifying social isolation from clinical narratives for patients with prostate Cancer (Zhu, et al., 2019).*

### **Descripción general del trabajo**

Los autores proponen explorar la viabilidad y eficacia de la estrategia de procesamiento de lenguaje natural para identificar a los pacientes que están socialmente aislados a partir de las narraciones clínicas.

### **Metodología utilizada**

Se utilizan datos de pacientes del Almacén de Datos de Investigación de la Universidad Médica de Carolina del Sur. Los pacientes elegibles para el estudio son aquellos diagnosticados con cáncer de próstata entre el 1 de enero de 2014 y el 31 de mayo de 2017. Se desarrolla un procesamiento de lenguaje natural que identifica el aislamiento social a través de la extracción de notas sobre el progreso, la historia y el examen físico, la consulta, el proveedor del departamento de emergencias, el encuentro telefónico, el resumen del alta, el plan de atención y la oncología de radiación.

De 4195 pacientes con cáncer de próstata elegibles, se toman muestras aleatorias de 3138 pacientes (75%) como conjunto de datos de entrenamiento. Los 1057 pacientes restantes (25%) se utilizan como conjunto de datos de prueba para evaluar el rendimiento del algoritmo de procesamiento de lenguaje natural. Las medidas de rendimiento estándar del algoritmo de procesamiento de lenguaje natural, incluidas el *accuracy*, la recuperación y la

medida F, los autores las evalúan mediante una revisión manual de expertos utilizando el conjunto de datos de prueba.

## Resultados obtenidos

Para la evaluación de este trabajo, los autores utilizaron un total de 55516 notas clínicas de 3138 pacientes para desarrollar el léxico y las líneas de procesamiento de lenguaje natural para determinar el aislamiento social. De ellos, 35 pacientes (1.2%) tenían menciones de aislamiento social en 217 notas. Entre los 24 términos relevantes para el aislamiento social, los más frecuentes fueron "falta de apoyo social", "solitario", "aislamiento social", "sin amigos" y "soledad". Entre los 1057 pacientes del conjunto de datos de prueba, se identificaron 17 pacientes (1.6%) con menciones de aislamiento social en 40 notas clínicas. La revisión manual identificó cuatro menciones falsas positivas de aislamiento social y una falsa negativa en 154 notas de 52 controles seleccionados al azar. El proceso de procesamiento de lenguaje natural demostró un *accuracy* del 90%, una recuperación del 97% y una medida F del 93%. Los principales motivos de un falso positivo incluían las ambigüedades del experimentador del aislamiento social, la negación y el significado alternativo de las palabras.

## 3.4 Modelos de soledad y aislamiento social

3.4.1 Identificación de fenotipos conductuales de soledad y aislamiento social con sensores pasivos: Análisis estadístico, minería de datos y aprendizaje automático de datos de teléfono inteligente y de Fitbit

*Identifying Behavioral Phenotypes of Loneliness and Social Isolation with Passive Sensing: Statistical Analysis, Data Mining and Machine Learning of Smartphone and Fitbit Data* (Doryab, et al., 2019).

### Descripción general del trabajo

Los autores proponen explorar el uso de fenotipos conductuales para inferir los niveles de soledad y aislamiento social e identificar los patrones de comportamiento correspondientes.

### Metodología utilizada

Se obtienen datos de los teléfonos inteligentes y *Fitbit* de 160 estudiantes universitarios durante un semestre. Los participantes completan el cuestionario de soledad de la Universidad de California en Los Ángeles (Russell, Peplau, & Cutrona, 1980) para determinar su nivel de soledad. Se extraen características diarias de ambos dispositivos para capturar la actividad y la movilidad, la comunicación y el uso del teléfono, y los comportamientos de sueño.

Se utilizan 3 métodos analíticos: (1) análisis estadístico para proporcionar una visión general de la soledad, (2) minería de datos utilizando el algoritmo *Apriori* para extraer patrones de comportamiento asociados con la soledad, y (3) clasificación de aprendizaje automático para inferir el nivel de soledad y aislamiento social, y el cambio en los niveles de soledad y aislamiento social utilizando un conjunto de algoritmos de refuerzo de gradiente y regresión logística con la selección de características en una manera de validación cruzada.

## Resultados obtenidos

Para la evaluación de este trabajo, los autores indican que línea de aprendizaje automático logró un *accuracy* del 80.2% en la detección del nivel binario de soledad y un *accuracy* del 88.4% en la detección del cambio en el nivel de soledad.

La extracción de asociaciones entre las características de comportamiento seleccionadas por el clasificador y soledad indicó que, en comparación con los estudiantes con un nivel bajo de soledad, los estudiantes con niveles altos de soledad pasaban menos tiempo fuera del campus durante las horas de la noche en los fines de semana y pasaban menos tiempo en lugares para eventos sociales por la noche en días laborables. El análisis también indicó que una mayor actividad y un menor comportamiento sedentario, especialmente por la noche, se asoció con una disminución de los niveles de soledad.

3.4.2 ¿Importan las palabras? Detección de aislamiento social y soledad en personas mayores mediante el procesamiento del lenguaje natural

*Do Words Matter? Detecting Social Isolation and Loneliness in Older Adults Using Natural Language Processing* (Badal, et al., 2022).

## Descripción general del trabajo

Los autores proponen examinar las transcripciones de entrevistas semiestructuradas con 97 adultos mayores (edad media de 83 años) para identificar las características lingüísticas del soledad y aislamiento social.

## Metodología utilizada

Se utilizan métodos de procesamiento de lenguaje natural para identificar segmentos relevantes de la entrevista (respuestas a preguntas específicas), extraer el tipo y número de contactos sociales y características lingüísticas como el sentimiento, las partes del discurso y la complejidad sintáctica. Examinan: (1) las asociaciones de las evaluaciones derivadas del procesamiento de lenguaje natural de las relaciones sociales y las características lingüísticas con las evaluaciones validadas de autoinforme de apoyo social y soledad; y (2) las características lingüísticas importantes para detectar a los individuos con un mayor nivel de soledad y aislamiento social mediante el uso de modelos de aprendizaje automático.

Modelo de aprendizaje automático para la detección de soledad y aislamiento social en adultos mayores

## Resultados obtenidos

Para la evaluación de este trabajo, los autores indican que las relaciones sociales derivadas del procesamiento de lenguaje natural se asociaron con las evaluaciones auto declaradas de aislamiento social y soledad, aunque estas asociaciones fueron más fuertes en las mujeres que en los hombres.

El uso de pronombres en primera persona del plural se asoció negativamente con la soledad en las mujeres y positivamente con el apoyo emocional en los hombres. El análisis de aprendizaje automático utilizando la metodología *leave-one-out* mostró un buen rendimiento (F1 = 0.73, AUC = 0.75, especificidad = 0.76 y sensibilidad = 0.69) de los modelos de clasificación binaria en la detección de individuos con mayor nivel de soledad y aislamiento social.

También, los autores observaron un rendimiento comparable al clasificar las medidas de aislamiento social y soledad. Mediante el uso de modelos de aprendizaje automático, identificamos varias características lingüísticas (incluyendo el uso de pronombres en primera persona del plural, el sentimiento, la complejidad de las frases y la similitud de estas) que predijeron con mayor fuerza las puntuaciones en las escalas de soledad y apoyo social.

## 3.5 Conclusiones

Este capítulo describe los trabajos de investigación relacionados con el tema de tesis. La tabla 1 muestra el resumen de estos trabajos, incluyendo la propuesta de esta tesis marcada en azul.

*Tabla 1 Comparativa del estado del arte*

#	Trabajo de investigación	Condición de salud analizada	Técnica utilizada
1	Sistema doméstico inteligente para evaluar de forma discreta y continua la soledad en adultos mayores (Austin J. , et al., 2016)	Soledad	Sistema de sensores
2	Predicción de soledad en adultos mayores mediante procesamiento de lenguaje natural: Exploración de las diferencias de sexo en el habla (Badal, et al., 2021)	Soledad	Procesamiento de lenguaje natural
3	Inferencia de niveles de soledad en adultos mayores a partir de	Soledad	Aprendizaje automático

	teléfonos inteligentes (Sanchez, et al, 2015)		
4	Estimación de la soledad emocional y social en adultos mayores con el desarrollo de redes neuronales artificiales y modelos de regresión lineal múltiple (Akgül, Uzunhisarlıkçi, & Kavuncuoğlu, 2020)	Soledad emocional y social	Redes neuronales artificiales y modelos de regresión lineal múltiple
5	Inferencia de aislamiento social en adultos mayores a través de inteligencia ambiental y redes sociales (Campos, et al., 2015)	Aislamiento social	Aprendizaje automático
6	Detección de aislamiento social mediante sensores en adultos mayores de la comunidad Nadee (Goonawardene, Toh, & Tan, 2017)	Aislamiento social	Sistema de sensores
7	Identificación automática del aislamiento social a partir de los relatos clínicos de pacientes con cáncer de próstata (Zhu, et al., 2019)	Aislamiento social	Procesamiento de lenguaje natural
8	Identificación de fenotipos conductuales de soledad y aislamiento social con sensores pasivos: Análisis estadístico, minería de datos y aprendizaje automático de datos de teléfono inteligente y Fitbit (Doryab, et al., 2019)	Soledad y aislamiento social	Sistema de sensores, análisis estadístico, minería de datos y aprendizaje automático
9	¿Importan las palabras? Detección del aislamiento social y la soledad en personas mayores mediante el procesamiento del lenguaje natural (Badal, et al., 2022)	Soledad y aislamiento social	Procesamiento del lenguaje natural
10	Modelo para detección de soledad y aislamiento social en adultos mayores	Soledad y aislamiento social	Aprendizaje automático

# Capítulo 4

## Modelo para detección de soledad y aislamiento social en adultos mayores

---

Resuelvo casos difíciles porque es mi pasatiempo – L Lawliet

En este capítulo se describen cada una de las fases de la metodología del modelo de aprendizaje automático para detección de soledad y aislamiento social en adultos mayores.

Esta metodología consta de 4 fases principales: análisis de datos, procesamiento de datos, construcción de modelos y combinación de modelos. Esta metodología se puede ver en la figura 2.

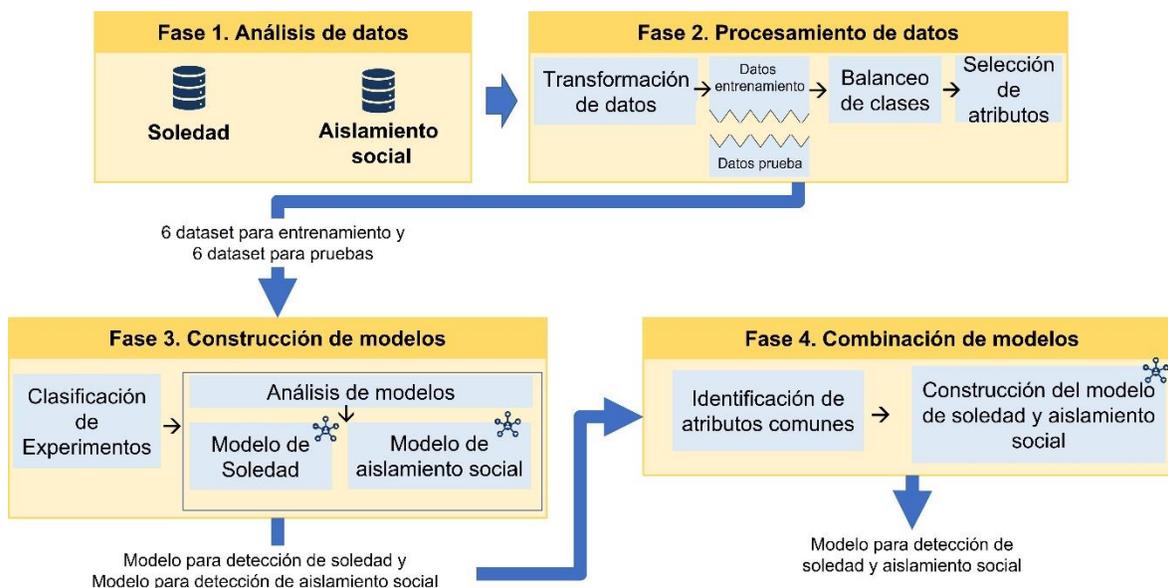


Figura 2 Metodología del modelo de soledad y aislamiento social

## 4.1. Análisis de datos

El análisis de los datos es el núcleo de la primera fase de la metodología. En esta fase se consideraron dos bases de datos: soledad (Sánchez Gómez, 2013) y aislamiento social (Campos Francisco, 2015).

### 4.1.1 Análisis de datos de soledad

El dataset de soledad está compuesto por 100 registros de adultos mayores. Los registros incluyen tanto a hombres como a mujeres de entre 60 y 90 años ( $69 \pm 7.165$ ). Los atributos que incluye este dataset están organizados en 5 secciones: la primera sección se compone de 5 preguntas demográficas. El siguiente segmento representa 15 preguntas sobre la información del teléfono móvil de los adultos mayores. El siguiente segmento contiene 7 preguntas relacionadas con las veces que el adulto mayor está fuera de su casa. El siguiente segmento representa la información de las actividades que el adulto mayor realiza en su casa, este segmento está representado por 4 preguntas. Además, se analiza el tiempo que el adulto mayor pasa en cada una de las habitaciones de su hogar a través de 4 preguntas.

Por último, se obtiene el nivel de soledad del adulto mayor detectado a través de la encuesta de soledad ESTE-R (Rubio & Aleixandre, 1999). Estas secciones junto a sus preguntas las podemos ver en la Tabla 2.

*Tabla 2 Preguntas del cuestionario de soledad*

<b>Sección</b>	<b>Preguntas</b>
<b>Información demográfica</b>	Sexo Estado civil Situación laboral Enfermedades Edad
<b>Uso del teléfono móvil</b>	Llamadas salientes a la familia Llamadas salientes a amigos Llamadas salientes a conocidos Llamadas entrantes de la familia Llamadas entrantes de amigos Llamadas entrantes de conocidos Mensajes salientes a la familia Mensajes salientes a amigos Mensajes salientes a conocidos Mensajes entrantes de la familia Mensajes entrantes de amigos Mensajes entrantes de conocidos
<b>Frecuencia de salidas del hogar</b>	Número de salidas al supermercado Número de salidas a centros comerciales Número de salidas a restaurantes Número de salidas a la iglesia Número de visitas a la familia Número de visitas a los amigos Número de citas con el médico
<b>Frecuencia de las actividades realizadas en el hogar</b>	Limpieza de la casa Lavado de ropa Jardinería Otras actividades
<b>Tiempo que se pasa dentro de la casa</b>	Tiempo promedio en el dormitorio (excluyendo el tiempo de sueño) Tiempo promedio en la sala Tiempo promedio en la cocina Tiempo promedio fuera de casa
<b>Nivel de soledad</b>	Nivel de soledad (con soledad, principios de soledad, sin soledad)

Los niveles de soledad del dataset son los siguientes: 17 personas con soledad, 12 personas con principios de soledad y 71 personas sin soledad. Como se aprecia en la figura 3 y la tabla 3.

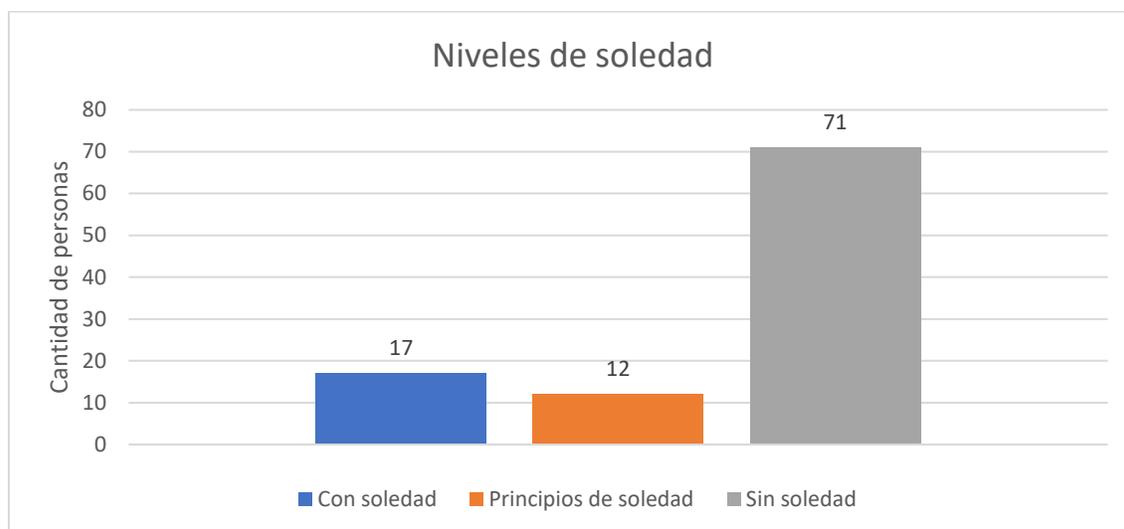


Figura 3 Niveles de soledad

Tabla 3 Niveles de soledad

Nivel de Soledad	Cantidad de personas
Sin soledad	71
Principios de soledad	12
Con soledad	17
<b>Total</b>	<b>100</b>

#### 4.1.2 Análisis de datos de aislamiento social

El dataset de aislamiento social está compuesto por 144 registros de adultos mayores. Los registros incluyen tanto a hombres como a mujeres de entre 60 y 89 años ( $68.2 \pm 8.9$ ). Los atributos que incluye esta base datos están organizados en 4 secciones: la primera sección se compone de 8 preguntas demográficas. La segunda sección representa 17 preguntas relacionadas con el uso del teléfono móvil de las personas mayores, por ejemplo: actividades de comunicación con amigos y familiares. La tercera sección contiene información sobre las actividades de comunicación a través de las redes sociales (8 preguntas). La cuarta sección se compone de información sobre las actividades de movilidad de las personas mayores dentro y fuera del hogar. Este segmento está representado por 9 preguntas. Por último, se obtiene el nivel de aislamiento social detectado a través de la encuesta Lubben de aislamiento social (Lubben & Girona, 2017). Estas secciones junto a sus preguntas las podemos ver en la Tabla 4.

Tabla 4 Preguntas del cuestionario de aislamiento social

Sección	Preguntas
<b>Información demográfica</b>	Edad Estado civil ¿Discapacidad? Género Situación laboral ¿Vive solo? ¿Tiene seguridad social? ¿Tiene un teléfono inteligente?
<b>Actividades de comunicación con amigos y familiares</b>	Llamadas entrantes de la familia Duración media de las llamadas entrantes de la familia (min.) Llamadas entrantes de amigos Duración media de las llamadas entrantes de amigos (min.) Llamadas salientes a la familia Duración media de las llamadas salientes a la familia (min.) Llamadas salientes a amigos Duración media de las llamadas salientes a amigos (min.) Número de mensajes enviados a la familia Número de mensajes enviados a los amigos Número de mensajes recibidos de la familia Número de mensajes recibidos de amigos Número de familiares comunicados Número de familiares para asuntos personales Número de familiares para pedir ayuda Número de amigos con los que se comunica Número de amigos para asuntos personales Número de amigos a los que pide ayuda
<b>Actividades de comunicación en las redes sociales</b>	Número de veces que inicia una conversación con la familia vía chat Número de veces que inicia conversación con amigos vía chat Número de solicitudes de conversación de la familia por chat. Número de solicitudes de conversación de amigos por chat Número de posts publicados a la familia Número de posts publicados a los amigos Número de posts recibidos de la familia Número de posts recibidos de los amigos
<b>Actividades de movilidad dentro y fuera del hogar</b>	Tiempo total en el dormitorio (horas) Tiempo total en la cocina (horas) Tiempo total en la sala (horas)

	Tiempo total en el comedor (horas) Tiempo total en el jardín (horas) Tiempo total en otras áreas de la casa (horas) Número de lugares visitados Número de veces que recibe visitas Tiempo total en los lugares que visita (horas)
<b>Nivel de aislamiento social</b>	Nivel de aislamiento social (Alto, Bajo)

Los niveles de aislamiento social del dataset son los siguientes: 48 personas con alto aislamiento, 93 personas con bajo aislamiento y 3 personas sin aislamiento. Como se representa en la figura 4 y la tabla 5.

