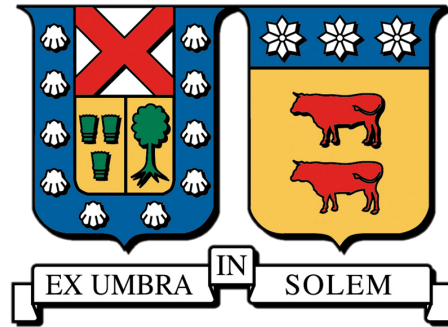




**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA**  
**DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS**

**INCLUSIÓN TECNOLÓGICA DE ADULTOS MAYORES EN CIUDADES  
INTELIGENTES: FACTORES DE ADOPCIÓN TECNOLÓGICA Y  
PROPUESTA DE ESTRATEGIAS ORGANIZACIONALES**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL**

**AUTOR**

**ISADORA FERNANDA ARAYA MELLA**

**PROFESOR GUÍA**

**ELOY ALVARADO NARVÁEZ**

**PROFESOR CO-REFERENTE**

**NOAH SILVA MORA**

**VITACURA, 22 DE JULIO 2025**



## CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

### 1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título; ☐ Tesis de Postgrado;

Título del trabajo: Inclusión tecnológica de adultos mayores en ciudades inteligentes: factores de adopción tecnológica y propuesta de estrategias organizacionales

Nombre del candidato(a): Isadora Fernanda Araya Mella

Carrera / Grado: Ingeniería Civil Industrial

Campus: Santiago Vitacura ; Departamento: Industrias

### 2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Eloy Alvarado , en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente DEJO CONSTANCIA que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución

### 3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL

☒ El trabajo **NO** contiene información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (embargo) por:

☐ 6 meses; ☐ 12 meses; ☐ 2 años; ☐ 3 años; ☐ 5 años; ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

### 4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis: Eloy Alvarado Narváez

Fecha: 08/08/2025

; Firma:

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 08/08/2025

; Firma:

*Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.*

## Tabla de Contenidos

|          |                                                                                      |           |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Agradecimientos</b>                                                               | <b>7</b>  |
| <b>2</b> | <b>Resumen</b>                                                                       | <b>8</b>  |
| <b>3</b> | <b>Problema de Investigación</b>                                                     | <b>9</b>  |
| <b>4</b> | <b>Objetivos</b>                                                                     | <b>13</b> |
| 4.1      | Objetivo General . . . . .                                                           | 13        |
| 4.2      | Objetivos Específicos . . . . .                                                      | 13        |
| <b>5</b> | <b>Marco Teórico</b>                                                                 | <b>15</b> |
| 5.1      | Evolución sociodemográfica global . . . . .                                          | 15        |
| 5.2      | Evolución sociodemográfica en Chile . . . . .                                        | 16        |
| 5.3      | Desafíos y oportunidades del envejecimiento poblacional en Chile . . . . .           | 17        |
| 5.4      | Impacto de la tecnología en la vida de los adultos mayores . . . . .                 | 19        |
| 5.5      | Ciudades inteligentes . . . . .                                                      | 20        |
| 5.6      | Ciudades inteligentes en Chile . . . . .                                             | 23        |
| 5.7      | Estrategias de inclusión tecnológica para adultos mayores en ciudades inteligentes . | 25        |
| 5.8      | Modelos de aceptación a nuevas tecnologías . . . . .                                 | 30        |
| 5.8.1    | Teoría de la Acción Razonada (TRA) . . . . .                                         | 30        |
| 5.8.2    | Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) . . . . .                                     | 32        |
| 5.8.3    | Teoría del Comportamiento Planificado (TPB) . . . . .                                | 33        |
| 5.8.4    | Modelo de Aceptación Tecnológica 2 (TAM2) . . . . .                                  | 35        |

|         |                                                               |    |
|---------|---------------------------------------------------------------|----|
| 5.8.5   | Teoría Unificada de Aceptación y Uso de Tecnología (UTAUT)    | 36 |
| 5.8.6   | Modelo de Aceptación Tecnológica 3 (TAM3)                     | 38 |
| 5.8.7   | Teoría Unificada de Aceptación y Uso de Tecnología 2 (UTAUT2) | 41 |
| 5.9     | Modelo de ecuaciones estructurales                            | 43 |
| 5.9.1   | Diagramas de ruta                                             | 45 |
| 5.9.1.1 | Variables observadas.                                         | 46 |
| 5.9.1.2 | Variables latentes.                                           | 46 |
| 5.9.1.3 | Errores.                                                      | 47 |
| 5.9.1.4 | Variables moderadoras o mediadoras.                           | 48 |
| 5.9.1.5 | Causalidad.                                                   | 49 |
| 5.9.1.6 | Correlación.                                                  | 50 |
| 5.9.2   | Estructura del modelo                                         | 50 |
| 5.9.2.1 | Modelo de medidas.                                            | 51 |
| 5.9.2.2 | Modelo de relaciones estructurales.                           | 52 |
| 5.9.3   | Modelo analítico factorial                                    | 54 |
| 5.9.3.1 | Análisis factorial exploratorio (AFE).                        | 54 |
| 5.9.3.2 | Análisis factorial confirmatorio (AFC).                       | 55 |
| 5.9.4   | Fases del SEM                                                 | 56 |
| 5.9.5   | Bondad de ajuste del modelo                                   | 58 |
| 5.9.5.1 | Medidas de ajuste absoluto.                                   | 59 |
| 5.9.5.2 | Medidas de ajuste incremental.                                | 60 |
| 5.9.5.3 | Medidas de ajuste de parsimonia.                              | 61 |