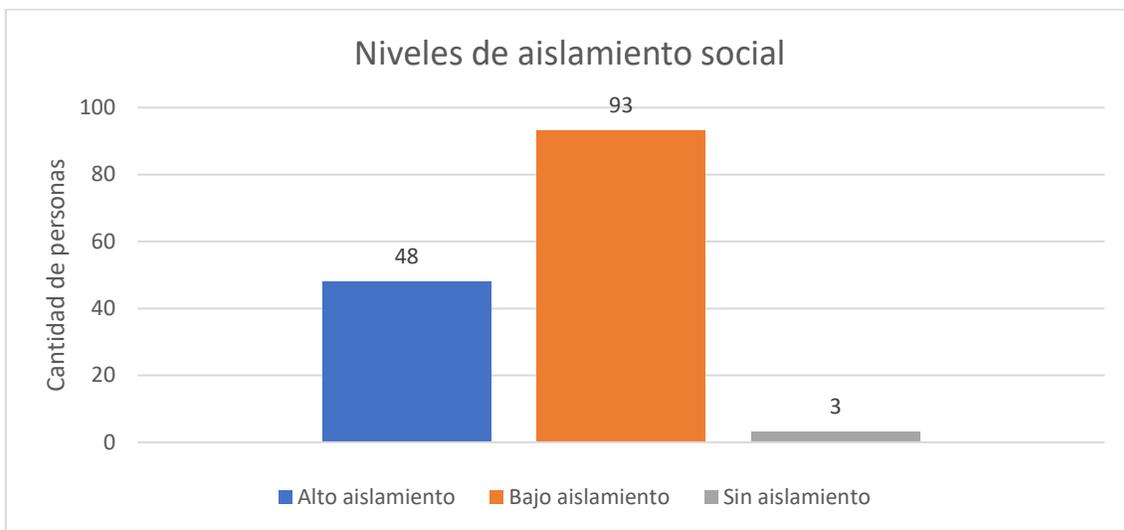


Figura 4 Niveles de aislamiento social

Tabla 5 Niveles de aislamiento social

Nivel de Aislamiento social	Cantidad de personas
Alto aislamiento	48
Bajo aislamiento	93
Sin aislamiento	3
<b>Total</b>	<b>144</b>

## 4.2 Procesamiento de datos

El procesamiento de datos es la conversión de los datos en una forma utilizable y deseada denominada conjunto de datos. Los datos sin procesar son muy susceptibles al ruido, a los valores faltantes y a las inconsistencias. La calidad de los datos afecta a los resultados del proceso de minería de datos. Para mejorar la calidad de los datos y, en consecuencia, de los resultados de la minería, los datos brutos se preprocesan para mejorar la eficacia y la facilidad del proceso de minería.

En esta tesis, se mejora la calidad de los datos brutos mediante un procedimiento de preprocesamiento que incluye: a) la transformación de los datos, b) separación de los datos de entrenamiento y de prueba, c) el balanceo de las clases y d) la selección de los atributos relevantes para mejorar la eficiencia de la minería.

Como resultado de estos procesos, se obtienen dos conjuntos de datos preprocesados preparados para realizar el análisis de unión de atributos y generar modelos de comportamiento. A continuación, se presentan en detalle los procedimientos de preprocesamiento de datos.

### 4.2.1 Transformación de datos

La transformación de datos es necesaria para convertir los datos originales en un formato de datos apropiado para los algoritmos de aprendizaje utilizados en este trabajo de tesis.

La tarea consiste en transformar los atributos cualitativos en atributos cuantitativos, excluyendo la clase objetivo. Como resultado, se genera un conjunto de datos transformado. Por ejemplo, se realiza la transformación para los atributos Sexo, el atributo Trabaja y el atributo Situación laboral, como se muestra en la tabla 6.

*Tabla 6 Transformación de datos*

<b>Atributo</b>	<b>Valor cualitativo</b>	<b>Valor cuantitativo</b>
Sexo	Mujer	1
	Hombre	2
Trabaja	Sí	1
	No	0
Situación laboral	Ama de casa	1
	Jubilado	2
	Sin ocupación	3
	Pensionado	4
	Trabajador	5

#### 4.2.2 División de los datos de entrenamiento y de prueba

La división de los datos de entrenamiento y prueba se realiza con la técnica de *10-fold cross validation* con una proporción de 1/10 para los datos de prueba. Esta división se realiza antes del balanceo de clases y la extracción de características para evitar modelos sesgados y estimaciones demasiado optimistas. En la tabla 7 y 8 se describen estas divisiones de datos.

Tabla 7 División de datos de soledad

<b>Soledad</b>	<b>Entrenamiento 90%</b>	<b>Prueba 10%</b>	<b>Total</b>
Sin soledad	64	7	71
Principios de soledad	11	1	12
Con soledad	15	2	17
<b>Total</b>	<b>90</b>	<b>10</b>	<b>100</b>

Al tener poca información sobre las personas sin aislamiento social, se generaron clasificaciones inconsistentes en los resultados, por lo que se decidió descartar esta clase.

Tabla 8 División de datos de aislamiento social

<b>Aislamiento social</b>	<b>Entrenamiento 90%</b>	<b>Prueba 10%</b>	<b>Total</b>
Bajo riesgo de aislamiento	83	10	93
Alto riesgo de aislamiento	43	5	48
Sin aislamiento	Descartado		
<b>Total</b>	<b>126</b>	<b>15</b>	<b>141</b>

El balanceo de clases y la extracción de características se aplican sólo a los datos de entrenamiento durante la validación cruzada, tal y como sugieren Santos et al. (Santos, Soares, Abreu, Araujo, & Santos, 2018) y Kuncheva et al. (Kuncheva & Rodríguez, 2018). Esto garantiza que los datos de prueba nunca son vistos por el selector de características o el clasificador.

#### 4.2.3 Balanceo de clases

El balanceo de clases se realiza mediante la técnica de sobremuestreo de minorías sintéticas SMOTE (Chawla, Bowyer, Hall, & Kegelmeyer, 2002). Esta técnica crea instancias sintéticas para sobremuestrear la clase minoritaria, y también submuestra la clase mayoritaria si es necesario.

Este paso consiste en equilibrar las clases de la variable objetivo (variable de predicción) para mejorar la precisión de los algoritmos de predicción. En una base de datos o dataset desequilibrado, las clases de la variable de predicción no están representadas por igual, y este desequilibrio de clases puede hacer que un modelo predictivo esté sesgado a favor de la clase mayoritaria (Chawla, Bowyer, Hall, & Kegelmeyer, 2002).

Esta técnica crea instancias sintéticas entre los k vecinos más cercanos de cada objeto que pertenece a la clase minoritaria. Las instancias sintéticas se calculan mediante la diferencia del vector de características de la instancia considerada. Después de aplicar la técnica SMOTE implementando la función de distancia euclidiana y un  $k = 3$  a los conjuntos de datos de soledad y aislamiento social, se obtuvieron 192 instancias para los conjuntos de datos de soledad y 166 instancias para los conjuntos de datos de aislamiento social. Las tablas 9 y 10 muestran el detalle del balanceo de cada una de las clases.

*Tabla 9 Balanceo de clases de soledad*

<b>Soledad</b>	<b>Número de instancias para entrenamiento 90%</b>	<b>Clases balanceadas de soledad</b>
Sin soledad	64	64
Principios de soledad	11	64
Con soledad	15	64
<b>Total</b>	<b>90</b>	<b>192</b>

*Tabla 10 Balanceo de clases de aislamiento social*

<b>Aislamiento social</b>	<b>Número de instancias para entrenamiento 90%</b>	<b>Clases balanceadas de aislamiento social</b>
Bajo riesgo de aislamiento	83	83
Alto riesgo de aislamiento	43	83
	Descartado	
<b>Total</b>	<b>126</b>	<b>166</b>

#### 4.2.4 Selección de atributos

La selección de atributos permite seleccionar un subconjunto de atributos relevantes para utilizarlos en la construcción del modelo predictivo. La utilidad de las técnicas de selección de atributos tiene varios beneficios porque simplifican los modelos, haciéndolos más fáciles de interpretar. Además, el proceso de selección de atributos reduce los tiempos de

entrenamiento y sus necesidades de almacenamiento. Al mismo tiempo, se obtiene una mejor visión y comprensión de los datos.

El objetivo del proceso de selección de atributos es determinar qué datos tienen características redundantes o irrelevantes que pueden eliminarse sin mucha pérdida de información (Witten, Frank, & Hall, 2011).

En este trabajo de tesis, se utilizan tres métodos para llevar a cabo la selección de atributos: El método `CorrelationAttributeEval`, el método `CfsSubsetEval` y el método `InfoGainAttributeEval`.

- El método `CorrelationAttributeEval`, evalúa la correlación (de Pearson) entre un atributo y la clase objetivo. Los atributos relevantes son aquellos que tienen una correlación positiva o negativa de moderada a alta (cerca a -1 o 1).
- El método `CfsSubsetEval` con el criterio de búsqueda Greedy Stepwise, evalúa el valor de un subconjunto de atributos considerando la capacidad predictiva individual de cada atributo junto con el grado de redundancia entre ellos. Todos los indicados por el método se consideran atributos relevantes.
- El método `InfoGainAttributeEval` con el criterio de búsqueda Ranker, evalúa el valor de un atributo midiendo la ganancia de información (entropía) relacionada con la clase objetivo.

Al aplicar estas técnicas, se genera un conjunto de datos con atributos relevantes para cada uno de los métodos de selección de atributos. Estos atributos se pueden ver en las tablas 11 y 12.

*Tabla 11 Atributos relevantes de soledad*

<b>Atributos ranqueados</b>		
<b>CorrelationAttributeEval LON1</b>	<b>CfsSubsetEval LON2</b>	<b>InfoGainAttributeEval LON3</b>
0.3446 Número de salidas a la iglesia 0.3208 Edad 0.3182 Llamadas entrantes de la familia 0.3040 Otras actividades 0.2979 Número de salidas al supermercado	Número de salidas a la iglesia Edad Llamadas entrantes de la familia Otras actividades Número de salidas al supermercado	0.5325 Edad 0.4018 Situación laboral 0.3574 Tiempo promedio fuera de casa 0.3355 Llamadas entrantes de la familia 0.2751 Número de salidas al supermercado

0.2876 Tiempo promedio fuera de casa 0.2722 Número de salidas a centros comerciales 0.2621 Situación laboral 0.2556 Número de visitas a la familia 0.2408 Número de salidas a restaurantes 0.2308 Enfermedades 0.2166 Llamadas salientes a la familia 0.2010 Limpieza de la casa	Tiempo promedio fuera de casa Número de salidas a centros comerciales Situación laboral Tiempo promedio en la sala Estado civil Lavado de ropa Llamadas entrantes de amigos Mensajes entrantes de la familia Tiempo promedio en la cocina	0.2745 Llamadas entrantes de amigos 0.2602 Tiempo promedio en la cocina 0.2515 Número de salidas a la iglesia 0.1895 Número de salidas a centros comerciales 0.1858 Tiempo promedio en la sala 0.1835 Llamadas salientes a amigos 0.1772 Llamadas salientes a la familia 0.1625 Otras actividades 0.1580 Número de salidas a restaurantes
---	---	---

Tabla 12 Atributos relevantes aislamiento social

<b>Atributos ranqueados</b>		
<b>CorrelationAttributeEval ISO1</b>	<b>CfsSubsetEval ISO2</b>	<b>InfoGainAttributeEval ISO3</b>
0.6290 Número de familiares para asuntos personales 0.5898 Número de familiares para pedir ayuda 0.5504 Número de amigos con los que se comunica 0.5397 Número de amigos para asuntos personales 0.5292 Número de amigos a los que pide ayuda 0.4651 Número de familiares con los que se comunica 0.2212 Llamadas salientes a amigos 0.2077 Sexo 0.2018 ¿Tiene seguro social? 0.1850 Duración promedio de llamadas salientes a amigos 0.1842 Número de lugares visitados	Sexo Número de familiares con los que se comunica Número de familiares para asuntos personales Número de familiares para pedir ayuda Número de amigos con los que se comunica Número de amigos para asuntos personales Número de amigos a los que pide ayuda Número de veces que recibe visitas	0.3875 Número de familiares para asuntos personales 0.3322 Número de familiares para pedir ayuda 0.2955 Número de amigos con los que se comunica 0.2835 Número de amigos para asuntos personales 0.2291 Número de amigos a los que pide ayuda 0.0716 Número de familiares con los que se comunica 0.0697 Llamadas entrantes de amigos 0.0657 Duración media de las llamadas entrantes de amigos 0.0641 Número de veces que recibe visitas

0.1773 Número de veces que recibe visitas 0.1666 Tiempo total en la sala	Número de veces que inicia una conversación con la familia vía chat	0.0500 Duración media de las llamadas entrantes de la familia 0.0500 Número de veces que inicia una conversación con la familia vía chat 0.0321 ¿Tiene seguro social? 0.0314 Sexo
---	---	--

### 4.3. Construcción del modelo predictivo

La construcción del modelo se realiza desarrollando varios experimentos para generar el modelo predictivo de soledad y el modelo de aislamiento social. Los experimentos se realizan considerando seis de los diez mejores algoritmos de minería de datos identificados por la Conferencia Internacional de Minería de Datos del IEEE (Wu, et al., 2008): C4.5, CART, Support Vector Machine, AdaBoost con clasificador Random Forest, k Nearest Neighbor y Naive Bayes. Para evaluarlos, se utilizan dos métricas para determinar el rendimiento de los seis algoritmos: Accuracy y F1 Score.

Los experimentos de soledad y aislamiento social están representados en la Tabla 13 que incluye los algoritmos y las métricas que se evaluaron además de una columna para cada experimento:

- LON1 (*Loneliness dataset 1*). Representa los mejores resultados de los algoritmos parametrizados utilizando el conjunto de datos preprocesados de soledad con los atributos relevantes del modelo *CorrelationAttributeEval*, presentados en la primera columna de la tabla 11: Número de salidas a la iglesia, Edad, Llamadas entrantes de la familia, Otras actividades, Número de salidas al supermercado, Tiempo promedio fuera de casa, Número de salidas a centros comerciales, Situación laboral, Número de visitas a la familia, Número de salidas a restaurantes, Enfermedades, Llamadas salientes a la familia y Limpieza de la casa.
- LON2 (*Loneliness dataset 2*). Representa los mejores resultados de los algoritmos parametrizados utilizando el conjunto de datos preprocesado de soledad con los atributos relevantes del modelo *CfsSubsetEval*, presentados en la segunda columna de la tabla 11: Número de salidas a la iglesia, Edad, Llamadas entrantes de la familia, Otras actividades, Número de salidas al supermercado, Tiempo promedio fuera de casa, Número de salidas a centros comerciales, Situación laboral, Tiempo promedio en la sala, Estado civil, Lavado de ropa, Llamadas entrantes de amigos, Mensajes entrantes de la familia y Tiempo promedio en la cocina.
- LON3 (*Loneliness dataset 3*). Representa los mejores resultados de los algoritmos parametrizados utilizando el conjunto de datos preprocesado de soledad con los atributos pertinentes del modelo *InfoGainAttributeEval*, presentados en la tercera

columna de la tabla 11: Edad, Situación laboral, Tiempo promedio fuera de casa, Llamadas entrantes de la familia, Número de salidas al supermercado, Llamadas entrantes de amigos, Tiempo promedio en la cocina, Número de salidas a la iglesia, Número de salidas a centros comerciales, Tiempo promedio en la sala, Llamadas salientes a amigos, Llamadas salientes a la familia, Otras actividades y Número de salidas a restaurantes.

- ISO1 (*Isolation dataset 1*). Representa los mejores resultados de los algoritmos parametrizados utilizando el conjunto de datos preprocesado de aislamiento social con los atributos pertinentes del modelo *CorrelationAttributeEval*, presentados en la primera columna de la tabla 12: Número de familiares para asuntos personales, Número de familiares para pedir ayuda, Número de amigos con los que se comunica, Número de amigos para asuntos personales, Número de amigos a los que pide ayuda, Número de familiares con los que se comunica, Llamadas salientes a amigos, Sexo, ¿Tiene seguro social?, Duración promedio de llamadas salientes a amigos, Número de lugares visitados, Número de veces que recibe visitas y Tiempo total en la sala.
- ISO2 (*Isolation dataset 2*). Representa los mejores resultados de los algoritmos parametrizados utilizando el conjunto de datos preprocesado de aislamiento social con los atributos pertinentes del modelo *CfsSubsetEval*, presentados en la segunda columna de la tabla 12: Sexo, Número de familiares con los que se comunica, Número de familiares para asuntos personales, Número de familiares para pedir ayuda, Número de amigos con los que se comunica, Número de amigos para asuntos personales, Número de amigos a los que pide ayuda, Número de veces que recibe visitas y Número de veces que inicia una conversación con la familia vía chat.
- ISO3 (*Isolation dataset 3*). Representa los mejores resultados de los algoritmos parametrizados utilizando el conjunto de datos preprocesado de aislamiento social con los atributos relevantes del modelo *InfoGainAttributeEval*, presentados en la tercera columna de la tabla 12: Número de familiares para asuntos personales, Número de familiares para pedir ayuda, Número de amigos con los que se comunica, Número de amigos para asuntos personales, Número de amigos a los que pide ayuda, Número de familiares con los que se comunica, Llamadas entrantes de amigos, Duración media de las llamadas entrantes de amigos, Número de veces que recibe visitas, Duración media de las llamadas entrantes de la familia, Número de veces que inicia una conversación con la familia vía chat, ¿Tiene seguro social? y Sexo.

La evaluación de los modelos se realiza utilizando el conjunto de datos de prueba que se dividió en la 4.2.2 División de los datos de entrenamiento y de prueba. El proceso de validación se repite 10 veces y los resultados se promediaron para obtener una única estimación. Esto lo vemos representado en la Tabla 13.

Tabla 13 Comparación de modelos de soledad y aislamiento social

Algoritmo	Métricas	Modelos soledad			Modelos aislamiento		
		LON1	LON2	LON3	ISO1	ISO2	ISO3
C4.5	Accuracy	0.7	0.5	0.5	0.866	0.866	0.866
	F-Measure	0.689	0.547	0.533	0.87	0.87	0.87
CART	Accuracy	0.6	<b>0.8</b>	0.7	<b>0.933</b>	0.866	<b>0.933</b>
	F-Measure	0.618	<b>0.8</b>	0.722	<b>0.935</b>	0.87	<b>0.935</b>
Naive Bayes	Accuracy	0.6	0.7	0.6	<b>0.933</b>	<b>0.933</b>	0.866
	F-Measure	0.642	0.746	0.65	<b>0.935</b>	<b>0.935</b>	0.87
SVM	Accuracy	0.7	0.8	0.8	0.733	0.733	0.866
	F-Measure	0.7	0.514	0.514	0.667	0.667	0.87
kNN	Accuracy	0.6	0.6	0.6	<b>0.933</b>	0.866	<b>0.933</b>
	F-Measure	0.638	0.638	0.683	<b>0.935</b>	0.87	<b>0.935</b>
AdaBoost Random Forest	Accuracy	0.7	0.7	0.7	<b>0.933</b>	<b>0.933</b>	<b>0.933</b>
	F-Measure	0.7	0.7	0.425	<b>0.935</b>	<b>0.935</b>	<b>0.935</b>

Como resultado de la experimentación, se obtienen 36 modelos, 18 modelos para soledad y 18 modelos para aislamiento social:

Modelos de soledad

- |                              |                               |                               |
|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1. C4.5-LON1                 | 7. C4.5-LON2                  | 13. C4.5-LON3                 |
| 2. CART-LON1                 | 8. CART-LON2                  | 14. CART-LON3                 |
| 3. NaiveBayes-LON1           | 9. NaiveBayes-LON2            | 15. NaiveBayes-LON3           |
| 4. SVM-LON1                  | 10. SVM-LON2                  | 16. SVM-LON3                  |
| 5. kNN-LON1                  | 11. kNN-LON2                  | 17. kNN-LON3                  |
| 6. AdaBoostRandomForest-LON1 | 12. AdaBoostRandomForest-LON2 | 18. AdaBoostRandomForest-LON3 |

Modelos de aislamiento social

- |                               |                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 19. C4.5-ISO1                 | 25. C4.5-ISO2                 | 31. C4.5-ISO3                 |
| 20. CART-ISO1                 | 26. CART-ISO2                 | 32. CART-ISO3                 |
| 21. NaiveBayes-ISO1           | 27. NaiveBayes-ISO2           | 33. NaiveBayes-ISO3           |
| 22. SVM-ISO1                  | 28. SVM-ISO2                  | 34. SVM-ISO3                  |
| 23. kNN-ISO1                  | 29. kNN-ISO2                  | 35. kNN-ISO3                  |
| 24. AdaBoostRandomForest-ISO1 | 30. AdaBoostRandomForest-ISO2 | 36. AdaBoostRandomForest-ISO3 |

De estos modelos, elegimos dos modelos, uno para la soledad y otro para el aislamiento social. Para el caso de la soledad, el modelo seleccionado es LON2 con el algoritmo CART (CART-LON2) y para el caso del aislamiento social, podemos utilizar cualquiera de los 9 modelos (CART-ISO1, CART-ISO3, NaiveBayes-ISO1, NaiveBayes-ISO2, kNN-ISO1, kNN-ISO3, AdaBoostRandomForest-ISO1, AdaBoostRandomForest-ISO2 o AdaBoostRandomForest-ISO3) con *accuracy* de 0.933 y *F-Measure* 0.935.

#### 4.4. Combinación de modelos

La combinación de modelos toma de base los modelos desarrollados en la sección anterior. En esta fase se construyen dos nuevos modelos, uno para soledad y otro para aislamiento social utilizando únicamente atributos comunes.

Estos atributos comunes son resultado del proceso de identificar aquellos atributos relevantes de soledad (identificados en la tabla 11) que coinciden con los atributos relevantes de aislamiento social (identificados en la tabla 12). Estos atributos los vemos en la tabla 14.

Tabla 14 Atributos comunes de los modelos de soledad y aislamiento social

Atributos comunes de soledad LON	Atributos comunes de aislamiento social ISO
Sexo Situación laboral Edad Llamadas salientes a la familia Llamadas salientes a amigos Llamadas entrantes de la familia Llamadas entrantes de amigos Mensajes salientes a la familia Mensajes salientes a amigos Mensajes entrantes de la familia Mensajes entrantes de amigos Tiempo promedio de llamadas de familia Tiempo promedio de llamadas de amigos Tiempo promedio en el dormitorio Tiempo promedio en la sala Tiempo promedio en la cocina	Edad Sexo Situación laboral Llamadas entrantes de la familia Duración media de las llamadas entrantes de la familia Llamadas entrantes de amigos Duración media de las llamadas entrantes de amigos Llamadas salientes a la familia Llamadas salientes a amigos Número de mensajes enviados a la familia Número de mensajes enviados a los amigos Número de mensajes recibidos de la familia Número de mensajes recibidos de amigos Tiempo total en el dormitorio Tiempo total en la cocina Tiempo total en la sala

El entrenamiento de los modelos se realiza con el 90% de los datos y con el 10% de los datos se realiza la evaluación, división mostrada en las tablas 7 y 8, de la sección 4.2.2 División de los datos de entrenamiento y de prueba. El entrenamiento se realiza con los algoritmos C4.5, CART, Naive Bayes, SVM, kNN y AdaBoost con Random Forest y la evaluación con las métricas Accuracy y F-Measure.

Como resultado, se obtienen dos nuevos modelos: LON (*Loneliness*) e ISO (*social isolation*), representados en la tabla 14. Para el caso de la soledad, el mejor modelo fue el algoritmo *AdaBoost-Random Forest* con un *accuracy* y *F-measure* de 0.7. Para el caso del aislamiento social, el mejor modelo fue el algoritmo *k-Nearest-Neighbor* con una *accuracy* de 0.8 y *F-*

measure de 0.794. Los resultados de la evaluación de los modelos con atributos comunes se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15 Comparación de modelos de soledad y aislamiento social con atributos comunes

Algoritmo	Métricas	LON	ISO
C4.5	Accuracy	0.5	0.4
	F-Measure	0.542	0.411
CART	Accuracy	0.6	0.466
	F-Measure	0.618	0.481
Naive Bayes	Accuracy	0.5	0.466
	F-Measure	0.348	0.407
SVM	Accuracy	0.7	0.666
	F-Measure	0.693	0.4
kNN	Accuracy	0.6	<b>0.8</b>
	F-Measure	0.676	<b>0.794</b>
AdaBoost	Accuracy	<b>0.7</b>	0.6
Random Forest	F-Measure	<b>0.7</b>	0.6

En este punto del proceso, tenemos dos modelos con los mismos atributos, descritos en la tabla 14, pero con clases diferentes, uno con los niveles de soledad y el otro con los niveles de aislamiento social.

Los modelos generados funcionan como una caja negra, donde conocemos la entrada de datos y la salida (que es el nivel del padecimiento a evaluar). El proceso de la caja negra lo determinan los algoritmos, para soledad lo determina *AdaBoost con Random Forest* y para aislamiento social lo determina el algoritmo *k-Nearest-Neighbor*.

Para combinar nuestros modelos probamos los datos originales de aislamiento social con el modelo de soledad y los datos de soledad con el modelo de aislamiento social. Este proceso se realiza con el objetivo de definir nuevas clases que permitan combinar los modelos en uno solo.

La evaluación de los modelos para la soledad y el aislamiento social se realizó mediante el desarrollo de dos sistemas de software que implementan los modelos LON e ISO. En el caso del algoritmo LON, se utilizaron 141 instancias del dataset de aislamiento social; en el caso del modelo ISO, se utilizaron 100 instancias del dataset de soledad para la evaluación, como se representa en la Figura 5.

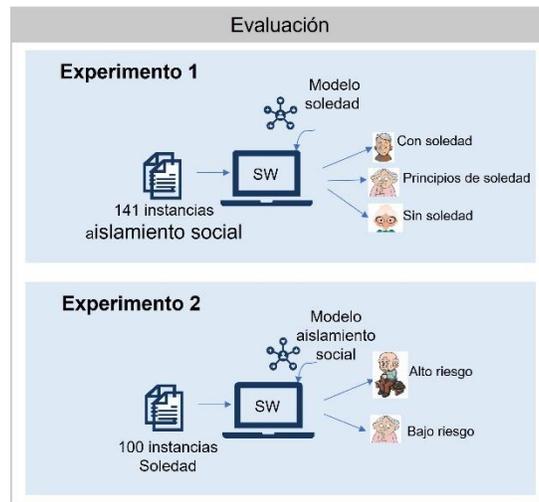


Figura 5 Evaluación de modelos de soledad y aislamiento social

Las figuras 6-7 presentan los resultados del modelo de predicción LON para la relación soledad-aislamiento social.

La figura 6 presenta los resultados de la clasificación de 48 personas diagnosticadas con alto riesgo de aislamiento social. Los resultados indican que el 73% de este segmento fue clasificado por el modelo como personas sin soledad.

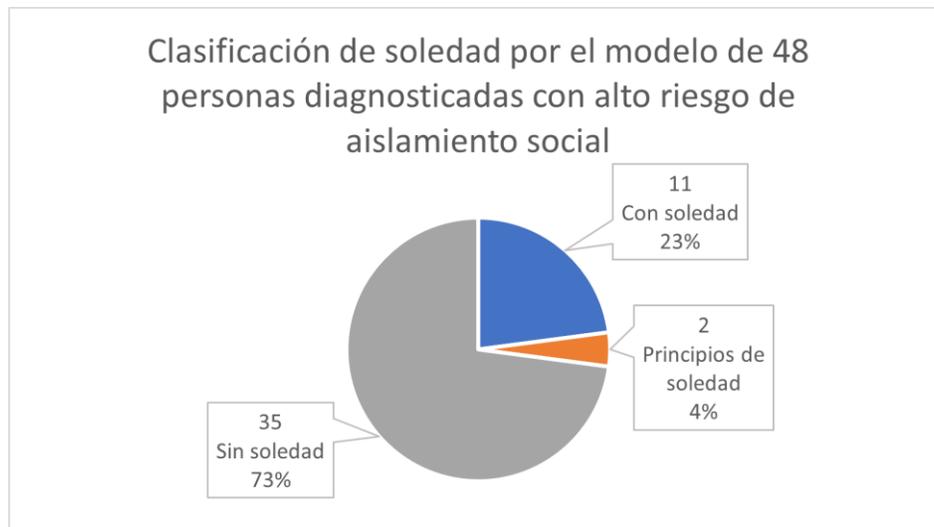


Figura 6 Clasificación de las personas con alto riesgo de aislamiento social

La figura 7 presenta los resultados de la clasificación de 93 personas diagnosticadas con bajo riesgo de aislamiento social. Los resultados indican que el 88% de este segmento fue clasificado por el modelo como personas sin soledad.

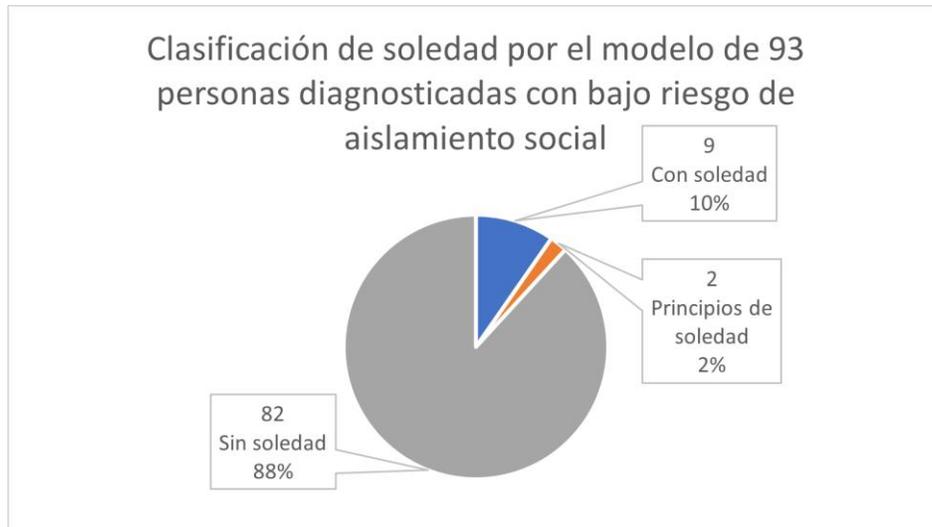


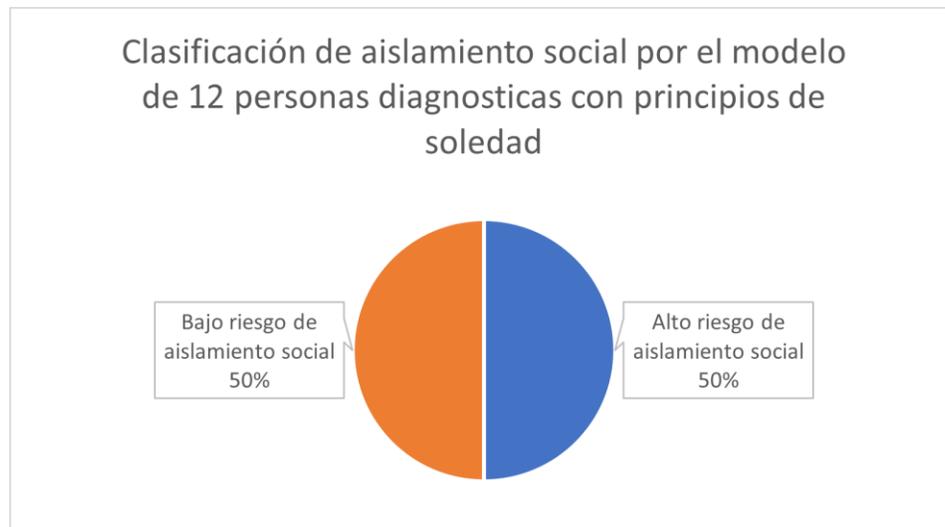
Figura 7 Clasificación de las personas con bajo riesgo de aislamiento social

Las figuras 8-10 presentan los resultados del modelo de predicción ISO para la relación soledad-aislamiento social. La figura 8 presenta los resultados de la clasificación de 17 personas diagnosticadas de soledad. Los resultados indican que el 59% de este segmento fue clasificado por el modelo como personas con alto riesgo de aislamiento social.



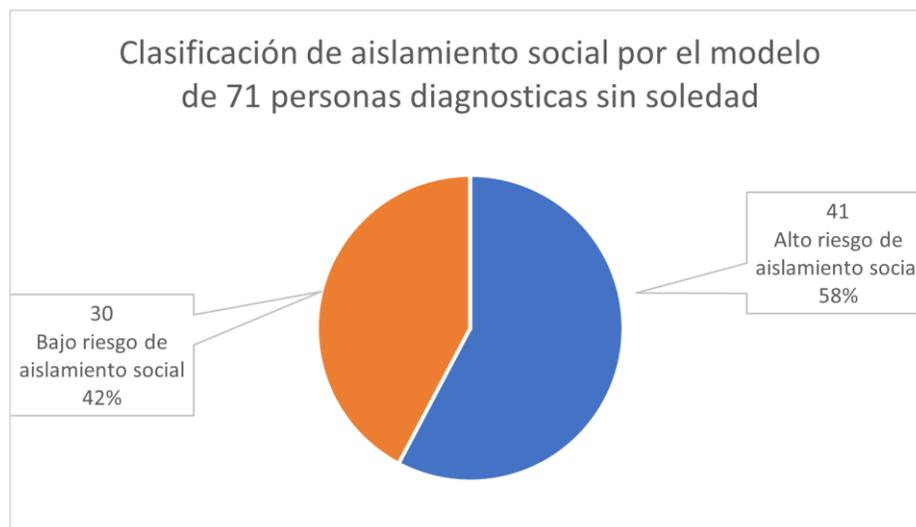
Figura 8 Clasificación de las personas con soledad

La figura 9 presenta los resultados de la clasificación de 12 personas diagnosticadas con principios de soledad. Los resultados indican que el 50% de este segmento fue clasificado por el modelo como personas con alto riesgo de aislamiento social.



*Figura 9 Clasificación de las personas con principios de soledad*

La figura 10 presenta los resultados de la clasificación de 71 personas diagnosticadas sin soledad. Los resultados indican que el 58% de este segmento fue clasificado por el modelo como personas con alto riesgo de aislamiento social.



*Figura 10 Clasificación de las personas sin soledad*

El resultado de la evaluación permite inferir que una persona con soledad también puede tener un bajo aislamiento social o no presentar aislamiento social. Esto implica que una persona puede sentirse sola incluso teniendo contacto con otras personas de su entorno.

El trabajo de tesis ha permitido asociar atributos que son relevantes para ambos padecimientos psicológicos y que revelan las relaciones entre los diferentes niveles de aislamiento social y soledad. Por lo que, en el siguiente capítulo se realiza una evaluación de este modelo combinado con nuevos datos de diferentes adultos mayores.

# Capítulo 5

## Evaluación y resultados del modelo

---

El hombre no puede obtener nada sin antes dar algo a cambio, para crear, algo de igual valor debe perderse – Alphonse Elric

En este capítulo se evalúa el desempeño de los modelos con un grupo de estudio diferente al utilizado en el entrenamiento de estos. A continuación, se describen las características del grupo de estudio, el procedimiento de recolección de datos, la experimentación y los resultados obtenidos.

## 5.1. Grupo de estudio

El grupo de estudio está formado por adultos mayores, hombres y mujeres, con edades entre 60 y 80 años ( $\mu = 64$ ,  $\sigma = 4.73$ ), residentes de las ciudades de Acapulco y de Chilpancingo, Guerrero, con pleno uso de sus facultades físicas y mentales, capaces de caminar sin ayuda de otra persona y con capacidad para el uso de un teléfono inteligente.

La recolección de datos se realizó durante un periodo de dos meses y medio. Durante este tiempo, se monitoreó a 25 personas (15 mujeres y 10 hombres), de los cuales, 13 están en una relación y 12 no lo están, 9 están empleados y 16 son jubilados. El monitoreo de cada participante se realizó durante una semana. Los datos obtenidos corresponden a las actividades que resultaron relevantes del modelo y la aplicación de los cuestionarios ESTE-R y Lubben para conocer el nivel de riesgo de soledad y aislamiento social de los participantes.

## 5.2. Proceso de recolección de datos

El proceso de recolección de datos consta de tres fases:

- Fase 1. El investigador lee al participante el documento de consentimiento (descrito en el Anexo 1), que indica el objetivo de la investigación, el detalle del estudio, riesgos y beneficios, derechos y la confidencialidad de los datos. Si el participante está de acuerdo, firma el documento.
- Fase 2. El participante usa su teléfono inteligente por una semana de manera cotidiana. Durante esa semana, cada día se recopila la información descrita en el Anexo 2 del documento: Datos de estudio de soledad y aislamiento social.
- Fase 3. En el último día del monitoreo de las actividades, el participante llena dos formularios:
  - a. ESTE-R para determinar una valoración de soledad. El cuestionario (Anexo 3) consta de 34 preguntas con 5 opciones de respuesta de acuerdo con la frecuencia, cuya puntuación oscila entre 1 y 5.
  - b. Lubben (LSNS-6) para una valoración de aislamiento social. El cuestionario (Anexo 4) consta de 6 preguntas con 5 opciones de respuesta de acuerdo con la frecuencia, cuya puntuación oscila entre 1 y 5.

El proceso de recolección termina cuando el participante llena los datos de las dos fases y el investigador recupera la información.

A continuación, se detalla la información de los 25 participantes en las Tablas 16 – 40.