|          |                                                                      |           |
|----------|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>6</b> | <b>Metodología</b>                                                   | <b>64</b> |
| 6.1      | Selección del modelo teórico para el estudio . . . . .               | 64        |
| 6.2      | Hipótesis . . . . .                                                  | 65        |
| 6.3      | Enfoque metodológico de la investigación . . . . .                   | 68        |
| 6.3.1    | Diseño de la investigación . . . . .                                 | 68        |
| 6.3.2    | Proceso de levantamiento de información . . . . .                    | 69        |
| 6.3.3    | Diseño de muestreo . . . . .                                         | 70        |
| 6.3.3.1  | Público objetivo. . . . .                                            | 70        |
| 6.3.3.2  | Localización de la muestra. . . . .                                  | 71        |
| 6.3.3.3  | Técnica de muestreo y tamaño de la muestra. . . . .                  | 71        |
| 6.3.4    | Instrumento para la investigación . . . . .                          | 72        |
| 6.3.4.1  | Diseño del instrumento. . . . .                                      | 73        |
| 6.3.5    | Análisis de datos . . . . .                                          | 76        |
| 6.3.5.1  | Validación de datos. . . . .                                         | 77        |
| 6.3.5.2  | Análisis de multicolinealidad. . . . .                               | 77        |
| 6.3.5.3  | Análisis mediante modelos de ecuaciones estructurales (SEM). . . . . | 78        |
| 6.3.5.4  | Evaluación de la bondad de ajuste. . . . .                           | 78        |
| 6.3.5.5  | Análisis de moderación. . . . .                                      | 79        |
| <b>7</b> | <b>Resultados</b>                                                    | <b>80</b> |
| 7.1      | Prueba de fiabilidad interna de encuesta piloto . . . . .            | 80        |
| 7.2      | Prueba de fiabilidad interna de muestra ampliada . . . . .           | 84        |
| 7.3      | Multicolinealidad . . . . .                                          | 85        |

---

|           |                                                                                      |            |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 7.4       | Análisis SEM . . . . .                                                               | 87         |
| 7.4.1     | Análisis factorial confirmatorio (AFC) . . . . .                                     | 87         |
| 7.4.2     | Modelo estructural . . . . .                                                         | 90         |
| 7.4.3     | Modelo modificado . . . . .                                                          | 95         |
| 7.4.3.1   | Ajuste del modelo estructural mediante correlaciones residuales .                    | 95         |
| 7.4.3.2   | Revisión de cargas factoriales estandarizadas . . . . .                              | 98         |
| 7.4.3.3   | Ajuste del modelo estructural eliminando relaciones no signifi-<br>cativas . . . . . | 98         |
| 7.5       | Análisis de moderación . . . . .                                                     | 103        |
| 7.5.1     | Género . . . . .                                                                     | 103        |
| 7.5.2     | Edad . . . . .                                                                       | 105        |
| 7.5.3     | Hallazgos adicionales en relaciones no hipotetizadas . . . . .                       | 108        |
| <b>8</b>  | <b>Conclusiones</b>                                                                  | <b>110</b> |
| 8.1       | Resultados . . . . .                                                                 | 110        |
| 8.2       | Objetivos . . . . .                                                                  | 112        |
| 8.3       | Recomendaciones . . . . .                                                            | 114        |
| 8.4       | Futuras líneas de investigación . . . . .                                            | 122        |
| <b>9</b>  | <b>Limitaciones</b>                                                                  | <b>123</b> |
| <b>10</b> | <b>Anexos</b>                                                                        | <b>124</b> |

## Lista de Tablas

|    |                                                                                          |     |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1  | <i>Posición de Chile en gobierno y participación electrónica 2010–2014</i> . . . . .     | 24  |
| 2  | <i>Constructos, códigos e ítems del cuestionario</i> . . . . .                           | 74  |
| 3  | <i>Alfa de Cronbach por constructo del instrumento</i> . . . . .                         | 81  |
| 4  | <i>Alfa de Cronbach por constructo del instrumento</i> . . . . .                         | 84  |
| 5  | <i>Matriz de correlaciones de Pearson entre constructos latentes</i> . . . . .           | 86  |
| 6  | <i>Índices estadísticos del ajuste del modelo de medición (AFC)</i> . . . . .            | 87  |
| 7  | <i>Cargas factoriales estandarizadas por constructo (AFC)</i> . . . . .                  | 89  |
| 8  | <i>Índices estadísticos del ajuste del modelo estructural (SEM)</i> . . . . .            | 92  |
| 9  | <i>Resumen de regresiones estructurales del modelo SEM</i> . . . . .                     | 93  |
| 10 | <i>Índices estadísticos del ajuste del modelo estructural modificado (SEM)</i> . . . . . | 96  |
| 11 | <i>Índices estadísticos del ajuste del modelo estructural definitivo (SEM)</i> . . . . . | 99  |
| 12 | <i>Resumen de regresiones estructurales del modelo SEM definitivo</i> . . . . .          | 100 |
| 13 | <i>Test de diferencia de chi-cuadrado para análisis multigrupo por género</i> . . . . .  | 103 |
| 14 | <i>Resumen de regresiones estructurales por género (modelo multigrupo)</i> . . . . .     | 104 |
| 15 | <i>Test de diferencia de chi-cuadrado para análisis multigrupo por edad</i> . . . . .    | 106 |
| 16 | <i>Resumen de regresiones estructurales por edad (modelo multigrupo)</i> . . . . .       | 106 |

## Lista de Figuras

|    |                                                                                |     |
|----|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1  | <i>Población mundial de 65 años y más, total</i> . . . . .                     | 16  |
| 2  | <i>Índice de Envejecimiento por sexo, 1992–2050</i> . . . . .                  | 17  |
| 3  | <i>Teoría de la acción razonada (TRA)</i> . . . . .                            | 31  |
| 4  | <i>Modelo original del Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM)</i> . . . . .    | 33  |
| 5  | <i>Teoría del Comportamiento Planificado (TPB)</i> . . . . .                   | 34  |
| 6  | <i>Modelo de Aceptación Tecnológica 2 (TAM2)</i> . . . . .                     | 35  |
| 7  | <i>Teoría Unificada de Aceptación y Uso de Tecnología (UTAUT)</i> . . . . .    | 37  |
| 8  | <i>Modelo de Aceptación Tecnológica 3 (TAM3)</i> . . . . .                     | 40  |
| 9  | <i>Teoría Unificada de Aceptación y Uso de Tecnología 2 (UTAUT2)</i> . . . . . | 43  |
| 10 | <i>Modelo de Ecuaciones Estructurales</i> . . . . .                            | 45  |
| 11 | <i>Ejemplo de modelo de medición en SEM</i> . . . . .                          | 52  |
| 12 | <i>Ejemplo de modelo estructural en SEM</i> . . . . .                          | 53  |
| 13 | <i>Modelo UTAUT adaptado</i> . . . . .                                         | 66  |
| 14 | <i>Modelo UTAUT adaptado sin Influencia Social</i> . . . . .                   | 82  |
| 15 | <i>Diagrama de Rutas de Modelo SEM</i> . . . . .                               | 91  |
| 16 | <i>Diagrama de Rutas de Modelo SEM definitivo</i> . . . . .                    | 102 |

## 1 Agradecimientos

Al culminar esta etapa tan significativa de mi vida, no puedo sino expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que han sido parte fundamental de este camino.

En primer lugar, a mis padres y a mi hermano, por ser mi sostén incondicional. Gracias por su amor, contención, comprensión y acompañamiento en cada paso que he dado, no solo durante la universidad, sino a lo largo de toda mi vida. Sus enseñanzas, valores y apoyo constante han sido la base sobre la cual he construido cada logro, y este no habría sido posible sin ustedes.

A mi familia en general, por estar presentes con su cariño, ánimo y apoyo en los momentos más exigentes de esta etapa universitaria. Cada palabra de aliento y cada gesto de cercanía han significado más de lo que pueden imaginar.

A mis mascotas, en especial a mi querido gato Tommy, quien estuvo a mi lado silenciosamente en cada jornada de estudio, regalándome su compañía, ternura y amor incondicional. Su presencia fue un refugio y un consuelo en los días más agotadores.

A mis amigos, tanto aquellos que me acompañan desde la época escolar como los que la vida me regaló en el camino universitario. Gracias por cada conversación, por cada risa compartida, por las horas de estudio y por los momentos de distracción tan necesarios. Gracias por su apoyo genuino, por creer en mí incluso cuando yo dudaba, y por hacer de esta travesía una experiencia más liviana, alegre y significativa.

A todos ustedes, gracias por estar, por acompañarme, y por hacer de este logro un reflejo también del amor, la paciencia y el cariño que he recibido.

## 2 Resumen

En el contexto del envejecimiento poblacional y la creciente digitalización de los entornos urbanos, se vuelve fundamental garantizar la inclusión tecnológica de las personas adultas mayores como parte de un desarrollo urbano más justo, sostenible y conectado. Las ciudades inteligentes, al incorporar tecnologías avanzadas en su infraestructura y servicios, deben también promover entornos accesibles e inclusivos, especialmente para quienes históricamente han enfrentado mayores barreras digitales.

Esta tesis se enfoca en analizar los factores que influyen en la adopción tecnológica de adultos mayores en ciudades inteligentes, tomando como base teórica el Modelo Unificado de Aceptación y Uso de la Tecnología (UTAUT), el cual ha sido adaptado mediante la incorporación de variables relevantes como la autoeficacia digital, el apoyo social percibido, la experiencia previa y el disfrute percibido. A través de un enfoque cuantitativo, se aplicó una encuesta estructurada a personas mayores de 60 años residentes en zonas urbanas, y se utilizó la técnica de Modelos de Ecuaciones Estructurales (SEM) para identificar relaciones significativas entre las dimensiones del modelo, así como diferencias relevantes según género y edad.

Sobre la base de los resultados obtenidos, se proponen estrategias dirigidas a instituciones públicas, privadas y comunitarias que buscan fomentar una inclusión digital efectiva y sostenida de la población mayor. Estas recomendaciones están orientadas a contribuir con el diseño de políticas y programas más empáticos, adaptados a las transformaciones tecnológicas actuales y coherentes con los principios de las ciudades inteligentes.

**Palabras Clave** — Inclusión digital, Adultos mayores, Ciudades inteligentes, UTAUT, Adopción tecnológica, Modelos de ecuaciones estructurales (SEM), Envejecimiento activo.

### **3 Problema de Investigación**

En los últimos años, el envejecimiento de la población es una tendencia a nivel mundial que se deriva del aumento en la esperanza de vida y la reducción de la tasa de natalidad, esto puede verse reflejado en las proyecciones de población realizadas sobre la base del Censo de 2017, lo que indica que “Para 2035, sin embargo, se prevé un importante aumento de este grupo etario, que se compondrá de 3.993.821 adultos, los que equivaldrán al 18,9 % del total de la población.” (Instituto Nacional de Estadísticas de Chile, 2020)

Teniendo esto en cuenta, los adultos mayores (AM) es un término utilizado para referirse a personas que han alcanzado una edad avanzada, generalmente considerada a partir de los 60 años. Por lo que es importante observar a los desafíos que se enfrentan, que incluyen la salud, independencia, y el aislamiento social. Estos factores impactan su calidad de vida y requieren políticas para promover su bienestar integral y participación en la sociedad, considerando también la inclusión tecnológica como un desafío contemporáneo clave. Diversos autores han propuesto diferentes barreras en el área tecnológica donde indican:

Otra de las barreras es la usabilidad de los dispositivos asociada a las características propias de la edad (visión, movilidad, destreza manual, problemas cognitivos, pérdida de inteligencia fluida); a las características de la tecnología, su interfaz, el tamaño de los textos, la jerga computacional. (Barrantes Cáceres y Cozzubo Chaparro, 2015)

En el contexto actual de las ciudades inteligentes, donde las tecnologías avanzadas están transformando la vida urbana, surge la necesidad de asegurar que estas innovaciones sean inclusivas y beneficien a todos los grupos demográficos, incluyendo a los adultos mayores. Con el envejecimiento de la población y el crecimiento de las ciudades, se plantea el reto de desarrollar

productos y servicios adaptados que satisfagan las necesidades específicas de este segmento de la sociedad, garantizando así una integración efectiva y equitativa de la tecnología en el entorno urbano.