Tabla 16 Descripción del participante 1

Descripción del participante	Mujer de 60 años, empleada y no está en una relación.																														
Nivel de soledad	● Sin soledad																														
Nivel de aislamiento social	● Bajo riesgo de aislamiento social																														
<table border="1"> <caption>Data for Participant 1 - Communication Frequency</caption> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Cantidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Mensaje_entrante_amigo</td><td>3</td></tr> <tr><td>Mensaje_entrante_familiar</td><td>1</td></tr> <tr><td>Mensaje_saliente_amigo</td><td>17</td></tr> <tr><td>Mensaje_saliente_familiar</td><td>2</td></tr> <tr><td>Llamadas_entrantes_amigos</td><td>3</td></tr> <tr><td>Llamadas_entrantes_familiares</td><td>4</td></tr> <tr><td>Llamadas_salientes_amigos</td><td>3</td></tr> <tr><td>Llamadas_salientes_familiares</td><td>6</td></tr> </tbody> </table> <table border="1"> <caption>Data for Participant 1 - Average Time Spent</caption> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Horas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Tiempo_promedio_llamada_amigo</td><td>5</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_llamada_familiar</td><td>15</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_cocina</td><td>15</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_sala</td><td>36</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_recamara</td><td>41</td></tr> </tbody> </table>		Categoría	Cantidad	Mensaje_entrante_amigo	3	Mensaje_entrante_familiar	1	Mensaje_saliente_amigo	17	Mensaje_saliente_familiar	2	Llamadas_entrantes_amigos	3	Llamadas_entrantes_familiares	4	Llamadas_salientes_amigos	3	Llamadas_salientes_familiares	6	Categoría	Horas	Tiempo_promedio_llamada_amigo	5	Tiempo_promedio_llamada_familiar	15	Tiempo_promedio_cocina	15	Tiempo_promedio_sala	36	Tiempo_promedio_recamara	41
Categoría	Cantidad																														
Mensaje_entrante_amigo	3																														
Mensaje_entrante_familiar	1																														
Mensaje_saliente_amigo	17																														
Mensaje_saliente_familiar	2																														
Llamadas_entrantes_amigos	3																														
Llamadas_entrantes_familiares	4																														
Llamadas_salientes_amigos	3																														
Llamadas_salientes_familiares	6																														
Categoría	Horas																														
Tiempo_promedio_llamada_amigo	5																														
Tiempo_promedio_llamada_familiar	15																														
Tiempo_promedio_cocina	15																														
Tiempo_promedio_sala	36																														
Tiempo_promedio_recamara	41																														

Tabla 17 Descripción del participante 2

Descripción del participante	Mujer de 60 años, empleada y en una relación.																														
Nivel de soledad	● Sin soledad																														
Nivel de aislamiento social	● Bajo riesgo de aislamiento social																														
<table border="1"> <caption>Data for Participant 2 - Communication Frequency</caption> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Cantidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Mensaje_entrante_amigo</td><td>35</td></tr> <tr><td>Mensaje_entrante_familiar</td><td>0</td></tr> <tr><td>Mensaje_saliente_amigo</td><td>45</td></tr> <tr><td>Mensaje_saliente_familiar</td><td>16</td></tr> <tr><td>Llamadas_entrantes_amigos</td><td>6</td></tr> <tr><td>Llamadas_entrantes_familiares</td><td>6</td></tr> <tr><td>Llamadas_salientes_amigos</td><td>3</td></tr> <tr><td>Llamadas_salientes_familiares</td><td>9</td></tr> </tbody> </table> <table border="1"> <caption>Data for Participant 2 - Average Time Spent</caption> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Horas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Tiempo_promedio_llamada_amigo</td><td>99</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_llamada_familiar</td><td>73</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_cocina</td><td>0</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_sala</td><td>32</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_recamara</td><td>52</td></tr> </tbody> </table>		Categoría	Cantidad	Mensaje_entrante_amigo	35	Mensaje_entrante_familiar	0	Mensaje_saliente_amigo	45	Mensaje_saliente_familiar	16	Llamadas_entrantes_amigos	6	Llamadas_entrantes_familiares	6	Llamadas_salientes_amigos	3	Llamadas_salientes_familiares	9	Categoría	Horas	Tiempo_promedio_llamada_amigo	99	Tiempo_promedio_llamada_familiar	73	Tiempo_promedio_cocina	0	Tiempo_promedio_sala	32	Tiempo_promedio_recamara	52
Categoría	Cantidad																														
Mensaje_entrante_amigo	35																														
Mensaje_entrante_familiar	0																														
Mensaje_saliente_amigo	45																														
Mensaje_saliente_familiar	16																														
Llamadas_entrantes_amigos	6																														
Llamadas_entrantes_familiares	6																														
Llamadas_salientes_amigos	3																														
Llamadas_salientes_familiares	9																														
Categoría	Horas																														
Tiempo_promedio_llamada_amigo	99																														
Tiempo_promedio_llamada_familiar	73																														
Tiempo_promedio_cocina	0																														
Tiempo_promedio_sala	32																														
Tiempo_promedio_recamara	52																														

Tabla 18 Descripción del participante 3

Descripción del participante	Hombre de 70 años, empleado y no está en una relación.
Nivel de soledad	● Sin soledad
Nivel de aislamiento social	● Bajo riesgo de aislamiento social

Categoría	Cantidad
Mensaje_entrante_amigo	25
Mensaje_entrante_familiar	18
Mensaje_saliente_amigo	35
Mensaje_saliente_familiar	17
Llamadas_entrantes_amigos	19
Llamadas_entrantes_familiares	9
Llamadas_salientes_amigos	18
Llamadas_salientes_familiares	11

Actividad	Tiempo (Horas)
Tiempo_promedio_llamada_amigo	77
Tiempo_promedio_llamada_familiar	96
Tiempo_promedio_cocina	0
Tiempo_promedio_sala	13
Tiempo_promedio_recamara	60

Tabla 19 Descripción del participante 4

Descripción del participante	Hombre de 60 años, empleado y no está en una relación.
Nivel de soledad	● Sin soledad
Nivel de aislamiento social	● Bajo riesgo de aislamiento social

Categoría	Cantidad
Mensaje_entrante_amigo	66
Mensaje_entrante_familiar	3
Mensaje_saliente_amigo	65
Mensaje_saliente_familiar	3
Llamadas_entrantes_amigos	14
Llamadas_entrantes_familiares	0
Llamadas_salientes_amigos	13
Llamadas_salientes_familiares	1

Actividad	Tiempo (Horas)
Tiempo_promedio_llamada_amigo	115
Tiempo_promedio_llamada_familiar	90
Tiempo_promedio_cocina	7
Tiempo_promedio_sala	25
Tiempo_promedio_recamara	31

Tabla 20 Descripción del participante 5

Descripción del participante	Mujer de 60 años, jubilada y no está en una relación.
Nivel de soledad	● Sin soledad
Nivel de aislamiento social	● Alto riesgo de aislamiento social

Categoría	Cantidad
Mensaje_entrante_amigo	75
Mensaje_entrante_familiar	86
Mensaje_saliente_amigo	75
Mensaje_saliente_familiar	81
Llamadas_entrantes_amigos	6
Llamadas_entrantes_familiares	19
Llamadas_salientes_amigos	38
Llamadas_salientes_familiares	18

Actividad	Tiempo (Horas)
Tiempo_promedio_llamada_amigo	59
Tiempo_promedio_llamada_familiar	437
Tiempo_promedio_cocina	40
Tiempo_promedio_sala	25
Tiempo_promedio_recamara	57

Tabla 21 Descripción del participante 6

Descripción del participante	Hombre de 60 años, empleado y en una relación.
Nivel de soledad	● Sin soledad
Nivel de aislamiento social	● Bajo riesgo de aislamiento social


Tabla 22 Descripción del participante 7

Descripción del participante	Hombre de 62 años, jubilado y en una relación.
Nivel de soledad	● Sin soledad
Nivel de aislamiento social	● Bajo riesgo de aislamiento social


Tabla 23 Descripción del participante 8

Descripción del participante	Mujer de 62 años, jubilada y no está en una relación.
Nivel de soledad	● Sin soledad
Nivel de aislamiento social	● Alto riesgo de aislamiento social


Tabla 24 Descripción del participante 9

Descripción del participante	Hombre de 62 años, empleado y en una relación.
Nivel de soledad	● Sin soledad
Nivel de aislamiento social	● Bajo riesgo de aislamiento social

<table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Cantidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Mensaje_entrante_amigo</td><td>147</td></tr> <tr><td>Mensaje_entrante_familiar</td><td>18</td></tr> <tr><td>Mensaje_saliente_amigo</td><td>131</td></tr> <tr><td>Mensaje_saliente_familiar</td><td>65</td></tr> <tr><td>Llamadas_entrantes_amigos</td><td>12</td></tr> <tr><td>Llamadas_entrantes_familiares</td><td>14</td></tr> <tr><td>Llamadas_salientes_amigos</td><td>8</td></tr> <tr><td>Llamadas_salientes_familiares</td><td>12</td></tr> </tbody> </table>	Categoría	Cantidad	Mensaje_entrante_amigo	147	Mensaje_entrante_familiar	18	Mensaje_saliente_amigo	131	Mensaje_saliente_familiar	65	Llamadas_entrantes_amigos	12	Llamadas_entrantes_familiares	14	Llamadas_salientes_amigos	8	Llamadas_salientes_familiares	12	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Tiempo Promedio (Minutos)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Tiempo_promedio_llamada_amigo</td><td>35</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_llamada_familiar</td><td>17</td></tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Tiempo Promedio (Horas)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Tiempo_promedio_cocina</td><td>0</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_sala</td><td>3.5</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_recamara</td><td>47</td></tr> </tbody> </table>	Categoría	Tiempo Promedio (Minutos)	Tiempo_promedio_llamada_amigo	35	Tiempo_promedio_llamada_familiar	17	Categoría	Tiempo Promedio (Horas)	Tiempo_promedio_cocina	0	Tiempo_promedio_sala	3.5	Tiempo_promedio_recamara	47
Categoría	Cantidad																																
Mensaje_entrante_amigo	147																																
Mensaje_entrante_familiar	18																																
Mensaje_saliente_amigo	131																																
Mensaje_saliente_familiar	65																																
Llamadas_entrantes_amigos	12																																
Llamadas_entrantes_familiares	14																																
Llamadas_salientes_amigos	8																																
Llamadas_salientes_familiares	12																																
Categoría	Tiempo Promedio (Minutos)																																
Tiempo_promedio_llamada_amigo	35																																
Tiempo_promedio_llamada_familiar	17																																
Categoría	Tiempo Promedio (Horas)																																
Tiempo_promedio_cocina	0																																
Tiempo_promedio_sala	3.5																																
Tiempo_promedio_recamara	47																																

Tabla 25 Descripción del participante 10

Descripción del participante	Mujer de 66 años, jubilada y no está en una relación.
Nivel de soledad	● Sin soledad
Nivel de aislamiento social	● Bajo riesgo de aislamiento social

<table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Cantidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Mensaje_entrante_amigo</td><td>114</td></tr> <tr><td>Mensaje_entrante_familiar</td><td>48</td></tr> <tr><td>Mensaje_saliente_amigo</td><td>78</td></tr> <tr><td>Mensaje_saliente_familiar</td><td>79</td></tr> <tr><td>Llamadas_entrantes_amigos</td><td>25</td></tr> <tr><td>Llamadas_entrantes_familiares</td><td>49</td></tr> <tr><td>Llamadas_salientes_amigos</td><td>39</td></tr> <tr><td>Llamadas_salientes_familiares</td><td>53</td></tr> </tbody> </table>	Categoría	Cantidad	Mensaje_entrante_amigo	114	Mensaje_entrante_familiar	48	Mensaje_saliente_amigo	78	Mensaje_saliente_familiar	79	Llamadas_entrantes_amigos	25	Llamadas_entrantes_familiares	49	Llamadas_salientes_amigos	39	Llamadas_salientes_familiares	53	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Tiempo Promedio (Minutos)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Tiempo_promedio_llamada_amigo</td><td>114</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_llamada_familiar</td><td>113</td></tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Tiempo Promedio (Horas)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Tiempo_promedio_cocina</td><td>27</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_sala</td><td>32</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_recamara</td><td>101</td></tr> </tbody> </table>	Categoría	Tiempo Promedio (Minutos)	Tiempo_promedio_llamada_amigo	114	Tiempo_promedio_llamada_familiar	113	Categoría	Tiempo Promedio (Horas)	Tiempo_promedio_cocina	27	Tiempo_promedio_sala	32	Tiempo_promedio_recamara	101
Categoría	Cantidad																																
Mensaje_entrante_amigo	114																																
Mensaje_entrante_familiar	48																																
Mensaje_saliente_amigo	78																																
Mensaje_saliente_familiar	79																																
Llamadas_entrantes_amigos	25																																
Llamadas_entrantes_familiares	49																																
Llamadas_salientes_amigos	39																																
Llamadas_salientes_familiares	53																																
Categoría	Tiempo Promedio (Minutos)																																
Tiempo_promedio_llamada_amigo	114																																
Tiempo_promedio_llamada_familiar	113																																
Categoría	Tiempo Promedio (Horas)																																
Tiempo_promedio_cocina	27																																
Tiempo_promedio_sala	32																																
Tiempo_promedio_recamara	101																																

Tabla 26 Descripción del participante 11

Descripción del participante	Mujer de 68 años, jubilada y no está en una relación.
Nivel de soledad	● Sin soledad
Nivel de aislamiento social	● Alto riesgo de aislamiento social

<table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Cantidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Mensaje_entrante_amigo</td><td>137</td></tr> <tr><td>Mensaje_entrante_familiar</td><td>151</td></tr> <tr><td>Mensaje_saliente_amigo</td><td>167</td></tr> <tr><td>Mensaje_saliente_familiar</td><td>177</td></tr> <tr><td>Llamadas_entrantes_amigos</td><td>89</td></tr> <tr><td>Llamadas_entrantes_familiares</td><td>70</td></tr> <tr><td>Llamadas_salientes_amigos</td><td>79</td></tr> <tr><td>Llamadas_salientes_familiares</td><td>70</td></tr> </tbody> </table>	Categoría	Cantidad	Mensaje_entrante_amigo	137	Mensaje_entrante_familiar	151	Mensaje_saliente_amigo	167	Mensaje_saliente_familiar	177	Llamadas_entrantes_amigos	89	Llamadas_entrantes_familiares	70	Llamadas_salientes_amigos	79	Llamadas_salientes_familiares	70	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Tiempo Promedio (Minutos)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Tiempo_promedio_llamada_amigo</td><td>203</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_llamada_familiar</td><td>305</td></tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Tiempo Promedio (Horas)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Tiempo_promedio_cocina</td><td>31</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_sala</td><td>25</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_recamara</td><td>112</td></tr> </tbody> </table>	Categoría	Tiempo Promedio (Minutos)	Tiempo_promedio_llamada_amigo	203	Tiempo_promedio_llamada_familiar	305	Categoría	Tiempo Promedio (Horas)	Tiempo_promedio_cocina	31	Tiempo_promedio_sala	25	Tiempo_promedio_recamara	112
Categoría	Cantidad																																
Mensaje_entrante_amigo	137																																
Mensaje_entrante_familiar	151																																
Mensaje_saliente_amigo	167																																
Mensaje_saliente_familiar	177																																
Llamadas_entrantes_amigos	89																																
Llamadas_entrantes_familiares	70																																
Llamadas_salientes_amigos	79																																
Llamadas_salientes_familiares	70																																
Categoría	Tiempo Promedio (Minutos)																																
Tiempo_promedio_llamada_amigo	203																																
Tiempo_promedio_llamada_familiar	305																																
Categoría	Tiempo Promedio (Horas)																																
Tiempo_promedio_cocina	31																																
Tiempo_promedio_sala	25																																
Tiempo_promedio_recamara	112																																

Tabla 27 Descripción del participante 12

Descripción del participante	Mujer de 62 años, jubilada y en una relación.
Nivel de soledad	● Sin soledad
Nivel de aislamiento social	● Bajo riesgo de aislamiento social

<table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Cantidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Mensaje_entrante_amigo</td><td>161</td></tr> <tr><td>Mensaje_entrante_familiar</td><td>141</td></tr> <tr><td>Mensaje_saliente_amigo</td><td>200</td></tr> <tr><td>Mensaje_saliente_familiar</td><td>134</td></tr> <tr><td>Llamadas_entrantes_amigos</td><td>78</td></tr> <tr><td>Llamadas_entrantes_familiares</td><td>70</td></tr> <tr><td>Llamadas_salientes_amigos</td><td>80</td></tr> <tr><td>Llamadas_salientes_familiares</td><td>84</td></tr> </tbody> </table>	Categoría	Cantidad	Mensaje_entrante_amigo	161	Mensaje_entrante_familiar	141	Mensaje_saliente_amigo	200	Mensaje_saliente_familiar	134	Llamadas_entrantes_amigos	78	Llamadas_entrantes_familiares	70	Llamadas_salientes_amigos	80	Llamadas_salientes_familiares	84	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Horas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Tiempo_promedio_llamada_amigo</td><td>329</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_llamada_familiar</td><td>216</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_cocina</td><td>35</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_sala</td><td>52</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_recamara</td><td>78</td></tr> </tbody> </table>	Categoría	Horas	Tiempo_promedio_llamada_amigo	329	Tiempo_promedio_llamada_familiar	216	Tiempo_promedio_cocina	35	Tiempo_promedio_sala	52	Tiempo_promedio_recamara	78
Categoría	Cantidad																														
Mensaje_entrante_amigo	161																														
Mensaje_entrante_familiar	141																														
Mensaje_saliente_amigo	200																														
Mensaje_saliente_familiar	134																														
Llamadas_entrantes_amigos	78																														
Llamadas_entrantes_familiares	70																														
Llamadas_salientes_amigos	80																														
Llamadas_salientes_familiares	84																														
Categoría	Horas																														
Tiempo_promedio_llamada_amigo	329																														
Tiempo_promedio_llamada_familiar	216																														
Tiempo_promedio_cocina	35																														
Tiempo_promedio_sala	52																														
Tiempo_promedio_recamara	78																														

Tabla 28 Descripción del participante 13

Descripción del participante	Mujer de 60 años, jubilada y en una relación.
Nivel de soledad	● Sin soledad
Nivel de aislamiento social	● Alto riesgo de aislamiento social

<table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Cantidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Mensaje_entrante_amigo</td><td>114</td></tr> <tr><td>Mensaje_entrante_familiar</td><td>90</td></tr> <tr><td>Mensaje_saliente_amigo</td><td>158</td></tr> <tr><td>Mensaje_saliente_familiar</td><td>175</td></tr> <tr><td>Llamadas_entrantes_amigos</td><td>53</td></tr> <tr><td>Llamadas_entrantes_familiares</td><td>32</td></tr> <tr><td>Llamadas_salientes_amigos</td><td>61</td></tr> <tr><td>Llamadas_salientes_familiares</td><td>78</td></tr> </tbody> </table>	Categoría	Cantidad	Mensaje_entrante_amigo	114	Mensaje_entrante_familiar	90	Mensaje_saliente_amigo	158	Mensaje_saliente_familiar	175	Llamadas_entrantes_amigos	53	Llamadas_entrantes_familiares	32	Llamadas_salientes_amigos	61	Llamadas_salientes_familiares	78	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Horas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Tiempo_promedio_llamada_amigo</td><td>179</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_llamada_familiar</td><td>137</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_cocina</td><td>30</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_sala</td><td>48</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_recamara</td><td>74</td></tr> </tbody> </table>	Categoría	Horas	Tiempo_promedio_llamada_amigo	179	Tiempo_promedio_llamada_familiar	137	Tiempo_promedio_cocina	30	Tiempo_promedio_sala	48	Tiempo_promedio_recamara	74
Categoría	Cantidad																														
Mensaje_entrante_amigo	114																														
Mensaje_entrante_familiar	90																														
Mensaje_saliente_amigo	158																														
Mensaje_saliente_familiar	175																														
Llamadas_entrantes_amigos	53																														
Llamadas_entrantes_familiares	32																														
Llamadas_salientes_amigos	61																														
Llamadas_salientes_familiares	78																														
Categoría	Horas																														
Tiempo_promedio_llamada_amigo	179																														
Tiempo_promedio_llamada_familiar	137																														
Tiempo_promedio_cocina	30																														
Tiempo_promedio_sala	48																														
Tiempo_promedio_recamara	74																														

Tabla 29 Descripción del participante 14

Descripción del participante	Mujer de 66 años, jubilada y no está en una relación.
Nivel de soledad	● Sin soledad
Nivel de aislamiento social	● Bajo riesgo de aislamiento social

<table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Cantidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Mensaje_entrante_amigo</td><td>154</td></tr> <tr><td>Mensaje_entrante_familiar</td><td>123</td></tr> <tr><td>Mensaje_saliente_amigo</td><td>131</td></tr> <tr><td>Mensaje_saliente_familiar</td><td>139</td></tr> <tr><td>Llamadas_entrantes_amigos</td><td>17</td></tr> <tr><td>Llamadas_entrantes_familiares</td><td>23</td></tr> <tr><td>Llamadas_salientes_amigos</td><td>34</td></tr> <tr><td>Llamadas_salientes_familiares</td><td>52</td></tr> </tbody> </table>	Categoría	Cantidad	Mensaje_entrante_amigo	154	Mensaje_entrante_familiar	123	Mensaje_saliente_amigo	131	Mensaje_saliente_familiar	139	Llamadas_entrantes_amigos	17	Llamadas_entrantes_familiares	23	Llamadas_salientes_amigos	34	Llamadas_salientes_familiares	52	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Horas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Tiempo_promedio_llamada_amigo</td><td>265</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_llamada_familiar</td><td>310</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_cocina</td><td>27</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_sala</td><td>5</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_recamara</td><td>45</td></tr> </tbody> </table>	Categoría	Horas	Tiempo_promedio_llamada_amigo	265	Tiempo_promedio_llamada_familiar	310	Tiempo_promedio_cocina	27	Tiempo_promedio_sala	5	Tiempo_promedio_recamara	45
Categoría	Cantidad																														
Mensaje_entrante_amigo	154																														
Mensaje_entrante_familiar	123																														
Mensaje_saliente_amigo	131																														
Mensaje_saliente_familiar	139																														
Llamadas_entrantes_amigos	17																														
Llamadas_entrantes_familiares	23																														
Llamadas_salientes_amigos	34																														
Llamadas_salientes_familiares	52																														
Categoría	Horas																														
Tiempo_promedio_llamada_amigo	265																														
Tiempo_promedio_llamada_familiar	310																														
Tiempo_promedio_cocina	27																														
Tiempo_promedio_sala	5																														
Tiempo_promedio_recamara	45																														

Tabla 30 Descripción del participante 15

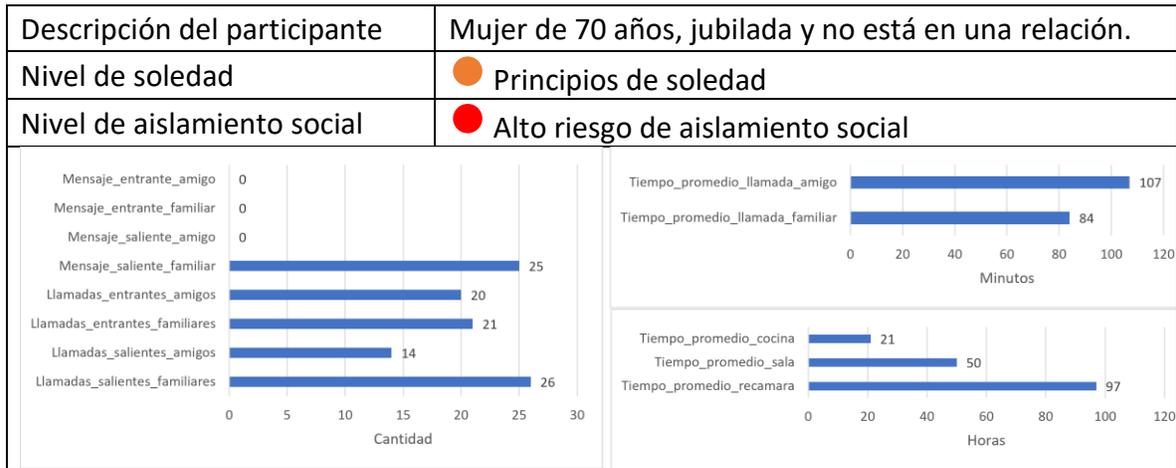


Tabla 31 Descripción del participante 16

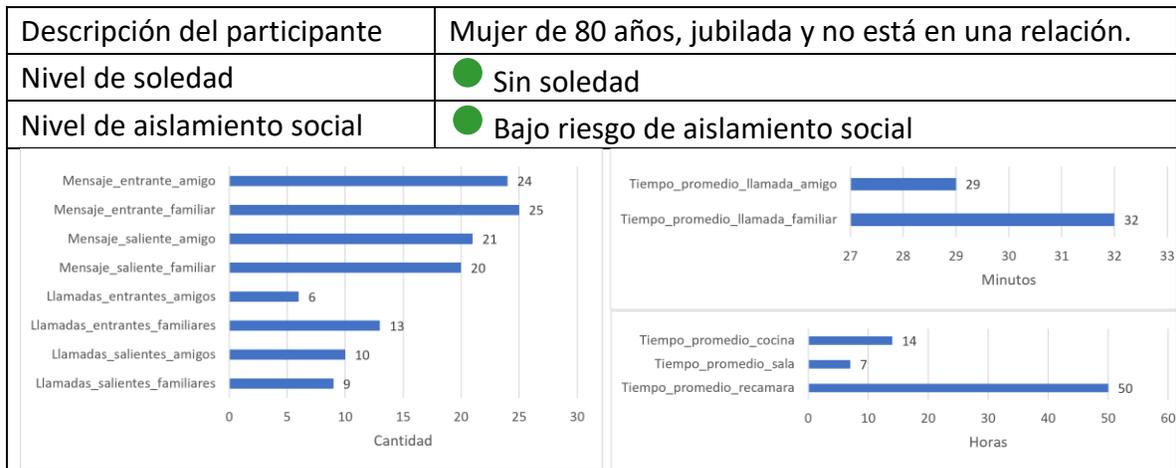


Tabla 32 Descripción del participante 17

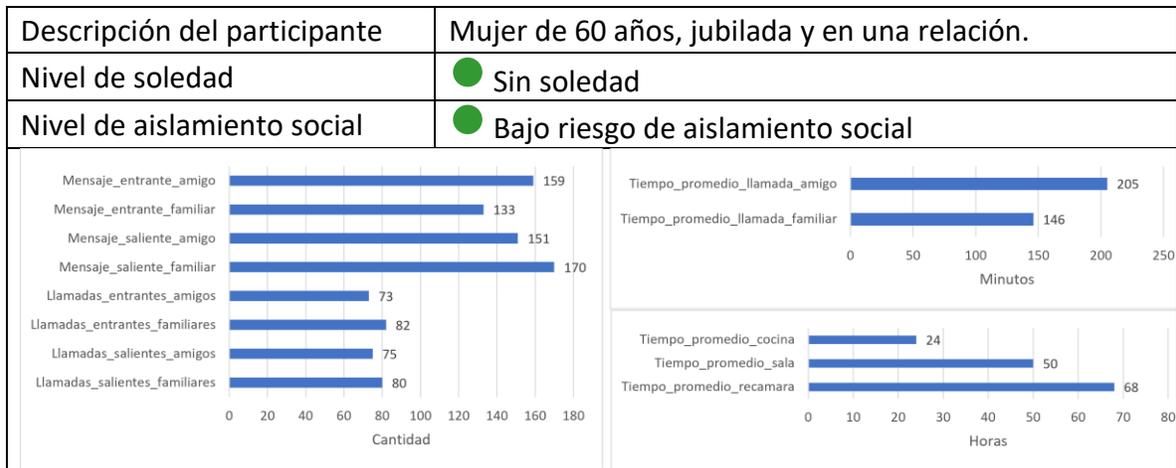


Tabla 33 Descripción del participante 18

Descripción del participante	Mujer de 68 años, empleada y en una relación.
Nivel de soledad	● Sin soledad
Nivel de aislamiento social	● Bajo riesgo de aislamiento social

Tipo	Cantidad
Mensaje_entrante_amigo	21
Mensaje_entrante_familiar	48
Mensaje_saliente_amigo	17
Mensaje_saliente_familiar	46
Llamadas_entrantes_amigos	6
Llamadas_entrantes_familiares	16
Llamadas_salientes_amigos	6
Llamadas_salientes_familiares	18

Tipo	Tiempo (Horas)
Tiempo_promedio_llamada_amigo	25
Tiempo_promedio_llamada_familiar	25
Tiempo_promedio_cocina	7
Tiempo_promedio_sala	32
Tiempo_promedio_recamara	56

Tabla 34 Descripción del participante 19

Descripción del participante	Mujer de 64 años, jubilada y no está en una relación.
Nivel de soledad	● Sin soledad
Nivel de aislamiento social	● Alto riesgo de aislamiento social

Tipo	Cantidad
Mensaje_entrante_amigo	140
Mensaje_entrante_familiar	265
Mensaje_saliente_amigo	143
Mensaje_saliente_familiar	220
Llamadas_entrantes_amigos	63
Llamadas_entrantes_familiares	62
Llamadas_salientes_amigos	50
Llamadas_salientes_familiares	71

Tipo	Tiempo (Horas)
Tiempo_promedio_llamada_amigo	50
Tiempo_promedio_llamada_familiar	63
Tiempo_promedio_cocina	5
Tiempo_promedio_sala	6.5
Tiempo_promedio_recamara	42

Tabla 35 Descripción del participante 20

Descripción del participante	Hombre de 65 años, empleado y una relación.
Nivel de soledad	● Sin soledad
Nivel de aislamiento social	● Bajo riesgo de aislamiento social

Tipo	Cantidad
Mensaje_entrante_amigo	193
Mensaje_entrante_familiar	511
Mensaje_saliente_amigo	967
Mensaje_saliente_familiar	301
Llamadas_entrantes_amigos	23
Llamadas_entrantes_familiares	16
Llamadas_salientes_amigos	65
Llamadas_salientes_familiares	45

Tipo	Tiempo (Horas)
Tiempo_promedio_llamada_amigo	14
Tiempo_promedio_llamada_familiar	14
Tiempo_promedio_cocina	7
Tiempo_promedio_sala	16
Tiempo_promedio_recamara	51

Tabla 36 Descripción del participante 21

Descripción del participante	Mujer de 62 años, empleada y en una relación.
Nivel de soledad	● Sin soledad
Nivel de aislamiento social	● Bajo riesgo de aislamiento social

<table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Cantidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Mensaje_entrante_amigo</td><td>51</td></tr> <tr><td>Mensaje_entrante_familiar</td><td>180</td></tr> <tr><td>Mensaje_saliente_amigo</td><td>51</td></tr> <tr><td>Mensaje_saliente_familiar</td><td>180</td></tr> <tr><td>Llamadas_entrantes_amigos</td><td>8</td></tr> <tr><td>Llamadas_entrantes_familiares</td><td>6</td></tr> <tr><td>Llamadas_salientes_amigos</td><td>13</td></tr> <tr><td>Llamadas_salientes_familiares</td><td>14</td></tr> </tbody> </table>	Categoría	Cantidad	Mensaje_entrante_amigo	51	Mensaje_entrante_familiar	180	Mensaje_saliente_amigo	51	Mensaje_saliente_familiar	180	Llamadas_entrantes_amigos	8	Llamadas_entrantes_familiares	6	Llamadas_salientes_amigos	13	Llamadas_salientes_familiares	14	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Tiempo Promedio (Minutos)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Tiempo_promedio_llamada_amigo</td><td>5</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_llamada_familiar</td><td>6</td></tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Tiempo Promedio (Horas)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Tiempo_promedio_cocina</td><td>7</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_sala</td><td>16</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_recamara</td><td>51</td></tr> </tbody> </table>	Categoría	Tiempo Promedio (Minutos)	Tiempo_promedio_llamada_amigo	5	Tiempo_promedio_llamada_familiar	6	Categoría	Tiempo Promedio (Horas)	Tiempo_promedio_cocina	7	Tiempo_promedio_sala	16	Tiempo_promedio_recamara	51
Categoría	Cantidad																																
Mensaje_entrante_amigo	51																																
Mensaje_entrante_familiar	180																																
Mensaje_saliente_amigo	51																																
Mensaje_saliente_familiar	180																																
Llamadas_entrantes_amigos	8																																
Llamadas_entrantes_familiares	6																																
Llamadas_salientes_amigos	13																																
Llamadas_salientes_familiares	14																																
Categoría	Tiempo Promedio (Minutos)																																
Tiempo_promedio_llamada_amigo	5																																
Tiempo_promedio_llamada_familiar	6																																
Categoría	Tiempo Promedio (Horas)																																
Tiempo_promedio_cocina	7																																
Tiempo_promedio_sala	16																																
Tiempo_promedio_recamara	51																																

Tabla 37 Descripción del participante 22

Descripción del participante	Hombre de 60 años, empleado y no está en una relación.
Nivel de soledad	● Sin soledad
Nivel de aislamiento social	● Bajo riesgo de aislamiento social

<table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Cantidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Mensaje_entrante_amigo</td><td>68</td></tr> <tr><td>Mensaje_entrante_familiar</td><td>90</td></tr> <tr><td>Mensaje_saliente_amigo</td><td>54</td></tr> <tr><td>Mensaje_saliente_familiar</td><td>73</td></tr> <tr><td>Llamadas_entrantes_amigos</td><td>11</td></tr> <tr><td>Llamadas_entrantes_familiares</td><td>13</td></tr> <tr><td>Llamadas_salientes_amigos</td><td>9</td></tr> <tr><td>Llamadas_salientes_familiares</td><td>14</td></tr> </tbody> </table>	Categoría	Cantidad	Mensaje_entrante_amigo	68	Mensaje_entrante_familiar	90	Mensaje_saliente_amigo	54	Mensaje_saliente_familiar	73	Llamadas_entrantes_amigos	11	Llamadas_entrantes_familiares	13	Llamadas_salientes_amigos	9	Llamadas_salientes_familiares	14	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Tiempo Promedio (Minutos)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Tiempo_promedio_llamada_amigo</td><td>23</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_llamada_familiar</td><td>36</td></tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Tiempo Promedio (Horas)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Tiempo_promedio_cocina</td><td>5</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_sala</td><td>24</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_recamara</td><td>56</td></tr> </tbody> </table>	Categoría	Tiempo Promedio (Minutos)	Tiempo_promedio_llamada_amigo	23	Tiempo_promedio_llamada_familiar	36	Categoría	Tiempo Promedio (Horas)	Tiempo_promedio_cocina	5	Tiempo_promedio_sala	24	Tiempo_promedio_recamara	56
Categoría	Cantidad																																
Mensaje_entrante_amigo	68																																
Mensaje_entrante_familiar	90																																
Mensaje_saliente_amigo	54																																
Mensaje_saliente_familiar	73																																
Llamadas_entrantes_amigos	11																																
Llamadas_entrantes_familiares	13																																
Llamadas_salientes_amigos	9																																
Llamadas_salientes_familiares	14																																
Categoría	Tiempo Promedio (Minutos)																																
Tiempo_promedio_llamada_amigo	23																																
Tiempo_promedio_llamada_familiar	36																																
Categoría	Tiempo Promedio (Horas)																																
Tiempo_promedio_cocina	5																																
Tiempo_promedio_sala	24																																
Tiempo_promedio_recamara	56																																

Tabla 38 Descripción del participante 23

Descripción del participante	Hombre de 68 años, jubilado y en una relación.
Nivel de soledad	● Sin soledad
Nivel de aislamiento social	● Bajo riesgo de aislamiento social

<table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Cantidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Mensaje_entrante_amigo</td><td>165</td></tr> <tr><td>Mensaje_entrante_familiar</td><td>275</td></tr> <tr><td>Mensaje_saliente_amigo</td><td>145</td></tr> <tr><td>Mensaje_saliente_familiar</td><td>198</td></tr> <tr><td>Llamadas_entrantes_amigos</td><td>8</td></tr> <tr><td>Llamadas_entrantes_familiares</td><td>15</td></tr> <tr><td>Llamadas_salientes_amigos</td><td>7</td></tr> <tr><td>Llamadas_salientes_familiares</td><td>23</td></tr> </tbody> </table>	Categoría	Cantidad	Mensaje_entrante_amigo	165	Mensaje_entrante_familiar	275	Mensaje_saliente_amigo	145	Mensaje_saliente_familiar	198	Llamadas_entrantes_amigos	8	Llamadas_entrantes_familiares	15	Llamadas_salientes_amigos	7	Llamadas_salientes_familiares	23	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Tiempo Promedio (Minutos)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Tiempo_promedio_llamada_amigo</td><td>26</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_llamada_familiar</td><td>31</td></tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Tiempo Promedio (Horas)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Tiempo_promedio_cocina</td><td>3.5</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_sala</td><td>35</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_recamara</td><td>56</td></tr> </tbody> </table>	Categoría	Tiempo Promedio (Minutos)	Tiempo_promedio_llamada_amigo	26	Tiempo_promedio_llamada_familiar	31	Categoría	Tiempo Promedio (Horas)	Tiempo_promedio_cocina	3.5	Tiempo_promedio_sala	35	Tiempo_promedio_recamara	56
Categoría	Cantidad																																
Mensaje_entrante_amigo	165																																
Mensaje_entrante_familiar	275																																
Mensaje_saliente_amigo	145																																
Mensaje_saliente_familiar	198																																
Llamadas_entrantes_amigos	8																																
Llamadas_entrantes_familiares	15																																
Llamadas_salientes_amigos	7																																
Llamadas_salientes_familiares	23																																
Categoría	Tiempo Promedio (Minutos)																																
Tiempo_promedio_llamada_amigo	26																																
Tiempo_promedio_llamada_familiar	31																																
Categoría	Tiempo Promedio (Horas)																																
Tiempo_promedio_cocina	3.5																																
Tiempo_promedio_sala	35																																
Tiempo_promedio_recamara	56																																

Tabla 39 Descripción del participante 24

Descripción del participante	Hombre de 63 años, jubilado y en una relación.
Nivel de soledad	● Sin soledad
Nivel de aislamiento social	● Alto riesgo de aislamiento social

<table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Cantidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Mensaje_entrante_amigo</td><td>2</td></tr> <tr><td>Mensaje_entrante_familiar</td><td>25</td></tr> <tr><td>Mensaje_saliente_amigo</td><td>2</td></tr> <tr><td>Mensaje_saliente_familiar</td><td>25</td></tr> <tr><td>Llamadas_entrantes_amigos</td><td>2</td></tr> <tr><td>Llamadas_entrantes_familiares</td><td>4</td></tr> <tr><td>Llamadas_salientes_amigos</td><td>2</td></tr> <tr><td>Llamadas_salientes_familiares</td><td>12</td></tr> </tbody> </table>	Categoría	Cantidad	Mensaje_entrante_amigo	2	Mensaje_entrante_familiar	25	Mensaje_saliente_amigo	2	Mensaje_saliente_familiar	25	Llamadas_entrantes_amigos	2	Llamadas_entrantes_familiares	4	Llamadas_salientes_amigos	2	Llamadas_salientes_familiares	12	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Tiempo Promedio (Horas)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Tiempo_promedio_llamada_amigo</td><td>0</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_llamada_familiar</td><td>130</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_cocina</td><td>20.5</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_sala</td><td>10</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_recamara</td><td>36.5</td></tr> </tbody> </table>	Categoría	Tiempo Promedio (Horas)	Tiempo_promedio_llamada_amigo	0	Tiempo_promedio_llamada_familiar	130	Tiempo_promedio_cocina	20.5	Tiempo_promedio_sala	10	Tiempo_promedio_recamara	36.5
Categoría	Cantidad																														
Mensaje_entrante_amigo	2																														
Mensaje_entrante_familiar	25																														
Mensaje_saliente_amigo	2																														
Mensaje_saliente_familiar	25																														
Llamadas_entrantes_amigos	2																														
Llamadas_entrantes_familiares	4																														
Llamadas_salientes_amigos	2																														
Llamadas_salientes_familiares	12																														
Categoría	Tiempo Promedio (Horas)																														
Tiempo_promedio_llamada_amigo	0																														
Tiempo_promedio_llamada_familiar	130																														
Tiempo_promedio_cocina	20.5																														
Tiempo_promedio_sala	10																														
Tiempo_promedio_recamara	36.5																														

Tabla 40 Descripción del participante 25

Descripción del participante	Hombre de 62 años, jubilado y en una relación.
Nivel de soledad	● Sin soledad
Nivel de aislamiento social	● Bajo riesgo de aislamiento social

<table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Cantidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Mensaje_entrante_amigo</td><td>210</td></tr> <tr><td>Mensaje_entrante_familiar</td><td>150</td></tr> <tr><td>Mensaje_saliente_amigo</td><td>70</td></tr> <tr><td>Mensaje_saliente_familiar</td><td>70</td></tr> <tr><td>Llamadas_entrantes_amigos</td><td>6</td></tr> <tr><td>Llamadas_entrantes_familiares</td><td>31</td></tr> <tr><td>Llamadas_salientes_amigos</td><td>2</td></tr> <tr><td>Llamadas_salientes_familiares</td><td>20</td></tr> </tbody> </table>	Categoría	Cantidad	Mensaje_entrante_amigo	210	Mensaje_entrante_familiar	150	Mensaje_saliente_amigo	70	Mensaje_saliente_familiar	70	Llamadas_entrantes_amigos	6	Llamadas_entrantes_familiares	31	Llamadas_salientes_amigos	2	Llamadas_salientes_familiares	20	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Tiempo Promedio (Horas)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Tiempo_promedio_llamada_amigo</td><td>10</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_llamada_familiar</td><td>55</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_cocina</td><td>35</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_sala</td><td>35</td></tr> <tr><td>Tiempo_promedio_recamara</td><td>51</td></tr> </tbody> </table>	Categoría	Tiempo Promedio (Horas)	Tiempo_promedio_llamada_amigo	10	Tiempo_promedio_llamada_familiar	55	Tiempo_promedio_cocina	35	Tiempo_promedio_sala	35	Tiempo_promedio_recamara	51
Categoría	Cantidad																														
Mensaje_entrante_amigo	210																														
Mensaje_entrante_familiar	150																														
Mensaje_saliente_amigo	70																														
Mensaje_saliente_familiar	70																														
Llamadas_entrantes_amigos	6																														
Llamadas_entrantes_familiares	31																														
Llamadas_salientes_amigos	2																														
Llamadas_salientes_familiares	20																														
Categoría	Tiempo Promedio (Horas)																														
Tiempo_promedio_llamada_amigo	10																														
Tiempo_promedio_llamada_familiar	55																														
Tiempo_promedio_cocina	35																														
Tiempo_promedio_sala	35																														
Tiempo_promedio_recamara	51																														

### 5.3. Análisis de datos

El análisis de datos se realiza para determinar si los datos son adecuados para el experimento.