En relación con este último aspecto mencionado, se da cuenta de la importancia de la inclusión tecnológica en adultos mayores, tal como lo indica Durán (2017):

Para los adultos mayores es un excelente medio para continuar activos y en contacto, sin embargo, al envejecer hay una tendencia a quedarse atrás en cuanto al uso de la nueva tecnología, lo cual, en un mundo en el que todo se transforma hacia “lo digital”, se vuelve un importante factor de exclusión.

Por lo tanto, es crucial abordar la brecha digital y promover la inclusión tecnológica de los adultos mayores en ciudades inteligentes. Esto contribuirá a fomentar su participación activa en la sociedad digital, mejorando así su bienestar en entornos urbanos avanzados y garantizando el acceso a las tecnologías emergentes para todos los segmentos de la población. Lo cual queda demostrado en el estudio realizado por la Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, donde se señala que “Los adultos se sienten integrados a la vida moderna y alejados de un aislamiento tecnológico, además, afirman que ahora tienen más oportunidades que no consideraban tanto en su ámbito profesional como personal.” (Sevilla Caro et al., 2015)

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) son un conjunto de herramientas, dispositivos y aplicaciones que permiten el acceso, almacenamiento, procesamiento y transmisión de información de manera digital. Estas tecnologías incluyen computadoras, redes de comunicación, internet, dispositivos móviles y sistemas de información, respecto a lo revisado anteriormente se puede evidenciar que:

Algunos de los beneficios que los AM reconocen en el uso del computador tienen relación con la autoestima, la integración y la disminución del sentimiento soledad; así, el 59 % reconoce sentirse más integrado a la sociedad y el 61 % dice sentirse más acompañado. Un porcentaje importante reconoce que la tecnología da la oportunidad de aprender cosas nuevas (86 %). (Pinto Fernandez et al., 2018)

En este contexto, resulta fundamental entender qué factores influyen en que los adultos mayores adopten o no ciertas tecnologías en su vida diaria, especialmente en ciudades que avanzan hacia lo digital. Conocer estas barreras y motivaciones no solo ayuda a visibilizar las dificultades que enfrentan, sino que también abre la puerta a nuevas oportunidades para crear soluciones que realmente se ajusten a sus necesidades.

Por esta razón, el presente trabajo propone un enfoque exploratorio, basado en la aplicación de un instrumento de medición, con el fin de levantar evidencia empírica respecto a la disposición, necesidades y motivaciones de los adultos mayores en relación con el uso de tecnologías. A partir de estos datos, se diseñará una propuesta que contribuya a su inclusión tecnológica y social en el contexto de ciudades inteligentes.

Finalmente, el envejecimiento y la evolución tecnológica presentan tanto desafíos como oportunidades para lograr una verdadera inclusión de adultos mayores. Si bien la brecha digital sigue siendo una barrera importante, también existe un gran potencial para mejorar su calidad de vida y fomentar su participación en la sociedad a través de soluciones tecnológicas adecuadas. A partir de este escenario, surgen las siguientes interrogantes ¿Qué factores influyen realmente en que los adultos mayores adopten o rechacen el uso de tecnologías en ciudades inteligentes? ¿Qué barreras enfrentan y qué aspectos los motivan a involucrarse en entornos digitales? Y, a partir del



análisis de estos factores ¿qué tipo de propuestas pueden diseñarse para fomentar su inclusión tecnológica y social de manera efectiva y sostenible?

## **4 Objetivos**

### **4.1 Objetivo General**

Proponer estrategias integrales de inclusión tecnológica para adultos mayores en ciudades inteligentes, considerando el contexto social y organizacional en el que se desenvuelven y basadas en el análisis de factores que inciden en la adopción tecnológica mediante modelos de ecuaciones estructurales, con el fin de generar insumos estratégicos para la toma de decisiones de organizaciones que promueven su participación digital en entornos urbanos.

### **4.2 Objetivos Específicos**

1. Identificar los factores que inciden en la adopción tecnológica de adultos mayores en ciudades inteligentes, mediante una revisión de la literatura, para establecer la base conceptual del estudio.
2. Construir un modelo conceptual de adopción tecnológica para adultos mayores, adaptando modelos teóricos existentes según los factores identificados, con el fin de formular hipótesis que serán evaluadas empíricamente.
3. Diseñar y aplicar un instrumento de recolección de datos, basado en el modelo conceptual propuesto, para recopilar información empírica sobre la disposición de los adultos mayores hacia el uso de tecnologías.
4. Analizar las relaciones entre los factores identificados, utilizando técnicas de modelamiento de ecuaciones estructurales, para validar el modelo conceptual y las hipótesis planteadas.
5. Diagnosticar las principales barreras y facilitadores de la adopción tecnológica de adultos

mayores, a partir del análisis de los resultados obtenidos, para proporcionar información relevante sobre sus necesidades y motivaciones.

6. Diseñar estrategias de inclusión tecnológica para adultos mayores en ciudades inteligentes, basadas en los resultados del modelamiento de ecuaciones estructurales y en el contexto social y organizacional identificado, con el fin de orientar la implementación de planes de acción concretos y sostenibles.

## **5 Marco Teórico**

### **5.1 Evolución sociodemográfica global**

En las últimas décadas, el mundo ha experimentado una gran transformación demográfica, impulsada por una serie de factores que han revolucionado la forma en que vivimos y envejecemos. Los avances en la atención médica, que incluyen mejoras en diagnósticos, tratamientos y cuidados preventivos, han jugado un papel fundamental al permitir que las personas vivan más y con una mayor calidad de vida. Paralelamente, las mejoras en las condiciones de vida, como el acceso a una alimentación más saludable, entornos más seguros y medidas de higiene efectivas han contribuido a este escenario de longevidad.

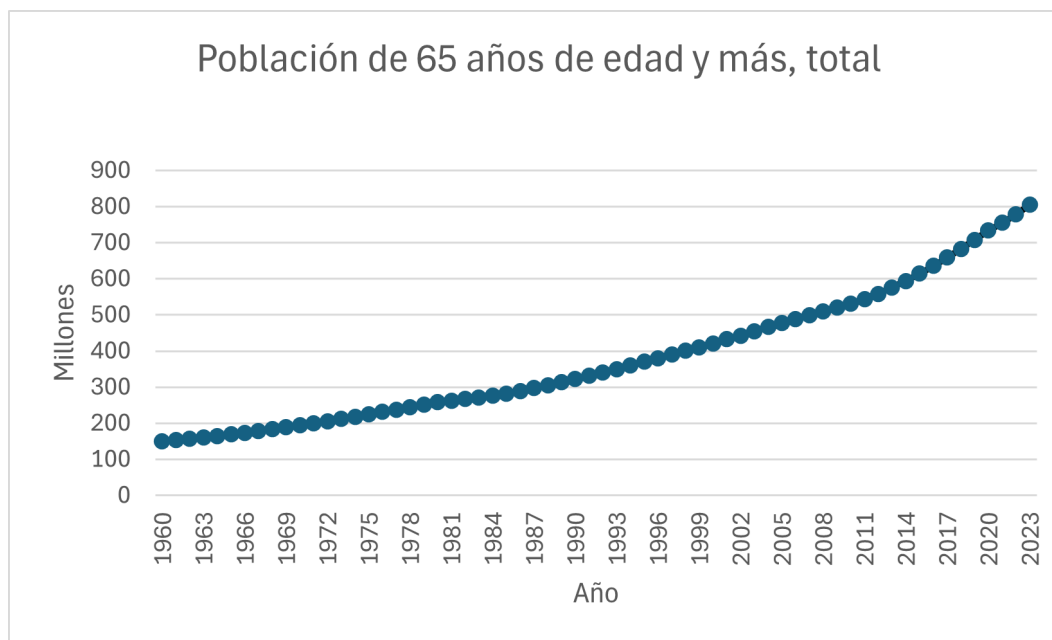
Como resultado de estas dinámicas, se ha observado una transición demográfica notable, caracterizada por un envejecimiento progresivo de la población en muchas regiones del mundo. Esta transición ha generado nuevos desafíos y oportunidades en áreas como la salud, la economía, la cultura y las políticas públicas, exigiendo respuestas innovadoras y sostenibles para abordar las necesidades cambiantes de una población cada vez más longeva.

Las tendencias demográficas a nivel mundial reflejan este cambio profundo. Datos recientes muestran un incremento constante en la proporción de adultos mayores, definidos como aquellos mayores de 60 años. Este grupo demográfico, que anteriormente constituía una fracción menor de la población, ahora representa una parte significativa de la sociedad. Lo cual queda demostrado en los datos obtenidos del Banco Mundial (2024) y en la figura 1, donde se indica:

En 2021 las personas de 65 años o más representaban el 9,54 % de la población mundial. Este porcentaje casi se ha duplicado en las últimas seis décadas, puesto que, en 1960 este no alcanzaba el 5 %. En números absolutos, este grupo de edad ha pasado

de 150 millones en 1960 a 747 millones en 2021.

Figura 1: *Población mundial de 65 años y más, total*



*Nota.* Elaboración propia con datos de Banco Mundial (2024).

En la figura 1, es posible apreciar la tendencia al crecimiento de la población de 65 años y más, desde el año 1960 al año 2023.

## 5.2 Evolución sociodemográfica en Chile

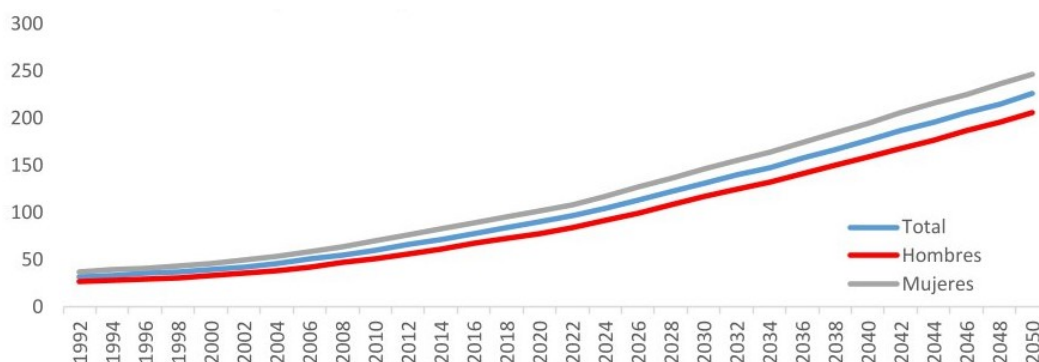
Tras examinar la evolución sociodemográfica a nivel global, es fundamental dirigir nuestra atención hacia la situación específica en Chile. En el contexto de cambios demográficos significativos a nivel mundial, Chile ha experimentado transformaciones notables en su estructura poblacional.

Uno de los aspectos más destacados de la evolución sociodemográfica en Chile es el aumento constante de la esperanza de vida. Este fenómeno ha llevado a una población envejecida,

donde el segmento de adultos mayores ha adquirido una importancia creciente en términos de tamaño y participación en la sociedad. Según el documento y la figura 2 de resultados publicado por el Ministerio de Desarrollo Social y Familia de Chile (2020) se puede evidenciar que:

En el censo 1970, las personas mayores de 59 años representaban del orden del 8 % de la población, en el Censo 2002 aumentaron a 11,4 % y según el Censo 2017, su participación en el total nacional. Ello significa que el número de adultos mayores asciende a 2,9 millones de personas, convirtiendo a Chile en uno de los tres países más envejecidos de la región (junto con Cuba y Uruguay). Adicionalmente, se prevé que para el año 2050 la población sobre los 60 años alcance el 31,2 % a nivel nacional (6,9 millones de adultos mayores).

Figura 2: Índice de Envejecimiento por sexo, 1992–2050



*Nota.* Tomado de Ministerio de Desarrollo Social y Familia de Chile (2020).

### 5.3 Desafíos y oportunidades del envejecimiento poblacional en Chile

El envejecimiento de la población en Chile presenta una serie de desafíos y oportunidades que requieren atención inmediata y una planificación estratégica, tal como se mencionó anterior-

mente. A medida que la población de adultos mayores aumenta, se generan demandas adicionales en los sistemas de salud y seguridad social.