Analizamos los 17 atributos del modelo. A continuación, se presentan los 3 atributos demográficos de los participantes, que incluye la descripción de los atributos, la categoría, la cantidad y el porcentaje de presencia de las categorías. En la Tabla 41 se muestra esta información.

Tabla 41 Información demográfica de los participantes

No.	Atributo	Categoría	Cantidad	Porcentaje
1	Sexo	Femenino	15	60%
		Masculino	10	40%
2	En_relación	Sí	13	52%
		No	12	48%
3	Situación_Laboral	Empleado	9	36%
		Jubilado	16	64%

Ahora se presenta el resumen estadístico de los 14 atributos restantes del modelo, que muestra: la descripción de estos atributos, su valor mínimo y máximo de ocurrencia, la media y desviación estándar de los datos. La Tabla 42 muestra esta información.

Tabla 42 Análisis estadístico de los participantes

No.	Atributo	Valor Mínimo	Valor Máximo	Media	Desviación estándar
1	Edad	60	80	64	4.73
2	Llamadas_salientes_familiares	1	84	31.28	26.86
3	Llamadas_salientes_amigos	0	80	25.92	26.95
4	Llamadas_entrantes_familiares	0	82	24.2	23.67
5	Llamadas_entrantes_amigos	0	89	22.92	26.06
6	Mensaje_saliente_familiar	0	301	97.12	84.43
7	Mensaje_saliente_amigo	0	967	123.88	193.28
8	Mensaje_entrante_familiar	0	511	103.92	118.64
9	Mensaje_entrante_amigo	0	350	101.6	84.13
10	Tiempo_promedio_llamada_familiar	6	595	125.32	145.29
11	Tiempo_promedio_llamada_amigo	0	329	83.96	88.79
12	Tiempo_promedio_recamara	28	112	56.88	21.25
13	Tiempo_promedio_sala	3.5	59	26.22	16.65
14	Tiempo_promedio_cocina	0	40	14.66	13.13

Con este análisis estadístico podemos observar que los valores no están sesgados y el rango de valores es amplio.

## 5.4 Evaluación

Los dos modelos se evalúan tomando como entrada el dataset de los 25 participantes con los 17 atributos relevantes (Sexo, En\_relación, Situación\_Laboral, Edad, Llamadas\_salientes\_familiares, Llamadas\_salientes\_amigos, Llamadas\_entrantes\_familiares, Llamadas\_entrantes\_amigos, Mensaje\_saliente\_familiar, Mensaje\_saliente\_amigo, Mensaje\_entrante\_familiar, Mensaje\_entrante\_amigo,

Tiempo\_promedio\_llamada\_familiar, Tiempo\_promedio\_llamada\_amigo, Tiempo\_promedio\_recamara, Tiempo\_promedio\_sala, Tiempo\_promedio\_cocina) y generando como salida la clasificación de soledad y aislamiento social. La Figura 11 representa este proceso.

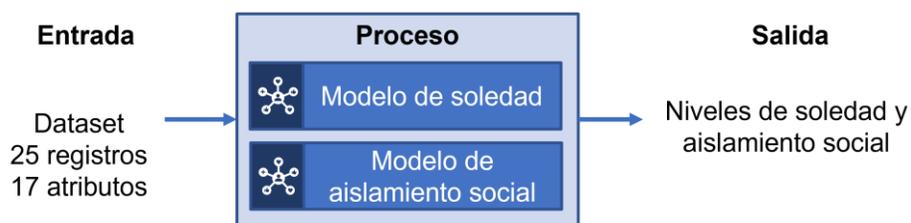


Figura 11 Proceso de evaluación de los modelos

Para analizar si la clasificación es correcta se realiza una comparación de la clasificación de los modelos contra la clasificación de los cuestionarios ESTER y Lubben. Esta comparación se ve en las tablas 43 – 45, marcados con rojo los registros donde el modelo no acertó la clasificación.

La tabla 43 presenta la comparación de los 25 participantes de la clasificación del cuestionario ESTE-R con la clasificación realizada por el modelo.

Tabla 43 Comparación de clasificación de Soledad

No	Nivel_soledad_ESTER	Nivel_soledad_modelo
1	Sin soledad	Sin soledad
2	Sin soledad	Sin soledad
3	Sin soledad	Sin soledad
4	Sin soledad	Sin soledad
5	Sin soledad	Sin soledad
6	Sin soledad	Con soledad
7	Sin soledad	Sin soledad
8	Sin soledad	Sin soledad
9	Sin soledad	Sin soledad
10	Sin soledad	Sin soledad
11	Sin soledad	Sin soledad
12	Sin soledad	Sin soledad
13	Sin soledad	Sin soledad
14	Sin soledad	Sin soledad
15	Principios	Sin soledad
16	Sin soledad	Sin soledad
17	Sin soledad	Sin soledad
18	Sin soledad	Sin soledad
19	Sin soledad	Sin soledad
20	Sin soledad	Sin soledad
21	Sin soledad	Sin soledad

22	Sin soledad	Sin soledad
23	Sin soledad	Sin soledad
24	Sin soledad	Sin soledad
25	Sin soledad	Sin soledad

La tabla 44 presenta la comparación de los 25 participantes de la clasificación del cuestionario LUBBEN con la clasificación realizada por el modelo.

*Tabla 44 Comparación de clasificación de Aislamiento social*

No	Nivel_aislamiento_Lubben	Nivel_aislamiento_modelo
1	Bajo Riesgo de Aislamiento Social	Bajo Riesgo de Aislamiento Social
2	Bajo Riesgo de Aislamiento Social	Bajo Riesgo de Aislamiento Social
3	Bajo Riesgo de Aislamiento Social	Bajo Riesgo de Aislamiento Social
4	Bajo Riesgo de Aislamiento Social	Bajo Riesgo de Aislamiento Social
5	Alto Riesgo de Aislamiento Social	Alto Riesgo de Aislamiento Social
6	Bajo Riesgo de Aislamiento Social	Bajo Riesgo de Aislamiento Social
7	Bajo Riesgo de Aislamiento Social	Bajo Riesgo de Aislamiento Social
8	Alto Riesgo de Aislamiento Social	Alto Riesgo de Aislamiento Social
9	Bajo Riesgo de Aislamiento Social	Bajo Riesgo de Aislamiento Social
10	Bajo Riesgo de Aislamiento Social	Bajo Riesgo de Aislamiento Social
11	Alto Riesgo de Aislamiento Social	Alto Riesgo de Aislamiento Social
12	Bajo Riesgo de Aislamiento Social	Alto Riesgo de Aislamiento Social
13	Alto Riesgo de Aislamiento Social	Alto Riesgo de Aislamiento Social
14	Bajo Riesgo de Aislamiento Social	Bajo Riesgo de Aislamiento Social
15	Alto Riesgo de Aislamiento Social	Bajo Riesgo de Aislamiento Social
16	Bajo Riesgo de Aislamiento Social	Bajo Riesgo de Aislamiento Social
17	Bajo Riesgo de Aislamiento Social	Alto Riesgo de Aislamiento Social
18	Bajo Riesgo de Aislamiento Social	Bajo Riesgo de Aislamiento Social
19	Alto Riesgo de Aislamiento Social	Alto Riesgo de Aislamiento Social
20	Bajo Riesgo de Aislamiento Social	Bajo Riesgo de Aislamiento Social
21	Bajo Riesgo de Aislamiento Social	Alto Riesgo de Aislamiento Social
22	Bajo Riesgo de Aislamiento Social	Bajo Riesgo de Aislamiento Social
23	Bajo Riesgo de Aislamiento Social	Bajo Riesgo de Aislamiento Social
24	Alto Riesgo de Aislamiento Social	Bajo Riesgo de Aislamiento Social
25	Bajo Riesgo de Aislamiento Social	Bajo Riesgo de Aislamiento Social

La tabla 45 presenta la comparación de los 25 participantes de la clasificación conjunta de los cuestionarios ESTE-R y LUBBEN con la clasificación realizada por el modelo combinado.

*Tabla 45 Comparación de clasificación cuestionarios con modelo combinado*

No	Nivel_combinado_ESTER+Lubben	Nivel_combinado_modelo
1	Sin soledad y Bajo Riesgo de Aislamiento Social	Sin soledad y Bajo Riesgo de Aislamiento Social
2	Sin soledad y Bajo Riesgo de Aislamiento Social	Sin soledad y Bajo Riesgo de Aislamiento Social
3	Sin soledad y Bajo Riesgo de Aislamiento Social	Sin soledad y Bajo Riesgo de Aislamiento Social
4	Sin soledad y Bajo Riesgo de Aislamiento Social	Sin soledad y Bajo Riesgo de Aislamiento Social
5	Sin soledad y Alto Riesgo de Aislamiento Social	Sin soledad y Alto Riesgo de Aislamiento Social
6	Sin soledad y Bajo Riesgo de Aislamiento Social	Con soledad y Bajo Riesgo de Aislamiento Social
7	Sin soledad y Bajo Riesgo de Aislamiento Social	Sin soledad y Bajo Riesgo de Aislamiento Social
8	Sin soledad y Alto Riesgo de Aislamiento Social	Sin soledad y Alto Riesgo de Aislamiento Social
9	Sin soledad y Bajo Riesgo de Aislamiento Social	Sin soledad y Bajo Riesgo de Aislamiento Social
10	Sin soledad y Bajo Riesgo de Aislamiento Social	Sin soledad y Bajo Riesgo de Aislamiento Social
11	Sin soledad y Alto Riesgo de Aislamiento Social	Sin soledad y Alto Riesgo de Aislamiento Social
12	Sin soledad y Bajo Riesgo de Aislamiento Social	Sin soledad y Alto Riesgo de Aislamiento Social
13	Sin soledad y Alto Riesgo de Aislamiento Social	Sin soledad y Alto Riesgo de Aislamiento Social
14	Sin soledad y Bajo Riesgo de Aislamiento Social	Sin soledad y Bajo Riesgo de Aislamiento Social
15	Principios y Alto Riesgo de Aislamiento Social	Sin soledad y Bajo Riesgo de Aislamiento Social
16	Sin soledad y Bajo Riesgo de Aislamiento Social	Sin soledad y Bajo Riesgo de Aislamiento Social
17	Sin soledad y Bajo Riesgo de Aislamiento Social	Sin soledad y Alto Riesgo de Aislamiento Social
18	Sin soledad y Bajo Riesgo de Aislamiento Social	Sin soledad y Bajo Riesgo de Aislamiento Social
19	Sin soledad y Alto Riesgo de Aislamiento Social	Sin soledad y Alto Riesgo de Aislamiento Social
20	Sin soledad y Bajo Riesgo de Aislamiento Social	Sin soledad y Bajo Riesgo de Aislamiento Social
21	Sin soledad y Bajo Riesgo de Aislamiento Social	Sin soledad y Alto Riesgo de Aislamiento Social
22	Sin soledad y Bajo Riesgo de Aislamiento Social	Sin soledad y Bajo Riesgo de Aislamiento Social
23	Sin soledad y Bajo Riesgo de Aislamiento Social	Sin soledad y Bajo Riesgo de Aislamiento Social
24	Sin soledad y Alto Riesgo de Aislamiento Social	Sin soledad y Bajo Riesgo de Aislamiento Social
25	Sin soledad y Bajo Riesgo de Aislamiento Social	Sin soledad y Bajo Riesgo de Aislamiento Social

A continuación, se detallan las comparaciones de las clasificaciones para cada uno de los participantes donde se visualizan los aciertos y fallas en la clasificación. Las figuras 13 – 18 muestran los gráficos de esta comparación.

Con la información de las tablas 43 – 45, podemos indicar que, para los participantes 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 14, 16, 18, 20, 22, 23 y 25 la clasificación real de los cuestionarios ESTER y Lubben coinciden con la clasificación del modelo, que indican personas sin soledad, bajo riesgo de aislamiento social y la combinación de estas dos clases. La Figura 13 muestra esta clasificación.



Figura 12 Clasificación de los participantes 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 14, 16, 18, 20, 22, 23 y 25

Para los participantes 5, 8, 11, 13 y 19 la clasificación real de los cuestionarios ESTER y Lubben coinciden con la clasificación del modelo, que indican personas sin soledad, alto riesgo de aislamiento social y la combinación de estas dos clases. La Figura 14 muestra esta clasificación.

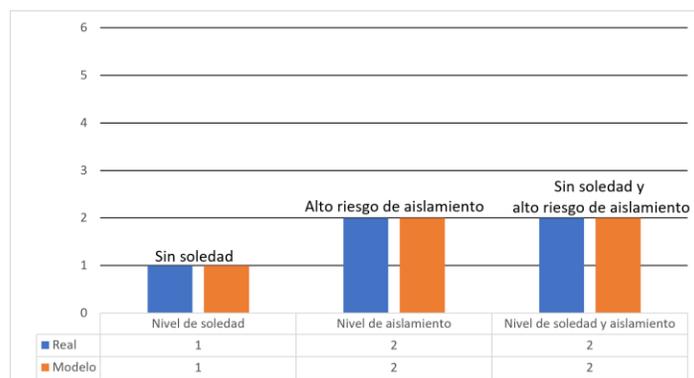


Figura 13 Clasificación de los participantes 5, 8, 11, 13 y 19

Para el participante 6 la clasificación real del cuestionario ESTER difiere con la clasificación del modelo de soledad. El cuestionario la clasifica sin soledad y el modelo la clasifica con soledad. Para aislamiento social coinciden las clasificaciones y en la combinación de clases también hay diferencias por la falla en la clasificación de soledad. La Figura 15 muestra esta clasificación.

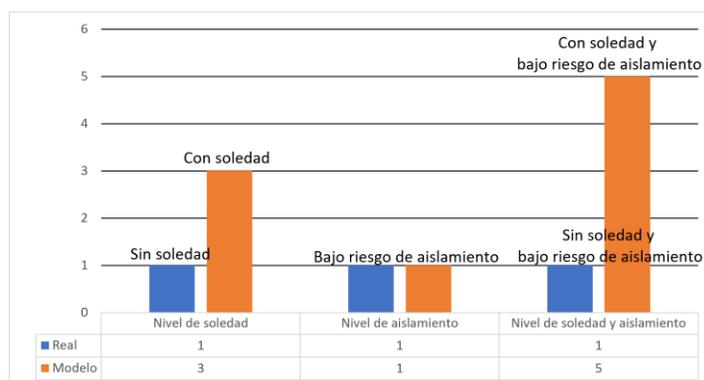


Figura 14 Clasificación del participante 6

Para los participantes 12, 17 y 21 la clasificación real del cuestionario ESTER coincide con la clasificación del modelo, mientras que el modelo de aislamiento social falla contra la clasificación real del cuestionario Lubben. La clasificación combinada también falla al haber diferencias en el nivel de aislamiento social. La Figura 16 muestra esta clasificación.

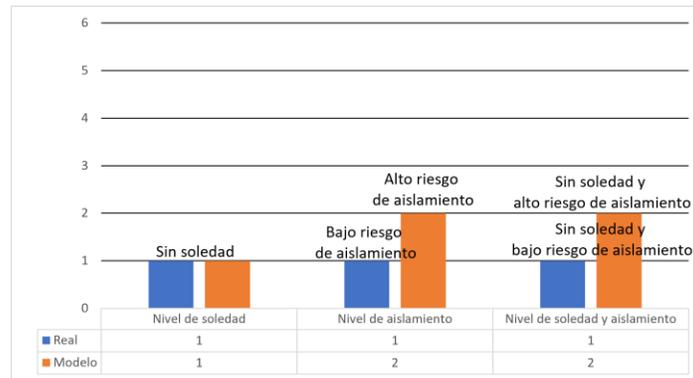


Figura 15 Clasificación de los participantes 12, 17 y 21

Para el participante 15 la clasificación real del cuestionario ESTER y Lubben difieren con la clasificación del modelo. El cuestionario ESTER la clasifica con principios de soledad y el modelo la clasifica sin soledad. Para aislamiento social el cuestionario la clasifica con alto riesgo de aislamiento social y el modelo la clasifica con bajo riesgo de aislamiento social. Por lo tanto, la combinación de las clases también es diferente. La Figura 17 muestra esta clasificación.

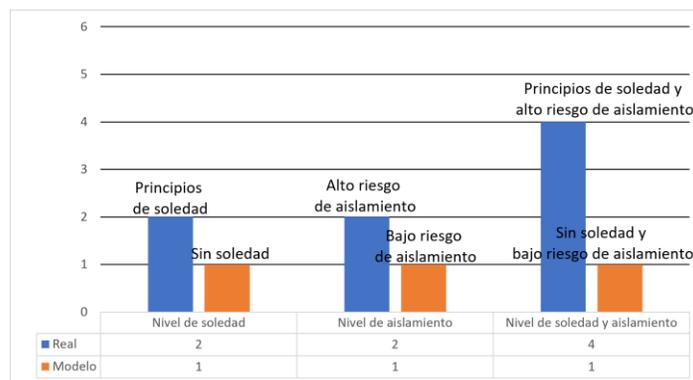


Figura 16 Clasificación del participante 15

Para el participante 24 la clasificación real del cuestionario Lubben difiere con la clasificación del modelo de aislamiento social. El cuestionario la clasifica con alto riesgo de aislamiento y el modelo la clasifica con bajo riesgo. Para soledad coinciden las clasificaciones y en la combinación de clases también hay diferencias por la falla en la clasificación de aislamiento social. La Figura 18 muestra esta clasificación.