Los desafíos incluyen la necesidad de servicios de salud especializados, programas de apoyo social, y la adaptación de infraestructuras urbanas para ser más accesibles y amigables con los adultos mayores. Al mismo tiempo, este fenómeno abre oportunidades para desarrollar nuevas áreas de negocio y empleo, centradas en satisfacer las necesidades de este segmento creciente de la población, respecto a lo anterior se puede indicar que:

El primer gran desafío es la mejora de las condiciones de seguridad social. Es necesario analizar los mecanismos a través de los cuales el Estado brinda apoyo a las personas mayores que por diversas razones no hayan podido acceder a una jubilación acorde al nivel de vida. También es fundamental considerar en este análisis el aumento de situaciones de vulnerabilidad asociadas a la edad y el uso de medicamentos, entre otras. (Sandoval y Plaza, 2018)

Además, la atención médica especializada para adultos mayores es crucial, incluyendo la gestión de enfermedades crónicas, cuidados paliativos y fomentar un envejecimiento saludable. En este contexto, la implementación de programas de telemedicina y atención domiciliaria puede ser una respuesta efectiva para aliviar las instituciones de salud y mejorar la calidad de vida de los adultos mayores.

Otro desafío importante es la inclusión social y la prevención del aislamiento. Los adultos mayores a menudo enfrentan el riesgo de aislamiento social, lo cual puede tener un impacto negativo en su salud mental y bienestar general.

En cuanto a las oportunidades, el envejecimiento poblacional puede impulsar la economía,

un sector que incluye productos y servicios diseñados específicamente para satisfacer las necesidades de este grupo etario. Esto abarca desde tecnología asistida y dispositivos de salud hasta turismo accesible y actividades de recreación adaptadas.

#### **5.4 Impacto de la tecnología en la vida de los adultos mayores**

En la era digital, la tecnología juega un papel crucial en transformar la vida cotidiana de las personas, y los adultos mayores no son una excepción. La incorporación de tecnologías de la información y comunicación (TIC) tiene el potencial de mejorar significativamente la calidad de vida de este grupo demográfico, proporcionando herramientas para la comunicación, el entretenimiento, la educación y el acceso a servicios de salud. Sin embargo, la brecha digital sigue siendo un desafío considerable.

Los adultos mayores a menudo enfrentan barreras para adoptar y utilizar nuevas tecnologías, incluyendo la falta de habilidades digitales, el costo de los dispositivos y el acceso limitado a internet. A pesar de estos obstáculos, las TIC ofrecen oportunidades para fomentar la inclusión social, reducir el aislamiento y promover una mayor independencia entre los adultos mayores.

Tal como lo indica la Revista Científica de Educomunicación donde se señala que “También se vincula el uso a habilidades funcionales que le permiten valerse por sí mismos, mantenerse activos y acceder a servicios sociales. Favorecen las relaciones sociales y familiares, así como las oportunidades culturales y de aprendizaje.” (Abad, 2014)

Las tecnologías de asistencia, como los dispositivos de monitoreo de salud y los sistemas de alertas de emergencia, permiten a los adultos mayores vivir de manera más independiente y segura. Estas herramientas pueden monitorear signos vitales, detectar caídas y proporcionar recordatorios de medicación, lo que reduce la necesidad de cuidados constantes y mejora la autonomía

de los AM. Asimismo, Las plataformas de comunicación digital, como las redes sociales y las aplicaciones de videollamadas, son esenciales para mantener a los adultos mayores conectados con sus familiares y amigos. Estas tecnologías ayudan a reducir el sentimiento de aislamiento y soledad, permitiendo una comunicación fácil y frecuente, especialmente para aquellos que viven lejos de sus seres queridos.

Los programas de alfabetización digital y las iniciativas comunitarias son fundamentales para superar la brecha digital. Ofrecen capacitación y apoyo personalizado para que los adultos mayores adquieran habilidades tecnológicas básicas, como el uso de smartphones, tablets y computadoras. Estas iniciativas no solo mejoran la competencia digital de los mayores, sino que también aumentan su confianza y disposición para utilizar nuevas tecnologías.

Estas tecnologías facilitan la gestión de citas médicas y la comunicación con profesionales de salud, haciendo la atención más accesible y eficiente. Además, las plataformas de aprendizaje en línea ofrecen a los adultos mayores la oportunidad de continuar su educación y adquirir nuevas habilidades desde casa. Del mismo modo, el entretenimiento digital, como el streaming y los juegos en línea, proporciona diversión y relajación, adaptándose a las preferencias individuales y enriqueciendo su vida diaria.

## **5.5 Ciudades inteligentes**

Las ciudades inteligentes representan una evolución en la planificación y gestión urbana, utilizando tecnologías avanzadas para crear entornos más eficientes, sostenibles e inclusivos. Como lo señala Fundación Endesa (2014):

Una Smart city, o ciudad inteligente, se puede describir como aquella ciudad que aplica las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) con el objetivo de pro-

veerla de una infraestructura que garantice: Un desarrollo sostenible, un incremento de la calidad de vida de los ciudadanos, una mayor eficacia de los recursos disponibles y una participación ciudadana activa; por lo tanto, son ciudades que son sostenibles económica, social y medioambientalmente. La Smart city nace de la necesidad de mantener una armonía entre estos aspectos.

Además de las infraestructuras y servicios básicos, las ciudades inteligentes incorporan tecnologías emergentes como la Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA) y el big data para optimizar la gestión urbana y mejorar la vida de sus habitantes. Estas tecnologías permiten la creación de sistemas de transporte más eficientes, la gestión inteligente de la energía y el agua, y la mejora de la seguridad pública mediante vigilancia avanzada y sistemas de alerta temprana.

Por lo que el modelo ideal de una ciudad inteligente según Fundación Endesa (2014), se basa principalmente en los siguientes subsistemas:

- **Generación distribuida:** Consiste en que las ciudades inteligentes cuenten con generación eléctrica repartida por el territorio, a través de un abastecimiento individualizado (micro-generación), no centralizado.
- **Smart Grids:** Se conoce como Smart Grids a las redes inteligentes interconectadas, las cuales poseen una circulación bidireccional de datos entre el service center (o centro de control) y el usuario.
- **Smart Metering:** Se trata de la medición inteligente de los datos de gasto energético de cada usuario, a través de telecontadores donde se realizan las lecturas a distancia y a tiempo real.

- **Smart Buildings:** Los edificios de la Smart City se convierten en inteligentes como modelo de eficiencia. Edificios domóticos que respetan el medioambiente y que poseen sistemas de producción de energía integrados.
- **Smart Sensors:** Los sensores inteligentes tienen la función de recopilar todos los datos necesarios para hacer de la ciudad una Smart City. Son parte fundamental para mantener la ciudad conectada e informada, y hacer que cada subsistema cumpla su función.
- **eMobility:** Implantación del vehículo eléctrico y los respectivos puestos de recarga públicos y privados.
- **Tecnologías de la información y la comunicación (TIC):** Son las tecnologías de la información que ayudan a la hora de controlar los diferentes subsistemas que componen la Smart City. Mediante ellos los ciudadanos y las entidades administrativas pueden participar activamente en el control de la ciudad.
- **Smart Citizen:** Los ciudadanos son sin duda la parte fundamental de una Smart City, ya que sin su participación activa no es posible poder llevar a cabo estas iniciativas.

La implementación de estos subsistemas contribuye a la creación de entornos urbanos que no solo son más eficientes y sostenibles, sino también más inclusivos y adaptados a las necesidades de todos sus habitantes, incluyendo a los adultos mayores. Las ciudades inteligentes están diseñadas para ser resilientes y capaces de responder a los desafíos del siglo XXI, proporcionando una mejor calidad de vida a través de la innovación tecnológica y la participación ciudadana activa.

## 5.6 Ciudades inteligentes en Chile

En Chile, el concepto de ciudades inteligentes ha ganado relevancia en los últimos años, reflejando una tendencia global hacia la modernización y la sostenibilidad urbana. El país ha comenzado a implementar proyectos piloto y estrategias a largo plazo para transformar sus principales ciudades en entornos más conectados y eficientes. Estas iniciativas buscan abordar desafíos locales específicos mientras se alinean con los objetivos de desarrollo sostenible y las mejores prácticas internacionales.

La adopción de tecnologías avanzadas como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA) y las redes inteligentes (smart grids) está siendo promovida por diversas instituciones públicas y privadas en Chile. Santiago, Valparaíso y Concepción son ejemplos de ciudades que están explorando y adoptando soluciones inteligentes para mejorar la gestión del tráfico, optimizar el consumo energético y proporcionar servicios más efectivos a sus ciudadanos.

Uno de los aspectos destacados de estas iniciativas es la colaboración entre el gobierno, el sector privado y las universidades para fomentar la innovación y la investigación en el ámbito urbano. Este enfoque colaborativo es esencial para superar los obstáculos y maximizar los beneficios de las tecnologías inteligentes, asegurando que las soluciones implementadas sean sostenibles y adecuadas para las necesidades locales. Tal como dice en el libro *Ciudades Inteligentes en Iberoamérica* y en la tabla 1 donde se indica:

Como se evidencia en las evaluaciones de gobierno y participación electrónica, el país ha tenido un liderazgo importante en América Latina y en el mundo, en relación con la incorporación de las TIC en la gestión de la Administración Pública. Destaca que en el caso de participación electrónica en 2014 se encontraba dentro de los primeros

lugares a nivel mundial. (Matuz Ruiz y Ramírez Autrán, 2016)

Tabla 1: *Posición de Chile en gobierno y participación electrónica 2010–2014*

| Evaluación |                    | Posición en gobierno electrónico | Posición en participación electrónica |
|------------|--------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| UN 2014    | E-GovernmentSurvey | 33                               | 7                                     |
| UN 2012    | E-GovernmentSurvey | 39                               | 19                                    |
| UN 2010    | E-GovernmentSurvey | 34                               | 34                                    |

*Nota.* Tomado de Matuz Ruiz y Ramírez Autrán (2016).

Además de las mejoras en la infraestructura y los servicios, las ciudades inteligentes en Chile también están enfocadas en la inclusión social y la participación ciudadana. Estas iniciativas buscan garantizar que todos los segmentos de la población, incluidos los adultos mayores, puedan beneficiarse de los avances tecnológicos. Por ejemplo, se están desarrollando aplicaciones móviles y plataformas en línea que facilitan la participación de los ciudadanos en la toma de decisiones y la gestión de los servicios públicos.

Otra área clave de desarrollo es la movilidad urbana. Las ciudades inteligentes en Chile están implementando sistemas de transporte inteligentes que incluyen redes de transporte público más eficientes, sistemas de bicicletas compartidas y la promoción del uso de vehículos eléctricos. Estas medidas no solo mejoran la calidad de vida de los ciudadanos al reducir la congestión y la contaminación, sino que también contribuyen a la sostenibilidad ambiental.

Finalmente, la seguridad pública es un aspecto crítico en el desarrollo de ciudades inteligentes. La implementación de cámaras de vigilancia conectadas, sistemas de alerta temprana y plataformas de análisis de datos en tiempo real ayudan a mejorar la seguridad y la respuesta ante

emergencias. Estas tecnologías permiten una gestión más efectiva de los recursos de seguridad y una mayor protección para los ciudadanos.

## **5.7 Estrategias de inclusión tecnológica para adultos mayores en ciudades inteligentes**

Las ciudades inteligentes ofrecen un marco ideal para desarrollar estrategias específicas que aborden las necesidades y desafíos de los adultos mayores, asegurando su inclusión y participación en la vida urbana. Estas estrategias pueden ser diseñadas para mejorar la accesibilidad, la seguridad y la calidad de vida de este grupo demográfico mediante el uso de tecnologías avanzadas y enfoques innovadores.