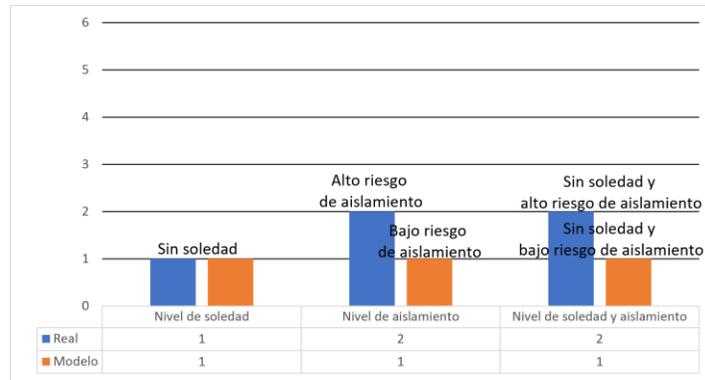


Figura 17 Clasificación del participante 24

### 5.5 Resultados

Primero, el modelo fue evaluado con el 10% de datos de prueba de los datasets. Y segundo, se obtuvieron 25 nuevos casos, casos nuevos e independientes para tener otros datos para seguir evaluando el modelo generado.

En la selección de participantes no sabemos quiénes de ellos presentan algún nivel de soledad o aislamiento social, porque esa evaluación se realiza al finalizar el monitoreo de datos durante una semana.

Los resultados del análisis de la clasificación de soledad nos indican que el modelo acertó el 92% de las veces, teniendo 23 aciertos en la clasificación de las 25 personas. Una persona diagnosticada sin soledad el modelo lo clasificó con soledad y otra persona diagnosticada con principios de soledad el modelo la clasificó sin soledad. Esta información la podemos ver representada en la figura 19.

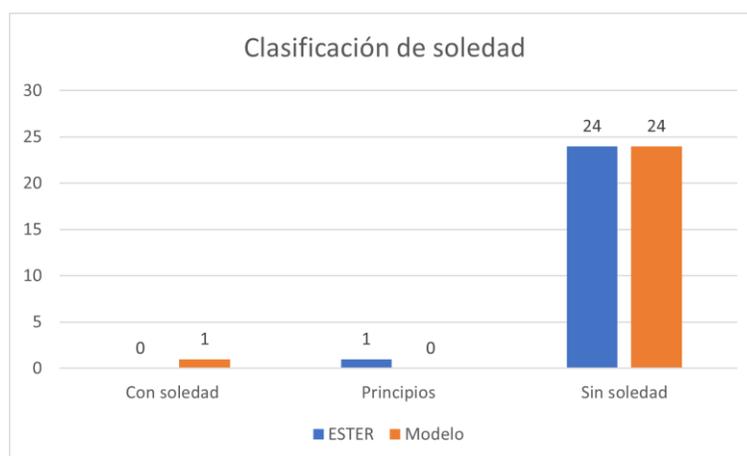


Figura 18 Clasificación de soledad

Los resultados del análisis de la clasificación de aislamiento social nos indican que el modelo acertó el 80% de las veces, teniendo 20 aciertos en la clasificación de 25 personas. Tres personas diagnosticadas con bajo riesgo de aislamiento social el modelo lo clasificó como alto riesgo y dos personas diagnosticadas con alto riesgo de aislamiento social el modelo las clasificó con bajo riesgo. Esta información la podemos ver representada en la figura 20.

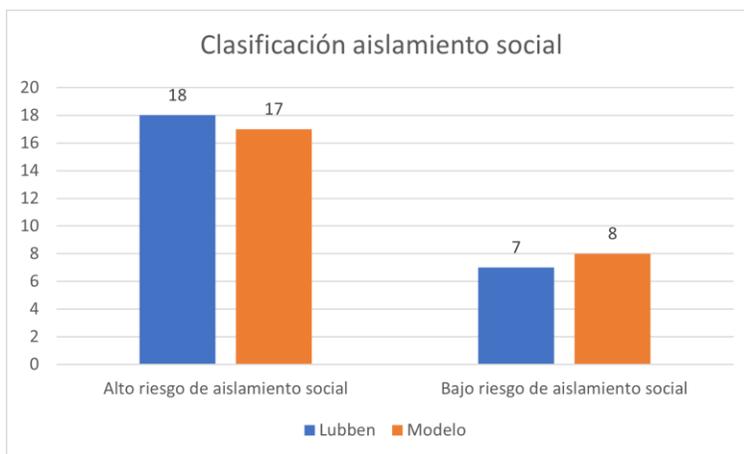


Figura 19 Clasificación de aislamiento social

Para finalizar se realiza un análisis combinado de la clasificación de los dos padecimientos. Esta clasificación combinada no se podía realizar antes porque no se tenía información real de la clasificación de los padecimientos con los datos de entrenamiento de los modelos. Con la recopilación de nuevos datos es posible tener la información y poder hacer el análisis adecuado.

Los resultados del análisis de la clasificación combinada de soledad y aislamiento social nos indican que el modelo acertó el 76% de las veces teniendo 19 aciertos en la clasificación de 25 personas. Cuatro personas diagnosticadas sin soledad y con bajo riesgo de aislamiento social el modelo las clasificó como sin soledad y alto riesgo de aislamiento social, una persona diagnosticada con principio de soledad y alto riesgo de aislamiento social el modelo la clasificó sin soledad y con bajo riesgo de aislamiento y una persona diagnosticada sin soledad y con alto riesgo de aislamiento social el modelo las clasificó sin soledad y bajo riesgo de aislamiento. Esta información la podemos ver representada en la figura 21.

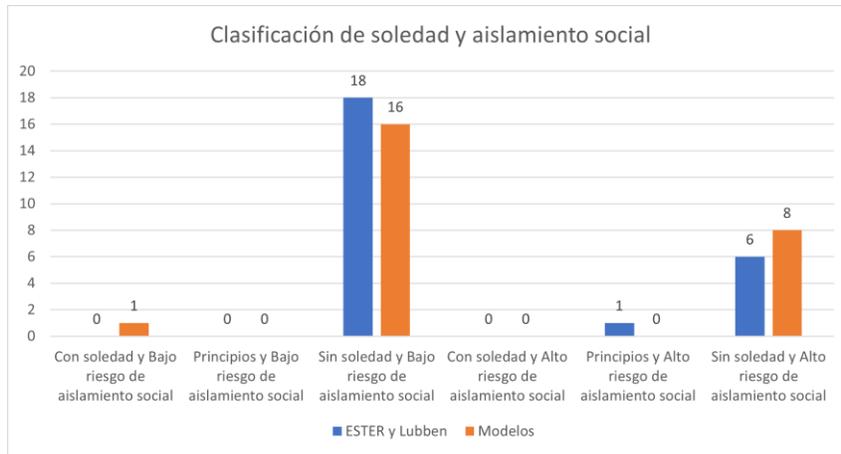


Figura 20 Clasificación de soledad y aislamiento social

# Capítulo 6

## Conclusiones y trabajos futuros

---

Las cosas se pondrán divertidas de aquí en adelante – Yuuko Ichihara

## 6.1 Conclusiones

Se presenta un modelo para la detección de soledad y aislamiento social en adultos mayores. El modelo se basa en identificar las características de estos padecimientos psicológicos y detectar aquellos atributos que son comunes para ambos modelos.

Para determinar cuáles son los mejores modelos, se evaluaron 6 algoritmos diferentes y se determinó que el modelo de soledad, AdaBoost con Random Forest, tiene un accuracy del 70% y el modelo de aislamiento social, k-Nearest-Neighbor, tiene un accuracy de 80% con los atributos de sexo, edad, estado civil, llamadas salientes a familiares, llamadas salientes a amigos, llamadas entrantes de familiares, llamadas entrantes de amigos, mensajes salientes a familiares, mensajes salientes a amigos, mensajes entrantes de familiares, mensajes entrantes de amigos, tiempo promedio de llamadas a familiares, tiempo promedio de llamadas a amigos, tiempo promedio en la recámara, tiempo medio en la sala y tiempo medio en la cocina.

El trabajo de tesis permite asociar atributos que son relevantes para ambos padecimientos y revelan las relaciones entre los diferentes niveles de aislamiento social y soledad. Con los resultados obtenidos se demuestra que el modelo acierta en un 92% en la clasificación de soledad, 80% en la clasificación de aislamiento social y un 76% en la clasificación de los participantes combinando ambos padecimientos.

## 6.2 Trabajos futuros

Si bien en esta tesis se obtienen clasificaciones superiores al 75% de los casos de soledad o aislamiento social, se puede mejorar estos resultados obteniendo más datos. Con más datos se podría realizar una investigación que nos permita proyectar a futuro estas condiciones, es decir, tener una predicción de cuándo un adulto mayor esté propenso a presentar soledad o aislamiento social. Se sugiere desarrollar una aplicación móvil que permita el monitoreo no invasivo de las actividades de los adultos mayores. El monitoreo automático permitirá detectar cuando un adulto mayor presenta soledad o aislamiento social, y cuando esto ocurra notificar a los encargados de estas personas para su cuidado o monitoreo. Con esto se pretende mejorar la calidad de vida y el bienestar de este sector de la población.

## 6.3 Logros obtenidos

### 6.2.1 Artículo científico

Publicación del artículo científico: A predictive model for automatic detection of loneliness and social isolation using machine learning (Bello-Valle, Martínez-Rebollar, Sánchez, & Estrada-Esquivel, 2022). Publicado en la revista científica CyS Computación y Sistemas indexada por Scopus.

# Computación y Sistemas

AN INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTING SCIENCE AND APPLICATIONS

ISSN 1405-5546 (print)  
ISSN 2007-9737 (electronic)

Apartado Postal 75-546  
C.P. 07738 México, D.F.  
Tel (+52)-55-5729-6000  
Ext. 56518, 56643  
Fax Ext. 56607  
computacion-y-sistemas@cic.ipn.mx

<http://cys.cic.ipn.mx>

Puebla, México, October 17th, 2021

## ACCEPTANCE CERTIFICATE

This is to confirm that

**Amado Scott Bello-Valle, Alicia Martínez-Rebollar, Wendy Sánchez  
Gómez and Hugo Estrada-Esquivel**

The paper number 29, entitled "A predictive model for automatic detection of loneliness and social isolation using machine learning" has been selected for to be published in the special issue of the Journal of Computación y Sistemas (CyS).

We need from you the confirmation that you accept the following terms:

1. You agree your paper to be published in the above-mentioned journal (CyS)
2. The corresponding registration fee will be paid by you or one of the paper authors
3. You agree to take into account the reviewers' comments and modify your paper accordingly
4. You agree to format the paper following 'entirely' the author guidelines required by CyS, providing source files of your paper
5. The maximum number of pages of your paper is 12

In case, any of the above-mentioned conditions can't be answered positive, we can't guarantee the publication of your paper.

Congratulations

Best regards,

CyS Guest Editor



### 6.2.2 Presentación en congreso

Presentación en congreso del artículo: A predictive model for automatic detection of loneliness and social isolation using machine learning en el 8th International Symposium on Language & Knowledge Engineering (LKE 2021) el 04 de noviembre de 2021, Puebla, México.



### 6.2.3 Cursos

- Asistencia al congreso LKE 2021, Puebla, México el 04 de noviembre de 2021.
- Asistencia a la 6ta Jornada de Ciencia y Tecnología Aplicada del CENIDET, del 21 al 23 de abril de 2021.
- Asistencia al curso INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS Y VISUALIZACIÓN DE DATOS CON R, del 2 al 5 de febrero de 2021, con duración de 30 horas. Cuernavaca, Morelos.
- Asistencia a la 5ta Jornada de Ciencia y Tecnología Aplicada del CENIDET, del 17 al 19 de noviembre de 2020.

- Asistencia a los talleres y conferencias en el Encuentro Nacional en Computación 2020 efectuado en Saltillo, Coahuila del 24 al 26 de agosto de 2020 con una duración de 24 horas.
- Asistencia al 8o SEMINARIO Y 7a ESCUELA NACIONAL DE APRENDIZAJE E INTELIGENCIA COMPUTACIONAL efectuado en Morelia, Michoacán del 28 de septiembre al 2 de octubre de 2020 con una duración de 40 horas.
- Asistencia al curso CAPACITACIÓN EN INTERNET DE LAS COSAS CON LA PLATAFORMA FIWARE del 20 al 24 de julio de 2020, con duración de 30 horas. Cuernavaca, Morelos.

#### 6.2.4 Otros

Reconocimiento por obtener el 1er lugar con la exposición del tema de tesis: Modelo para la detección de soledad y aislamiento social en adultos mayores, en el marco del evento 3 minutos sobre mi tesis celebrado de manera virtual. Cuernavaca, Morelos. 28 de octubre de 2021.



# Referencias

---

Nunca supe que podía ser tan terrorífico pasar un día entero sin hacer nada – Meiko Inoue

- Abaei, N., & Osman, H. A. (2020). A Hybrid Model for Bipolar Disorder Classification from Visual Information. *ICASSP 2020 - 2020 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, 4107-4111. doi:10.1109/ICASSP40776.2020.9054648
- Aggarwal, C. C. (2015). *Data Mining. The Textbook*. New York, USA: Springer.
- Aha, D. W., Kibler, D., & Albert, M. K. (1991). Instance-based learning algorithms. *Machine Learning*, 6, 37-66. doi:https://doi.org/10.1007/BF00153759
- Akgül, H., Uzunhisarlikçi, E., & Kavuncuoğlu, E. (2020). ESTIMATION OF EMOTIONAL AND SOCIAL LONELINESS IN ELDERS WITH THE DEVELOPED ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS AND MULTIPLE LINEAR REGRESSION MODELS. *Mugla Journal of Science and Technology*, 6(1), 50-62. doi:10.22531/muglajsci.597462
- Austin, J., Dodge, H. H., Riley, T., Jacobs, P. G., Thielke, S., & Kaye, J. (2016). A Smart-Home System to Unobtrusively and Continuously Assess Loneliness in Older Adults. *IEEE Journal of Translational Engineering in Health and Medicine*, 4, 1-11. doi:10.1109/JTEHM.2016.2579638
- Austin, J., Dodge, H. H., Riley, T., Jacobs, P. G., Thielke, S., & Kaye, J. (2016). A Smart-Home System to Unobtrusively and Continuously Assess Loneliness in Older Adults. *IEEE of Journal Translational Engineering in Health and Medicine*, 4, 1-11. doi:10.1109/JTEHM.2016.2579638
- Badal, V. D., Graham, S. A., Depp, C. A., Shinkawa, K., Yamada, Y., Palinkas, L. A., . . . Lee, E. E. (2021). Prediction of Loneliness in Older Adults Using Natural Language Processing: Exploring Sex Differences in Speech. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, 29(8), 853-866. doi:10.1016/j.jagp.2020.09.009
- Badal, V. D., Nebeker, C., Shinkawa, K., Yamada, Y., Rentscher, K. E., Kim, H.-C., & Lee, E. E. (2022). Do Words Matter? Detecting Social Isolation and Loneliness in Older Adults Using Natural Language Processing. *Front. Psychiatry*, 12(728732). doi:10.3389/fpsy.2021.728732
- Bishop, C. M. (2006). *Pattern Recognition and Machine Learning*. Cambridge, UK: Springer.
- Bond, R., Zheng, H., Wang, H., Mulvenna, M., McAllister, P., Delaney, K., . . . Engel, F. (2017). SenseCare: Using Affective Computing to Manage and Care for the Emotional Wellbeing of Older People. *Lecture Notes of The Institute for Computer Science, Social Informatics and Telecommunications Engineering*, 181, 352-356. doi:10.1007/978-3-319-49655-9\_42
- Breiman, L. (2001). Random Forests. *Machine Learning*, 45, 5-32. doi:https://doi.org/10.1023/A:1010933404324
- Breiman, L., Friedman, J. H., Olshen, R. A., & Stone, C. J. (1984). *Classification And Regression Trees*. Belmont, California: Routledge. doi:https://doi.org/10.1201/9781315139470
- Campos Francisco, W. (2015). Detección de Aislamiento Social en Adultos Mayores a través de Inteligencia Ambiental y Sitios de Redes Sociales. Cuernavaca, Morelos, México.
- Campos, W., Martinez, A., Sanchez, W., Estrada, H., Favela, J., & Perez, J. (2015). Inferring social isolation in older adults through Ambient Intelligence and Social Networking Sites. *Computacion y Sistemas*, 20(1), 143-152. doi:10.13053/CyS-20-1-2193

- Chang, C.-C., & Lin, C.-J. (2001). Training  $\nu$ -Support Vector Classifiers: Theory and Algorithms. *Neural Computation*, 13(9), 2119-2147. doi:10.1162/089976601750399335
- Chawla, N. V., Bowyer, K. W., Hall, L. O., & Kegelmeyer, W. P. (2002). SMOTE: Synthetic Minority Over-sampling Technique. *Journal Artificial Intelligence Research*, 16, 321-357.
- Cristianini, N., & Shawe-Taylor, J. (2000). *An Introduction to Support Vector Machines and Other Kernel-based Learning Methods*. Cambridge: Cambridge University Press. doi:https://doi.org/10.1017/CBO9780511801389
- Doryab, A., Villalba, D. K., Chikersal, P., Dutcher, J. M., Tumminia, M., Liu, X., . . . Dey, A. K. (2019). Identifying Behavioral Phenotypes of Loneliness and Social Isolation with Passive Sensing: Statistical Analysis, Data Mining and Machine Learning of Smartphone and Fitbit Data. *JMIR Mhealth Uhealth*, 7(7). doi:10.2196/13209
- Fernández-Caballero, A., Martínez-Rodrigo, A., Pastor, J. M., CarlosCastillo, J., Lozano-Monador, E., López, M. T., . . . Fernández-Sotos, A. (2016). Smart environment architecture for emotion detection and regulation. *Journal of Biomedical Informatics*, 64, 55-73. doi:https://doi.org/10.1016/j.jbi.2016.09.015
- Freund, Y., & Schapire, R. E. (1996). Experiments with a New Boosting Algorithm. *Thirteenth International Conference on Machine Learning*, 148-156. doi:10.5555/3091696.3091715
- Gierveld, J. D., & Tilburg, T. V. (1999). Living arrangements of older adults in the Netherlands and Italy: Coresidence values and behaviour and their consequences for loneliness. *J. Cross. Cult. Gerontol.*, 14(1), 1-24. doi:10.1023/A:1006600825693
- González, K. D. (2015). *Envejecimiento demográfico en México: análisis comparativo entre las entidades federativas*. Obtenido de CONAPO: [http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Resource/2702/06\\_envejecimiento.pdf](http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Resource/2702/06_envejecimiento.pdf)
- Goonawardene, N., Toh, X., & Tan, H.-P. (2017). Sensor-Driven Detection of Social Isolation in Community-Dwelling Elderly Nadee. *Lecture Notes in Computer Science*, 10298, 379-392. doi:10.1007/978-3-319-58536-9\_30
- Hernández-Leal, E. J., Duque-Méndez, N. D., & Moreno-Cadavid, J. (2017). Big Data: una exploración de investigaciones, tecnologías y casos de aplicación. *Tecnológicas*, 20(39), 15-38.
- Ilyas, I. F., & Chu, X. (2018). *Data Cleaning*. New York: ACM Books. doi:https://doi.org/10.1145/3310205
- INMUJERES. (2015). *Instituto Nacional de las Mujeres*. Recuperado el 02 de 2021, de [http://cedoc.inmujeres.gob.mx/documentos\\_download/101243\\_1.pdf](http://cedoc.inmujeres.gob.mx/documentos_download/101243_1.pdf)
- Instituto Nacional de Geriátrica. (2017). *Instituto Nacional de Geriátrica*. Obtenido de <http://www.geriatria.salud.gob.mx/contenidos/institucional/envejecimiento.html>
- Instituto Nacional Sobre el Envejecimiento. (2021). *Soledad Y Aislamiento Social: Consejos Para Mantenerse Conectado*.
- John, G. H., & Langley, P. (1995). Estimating Continuous Distributions in Bayesian Classifiers. *Eleventh Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence*, 338-345. doi:https://doi.org/10.48550/arxiv.1302.4964

- Jouini, R., Houaidia, C., & Saidane, L. A. (2020). Predictive model for elderly dependency assessment in ambient assisted living. *2020 9th IFIP International Conference on Performance Evaluation and Modeling in Wireless Networks (PEMWN)*, 1-6. doi:10.23919/PEMWN50727.2020.9293083
- Kuncheva, L. I., & Rodríguez, J. J. (2018). On feature selection protocols for very low-sample-size data, *Pattern Recognition*. *81*, 660–673. doi:10.1016/j.patcog.2018.03.012
- Lee, H. Y., Youk, H., Kim, O. H., Kang, C. Y., Kong, J. S., Choo, Y. I., . . . Lee, K. H. (2021). A Predictive Model to Analyze the Factors Affecting the Presence of Traumatic Brain Injury in the Elderly Occupants of Motor Vehicle Crashes Based on Korean In-Depth Accident Study (KIDAS) Database. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(8). doi:10.3390/ijerph18083975
- Li, X., Rao, Y., Xie, H., Lau, R. Y., Yin, J., & Wang, F. L. (2017). Bootstrapping Social Emotion Classification with Semantically Rich Hybrid Neural Networks. *IEEE Transactions on Affective Computing*, *8*(4), 428-442. doi:10.1109/TAFFC.2017.2716930
- Lubben, J., & Girona, M. (2017). *Measuring Social Networks and Assessing their Benefits, in Social Networks and Social Exclusion: Sociological and Policy Perspectives*. Routledge.
- Martinez Rebollar, A., Gonzalez Mendoza, M., Estrada Esquivel, H., Campos Francisco, W., & Campos Ortiz, V. (2020). Automatic Detection of Social Isolation Based on Human Behavior Analysis. *Computación y Sistemas*, *24*(4), 1527-1538. doi:https://doi.org/10.13053/cys-24-4-3444
- Ortíz Gómez, V. (2017). Implementación Automática de un Modelo de Detección de Aislamiento Social en Adultos Mayores. Cuernavaca, Morelos, México.
- Perez-Ros, P., Martinez-Arnau, F. M., Baixauli-Alacreu, S., Garcia-Gollarte, J. F., & Tarazona-Santabalbina, F. (2018). A Predictive Model of the Prevalence of Delirium in Elderly Subjects Admitted to Nursing Homes. *18*(4), 355-361. doi:10.2174/1871530317666171120152048
- Quinlan, R. (1993). *Programs for Machine Learning*. San Mateo, CA: Morgan Kaufmann Publishers.
- Rubio, R., & Aleixandre, M. (1999). La escala “Este”, un indicador objetivo de soledad en la tercera edad. *Geriatría. Revista Iberoamericana de Geriatría y Gerontología*, *15*, 26-35.
- Russell, D., Peplau, L. A., & Cutrona, C. E. (1980). The revised UCLA Loneliness Scale: Concurrent and discriminant validity evidence. *J. Pers. Soc. Psychol*, *39*(3), 472-480. doi:10.1037/0022-3514.39.3.472
- Salinas, M. (1947). *El sentimiento de soledad*. México: Pax-México.
- Sánchez Gómez, W. A. (2013). Determinación del Nivel de Soledad Subjetiva en Adultos Mayores a través. Cuernavaca, Morelos, México.
- Sanchez, W., Martinez, A., Campos, W., Estrada, H., & Pelechano, V. (2015). Inferring loneliness levels in older adults from smartphones. *J. Ambient Intell. Smart Environ*, *7*(1), 85-98. doi:10.3233/AIS-140297
- Santos, M. S., Soares, J. P., Abreu, P. H., Araujo, H., & Santos, J. (2018). Cross-validation for imbalanced datasets: Avoiding overoptimistic and overfitting approaches. *IEEE Comput. Intell. Mag*, *13*(4), 59-76. doi:10.1109/MCI.2018.2866730

- Tarekegn, A., Ricceri, F., Costa, G., Ferracin, E., & Giacobini, M. (2020). Predictive Modeling for Frailty Conditions in Elderly People: Machine Learning Approaches. *JMIR Med Inform*, 8(6). doi:10.2196/16678
- The National Academies of Sciences Engineering and Medicine. (2020). *Social Isolation and Loneliness in Older Adults: Opportunities for the Health Care System*. Washington, DC: The National Academies Press. doi:https://doi.org/10.17226/25663
- Varela, L., & Tello, T. (2011). Asambleas mundiales sobre el envejecimiento. *Principios de Geriatría y Gerontología*, 19-24.
- Vázquez de la Torre Cervera, A. (10 de 04 de 2013). *Universitat de Barcelona*. Recuperado el 02 de 2021, de [http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/41585/1/AVTC\\_TESIS.pdf](http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/41585/1/AVTC_TESIS.pdf)
- Wang, Y., Kung, L. A., & Byrd, T. A. (2018). Big data analytics: Understanding its capabilities and potential benefits for healthcare organizations. *Technological Forecasting and Social Change*, 3-13. doi:https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.12.019
- Weiss, R. S. (1974). *Loneliness: The experience of emotional and social isolation*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Witten, I. H., Frank, E., & Hall, M. (2011). *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques* (3rd ed.). Burlington: Morgan Kaufmann.
- Witten, I. H., Frank, E., Hall, M. A., & Pal, C. J. (2016). *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques* (Fourth ed.). Cambridge, MA, United States: Morgan Kaufmann.
- Wong, A., Chau, A. K., Fang, Y., & Woo, J. (2017). Illuminating the Psychological Experience of Elderly Loneliness from a Societal Perspective: A Qualitative Study of Alienation between Older People and Society. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(7), 824. doi:https://doi.org/10.3390/ijerph14070824
- Wu, X., Kumar, V., Quinlan, J. R., Ghosh, J., Yang, Q., Motoda, H., . . . Steinberg, D. (2008). Top 10 algorithms in data mining. *Knowledge and Information Systems*, 14, 1-37. doi:https://doi.org/10.1007/s10115-007-0114-2
- Wu, X., Kumar, V., Quinlan, J. R., Ghosh, J., Yang, Q., Motoda, H., . . . Steinberg, D. (2008). Top 10 algorithms in data mining. *Knowl Inf Syst*, 14, 1-37. doi:10.1007/s10115-007-0114-2
- Zeng, F., Deng, G., Cui, Y., Zhang, Y., Dai, M., Chen, L., . . . Pan, P. (2020). A predictive model for the severity of COVID-19 in elderly patients. *Aging (Albany NY)*, 12, 20982-20996. doi:https://doi.org/10.18632/aging.103980
- Zhu, V. J., Lenert, L. A., Bunnell, B. E., Obeid, J. S., Jefferson, M., & Halbert, C. H. (2019). Automatically identifying social isolation from clinical narratives for patients with prostate Cancer. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 19(43). doi:https://doi.org/10.1186/s12911-019-0795-y

# Anexos

---

Tengo la confianza de que algún día todos tendremos la oportunidad de cumplir nuestros sueños – Yukito Tsukishiro

## Documento de consentimiento

Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico  
Departamento de Ciencias Computacionales  
Área de Cómputo Inteligente

Por medio de la presente solicitamos su colaboración a participar en el proyecto **Modelo para detección de padecimientos psicológicos en adultos mayores**.

El objetivo de este proyecto de investigación es desarrollar un modelo de predicción de soledad y aislamiento social a partir del monitoreo de las actividades diarias de un adulto mayor. Si acepta formar parte de la investigación, usted deberá responder una serie de preguntas relacionada con el objetivo de estudio de la investigación.

### Detalles del estudio

El participante debe ser una persona mayor de 60 años con pleno uso de sus facultades físicas y mentales, capaz de caminar sin ayuda de otra persona y con capacidad para el uso de un teléfono inteligente.

Este experimento consta de dos fases:

1. En la primera fase, el participante usará su teléfono inteligente por una semana de manera normal y se recopilará la información descrita en la hoja 3 del documento: *Datos de estudio de soledad y aislamiento social*.
2. En la segunda fase, el participante llenará dos formularios:
  - a. ESTE-R para determinar una valoración de soledad.
  - b. Lubben (LSNS-6) para una valoración de aislamiento social.

El experimento termina cuando el participante entrega la información de las dos fases al investigador que recopila la información.

### Riesgos y beneficios

No existen riesgos asociados con este experimento. La participación es de gran ayuda para la investigación.

### Derechos

La participación es voluntaria. La persona tiene derecho a abstenerse de participar o retirarse del experimento en cualquier momento, sin ninguna penalidad. También tiene el derecho a no contestar alguna pregunta en particular.

### Confidencialidad

Este estudio formará parte de la investigación para determinar modelos de comportamiento que permitan identificar personas susceptibles a soledad y aislamiento social. Para tales fines, la información recolectada será usada únicamente con fines propios

a la investigación y se protegerá su identidad y datos personales manteniendo plena confidencialidad de la persona en este estudio. Nadie más que los participantes y encargados de la investigación, tendrá acceso a la información.

Si tiene alguna pregunta o comentario, por favor comuníquese con Scott Bello al correo [m20ce027@cenidet.tecnm.mx](mailto:m20ce027@cenidet.tecnm.mx) o con la Dra. Alicia Martínez Rebollar, profesora, investigadora y directora del trabajo de tesis correo [amartinez@cenidet.tecnm.mx](mailto:amartinez@cenidet.tecnm.mx).

<b>Sexo:</b>		<b>Edad:</b>		<b>¿Está en una relación de pareja?:</b>		<b>Situación laboral:</b>	
Femenino	<input type="checkbox"/>			Sí	<input type="checkbox"/>	Empleada(o)	<input type="checkbox"/>
Masculino	<input type="checkbox"/>			No	<input type="checkbox"/>	Jubilada (o)	<input type="checkbox"/>
_____ Nombre del participante		_____ Firma del participante o familiar			_____ Fecha		

He discutido el contenido de este Documento de Consentimiento con el arriba firmante. Le he explicado los riesgos y beneficios del estudio.

_____ Amado Scott Bello Valle Nombre del investigador	_____ Firma	_____ Fecha
---	----------------	----------------

## Anexo 2

### Datos de estudio de soledad y aislamiento social

Los siguientes datos son valores recopilados en el uso del teléfono inteligente:

Valores por medir	Días						
	1	2	3	4	5	6	7
Cantidad de llamadas salientes a familiares							
Cantidad de llamadas salientes a amigos							
Cantidad de llamadas entrantes a familiares							
Cantidad de llamadas entrantes a amigos							
Cantidad de mensaje salientes a familiares							
Cantidad de mensaje salientes a amigos							
Cantidad de mensaje entrantes a familiares							
Cantidad de mensaje entrantes a amigos							
Tiempo promedio de llamada a familiares							
Tiempo promedio de llamada a amigos							

Los siguientes datos son valores recopilados con la estancia del participante en áreas de su casa:

Valores por medir	Días						
	1	2	3	4	5	6	7
Tiempo promedio en recámara							
Tiempo promedio en sala							
Tiempo promedio en cocina							

## Cuestionario ESTE-R para una valoración de soledad

**1. Me siento solo**

1=Nunca, 2=Rara vez, 3=Alguna vez, 4=A menudo; 5=Siempre

**2. ¿Con qué frecuencia siento que no hay nadie cerca de mí?**

1=Nunca, 2=Rara vez, 3=Alguna vez, 4=A menudo; 5=Siempre

**3. ¿Siento que tengo a alguien que quiere compartir su vida conmigo?**

1=Nunca, 2=Rara vez, 3=Alguna vez, 4=A menudo; 5=Siempre

**4. Tengo un compañero sentimental que me da el apoyo y aliento que necesito**

1=Nunca, 2=Rara vez, 3=Alguna vez, 4=A menudo; 5=Siempre

**5. Siento que estoy enamorado de alguien que me ama**

1=Nunca, 2=Rara vez, 3=Alguna vez, 4=A menudo; 5=Siempre

**6. Tengo a alguien que llena mis necesidades emocionales**

1=Nunca, 2=Rara vez, 3=Alguna vez, 4=A menudo; 5=Siempre

**7. Contribuyo a que mi pareja sea feliz**

1=Nunca, 2=Rara vez, 3=Alguna vez, 4=A menudo; 5=Siempre

**8. Me siento solo cuando estoy con mi familia**

1=Nunca, 2=Rara vez, 3=Alguna vez, 4=A menudo; 5=Siempre

**9. Mi familia se preocupa por mí**

1=Nunca, 2=Rara vez, 3=Alguna vez, 4=A menudo; 5=Siempre

**10. Siento que en mi familia no hay nadie que me brinde su apoyo aunque me gustaría que lo hubiera**

1=Nunca, 2=Rara vez, 3=Alguna vez, 4=A menudo; 5=Siempre

**11. Realmente me preocupo por mi familia**

1=Nunca, 2=Rara vez, 3=Alguna vez, 4=A menudo; 5=Siempre

**12. Siento que pertenezco a mi familia**

1=Nunca, 2=Rara vez, 3=Alguna vez, 4=A menudo; 5=Siempre

**13. Me siento cercano a mi familia**

1=Nunca, 2=Rara vez, 3=Alguna vez, 4=A menudo; 5=Siempre

**14. Lo que es importante para mí no parece importante para la gente que conozco**

1=Nunca, 2=Rara vez, 3=Alguna vez, 4=A menudo; 5=Siempre

**15. No tengo amigos que compartan mis opiniones aunque me gustaría tenerlos**

1=Nunca, 2=Rara vez, 3=Alguna vez, 4=A menudo; 5=Siempre

**16. Siento que mis amigos entienden mis intenciones y mis opiniones**

1=Nunca, 2=Rara vez, 3=Alguna vez, 4=A menudo; 5=Siempre

**17. Me encuentro a gusto con la gente**

1=Nunca, 2=Rara vez, 3=Alguna vez, 4=A menudo; 5=Siempre

**18. Tengo amigos a los que recurrir cuando necesito consejo**

1=Nunca, 2=Rara vez, 3=Alguna vez, 4=A menudo; 5=Siempre

**19. Me siento aislado**

1=Nunca, 2=Rara vez, 3=Alguna vez, 4=A menudo; 5=Siempre

**20. ¿Con qué frecuencia siento que hay gente que realmente me comprende?**

1=Nunca, 2=Rara vez, 3=Alguna vez, 4=A menudo; 5=Siempre

**21. Siento que mi familia es importante para mí**

1=Nunca, 2=Rara vez, 3=Alguna vez, 4=A menudo; 5=Siempre

**22. Me gusta la gente con la que salgo**

1=Nunca, 2=Rara vez, 3=Alguna vez, 4=A menudo; 5=Siempre

**23. Puedo contar con mis amigos si necesito recibir ayuda**

1=Nunca, 2=Rara vez, 3=Alguna vez, 4=A menudo; 5=Siempre

**24. Me siento satisfecho con los amigos que tengo**

1=Nunca, 2=Rara vez, 3=Alguna vez, 4=A menudo; 5=Siempre

**25. Tengo amigos con los que comparto mis opiniones**

1=Nunca, 2=Rara vez, 3=Alguna vez, 4=A menudo; 5=Siempre

**26. Estoy preocupado porque no puedo confiar en nadie**

1=Nunca, 2=Rara vez, 3=Alguna vez, 4=A menudo; 5=Siempre

**27. Me siento sin apoyo o comprensión cuando cuento mis problemas**

1=Nunca, 2=Rara vez, 3=Alguna vez, 4=A menudo; 5=Siempre

**28. Siento que soy importante para la gente**

1=Nunca, 2=Rara vez, 3=Alguna vez, 4=A menudo; 5=Siempre

**29. Siento que no soy popular**

1=Nunca, 2=Rara vez, 3=Alguna vez, 4=A menudo; 5=Siempre

**30. Siento que a medida que me voy haciendo mayor se ponen las cosas peor para mí**

1=Nunca, 2=Rara vez, 3=Alguna vez, 4=A menudo; 5=Siempre

**31. Siento que las cosas pequeñas me molestan ahora más que antes**

1=Nunca, 2=Rara vez, 3=Alguna vez, 4=A menudo; 5=Siempre

**32. Siento que conforme me voy haciendo mayor, soy menos útil**

1=Nunca, 2=Rara vez, 3=Alguna vez, 4=A menudo; 5=Siempre

**33. A veces siento que la vida no merece la pena ser vivida**

1=Nunca, 2=Rara vez, 3=Alguna vez, 4=A menudo; 5=Siempre

**34. Tengo miedo de muchas cosas**

1=Nunca, 2=Rara vez, 3=Alguna vez, 4=A menudo; 5=Siempre

Factor	Pregunta	Puntuación
Soledad familiar	1, 2, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 20, 21	
Soledad conyugal	3, 4, 5, 6, 7	
Soledad social	15, 16, 18, 22, 23, 24, 25	
Crisis existencial	14, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34	
<b>Total de puntos:</b>		

Anexo 4

## Cuestionario Lubben (LSNS-6) para una valoración de aislamiento social

**FAMILIARES:** Teniendo en cuenta a las personas con las que usted está relacionado ya sea por nacimiento, casamiento, adopción, etc.

**1. ¿Con cuántos parientes se encuentra o tiene noticias de ellos, por lo menos una vez por mes?**  
0 = ninguno 1 = uno 2 = dos 3 = tres o cuatro 4 = de cinco a ocho 5 = nueve o más

**2. ¿Con cuántos parientes se siente lo suficientemente cómodo como para conversar sobre sus asuntos personales?**  
0 = ninguno 1 = uno 2 = dos 3 = tres o cuatro 4 = de cinco a ocho 5 = nueve o más

**3. ¿A cuántos parientes siente lo suficientemente cercanos como para llamarlos cuando necesita ayuda?**  
0 = ninguno 1 = uno 2 = dos 3 = tres o cuatro 4 = de cinco a ocho 5 = nueve o más

**AMISTADES:** Teniendo en cuenta a todos sus amigos, inclusive a aquellos que viven en su vecindario (vecinos)

**4. ¿Con cuántos amigos se encuentra o tiene noticias de ellos, por lo menos una vez por mes?**  
0 = ninguno 1 = uno 2 = dos 3 = tres o cuatro 4 = de cinco a ocho 5 = nueve o más

**5. ¿Con cuántos amigos se siente lo suficientemente cómodo como para conversar sobre sus asuntos personales?**  
0 = ninguno 1 = uno 2 = dos 3 = tres o cuatro 4 = de cinco a ocho 5 = nueve o más

**6. ¿A cuántos amigos siente lo suficientemente cercanos como para llamarlos cuando necesita ayuda?**  
0 = ninguno 1 = uno 2 = dos 3 = tres o cuatro 4 = de cinco a ocho 5 = nueve o más

<b>Puntuación</b>	<b>Total de puntos:</b>
-------------------	-------------------------