El diseño urbano en ciudades inteligentes debe considerar la accesibilidad y movilidad de los adultos mayores, implementando infraestructuras accesibles como rampas, ascensores y señalización clara, así como la creación de espacios públicos seguros y amigables. Las tecnologías de asistencia, como los sistemas de navegación y los sensores de movimiento, pueden ayudar a los adultos mayores a desplazarse con mayor facilidad y seguridad. Tal como lo asegura la Organización Mundial de la Salud (2022), donde señala que:

Los entornos propicios, tanto físicos como sociales, también facilitan que las personas puedan llevar a cabo las actividades que son importantes para ellas, a pesar de la pérdida de facultades. La disponibilidad de edificios y transportes públicos seguros y accesibles, así como de lugares por los que sea fácil caminar, son ejemplos de entornos propicios. En la formulación de una respuesta de salud pública al envejecimiento, es importante tener en cuenta no solo los elementos individuales y ambientales que amortiguan las pérdidas asociadas con la vejez, sino también los que pueden reforzar la recuperación, la adaptación y el crecimiento psicosocial.

Otro aspecto crucial es la movilidad urbana, que debe abordarse en las ciudades inteligentes. Para lograr una verdadera inclusión, es esencial que los sistemas de transporte sean accesibles y estén diseñados para atender las diversas necesidades de la población, tal como lo señala el artículo Oportunidades de inclusión y bienestar de las personas mayores en sus vecindarios, donde se indica que:

Por otro lado, se requieren medios de transporte asequibles que consideren a las personas en sillas de ruedas o con debilidad auditiva o visual, y que estén conectados con otros sistemas de transporte, cuestión que es esencial para todas las edades. La movilidad y la accesibilidad de la ciudad son primordiales para que los diversos grupos que la habitan tengan acceso a todos los espacios urbanos. Cabe destacar que la movilidad y la accesibilidad no dependen únicamente de sistemas de transporte adecuados a las demandas heterogéneas, sino que, además, requieren diversidad y distribución de centralidades, calidad urbana y ofertas de servicios en las zonas menos atractivas, así como otros elementos de interés para el vecindario. (Cortés Topete y Tavares Martínez, 2022)

Además, las viviendas inteligentes pueden ser equipadas con tecnologías de asistencia que faciliten la vida diaria, incluyendo sistemas de monitoreo de salud, dispositivos de alerta en caso de emergencias, y controles de hogar automatizados que permitan gestionar la iluminación, la temperatura y la seguridad del hogar de manera sencilla y eficiente.

La inclusión tecnológica también requiere programas de capacitación en habilidades digitales, diseñados para cubrir las necesidades y niveles de habilidad de los adultos mayores, mediante iniciativas comunitarias y colaboraciones con universidades y organizaciones no gubernamentales.

Según el texto de Ciudades inclusivas y accesibles, hay ciertos criterios que deben considerarse en la planificación urbana para lograr este propósito de ser inclusiva, las cuales corresponden a:

- Implicación de grupos vulnerables de las ciudades, en especial personas con discapacidades y personas de edad avanzada, en la planificación, el diseño y la supervisión de las transformaciones en el desarrollo urbano.
- Uso de unos indicadores concretos en el diseño de políticas y estrategias de urbanismo que puedan evaluar y controlar la inclusión.
- Coordinación interinstitucional a nivel local y nacional en materia de inclusión, accesibilidad y derechos humanos, dirigiendo estrategias independientes y actividades de implementación sobre la inclusión.
- Sensibilización y entendimiento por parte de los responsables de políticas, urbanistas, prestadores de servicios y diseñadores acerca de los beneficios en materia social, económica y de la innovación que reportan la inclusión y la accesibilidad para un desarrollo urbano inclusivo, así como acerca de las herramientas disponibles para apostar por unas estrategias de desarrollo urbano inclusivo
- Entendimiento común de la accesibilidad y el diseño universal, incluyendo los principios y la definición.
- Conocimiento y formación para estudiantes y profesionales sobre cómo construir unas ciudades accesibles.

- Adopción de unos presupuestos inclusivos y participativos y de unos mecanismos de financiación dirigidos a implementar unas políticas y estrategias de desarrollo urbano inclusivas.
- Generación de datos inclusivos y desagregados para identificar mejor a las poblaciones vulnerables de la sociedad y las barreras concretas con las que se encuentran para poder acceder a los servicios que las ciudades ofrecen al público.
- Liderazgo de gobiernos locales y compromiso permanente en un desarrollo urbano inclusivo.
- Recursos para unos espacios públicos seguros y accesibles.
- Iniciativas para reducir los estigmas y las actitudes negativas contra las poblaciones vulnerables. (Ciudades y Gobiernos Locales Unidos (CGLU), 2019)

Este texto enfatiza la importancia de involucrar a grupos vulnerables en la planificación y el diseño urbano, utilizando indicadores concretos para evaluar la inclusión, y promoviendo la coordinación interinstitucional en temas de accesibilidad y derechos humanos.

Además de los aspectos físicos y tecnológicos, es fundamental considerar las políticas públicas y la colaboración internacional. Un ejemplo destacado es la iniciativa de la Unión Europea denominada Entornos Amigables con las Personas Mayores en Europa (AFEE). Este proyecto, desarrollado en colaboración con la Organización Mundial de la Salud (s.f.) y la Comisión Europea, busca crear ciudades y comunidades inclusivas para los adultos mayores. Las políticas promovidas por el AFEE no solo mejoran la calidad de vida de los adultos mayores, sino que también fomentan un entorno más cohesivo y solidario para todos los ciudadanos, lo cual queda demostrado en su objetivo:

El objetivo general del proyecto AFEE es aumentar las oportunidades para las personas mayores en sus entornos locales mediante la creación de herramientas que permitan a los entes locales y regionales asumir compromisos firmes para ser más amigables con las personas mayores y medir su progreso hacia este objetivo.

Asimismo, un ejemplo de una ciudad que ha implementado exitosamente estrategias de inclusión tecnológica es Yokohama, en Japón. Esta ciudad ha desarrollado un sistema de transporte público accesible y servicios comunitarios integrados que apoyan la independencia de los adultos mayores. Donde tienen como objetivos los siguientes:

Los objetivos de construir una ciudad inteligente son proporcionar una mejor calidad de vida (QoL), desarrollo económico, equilibrio ambiental y una gobernanza eficiente. Estas ciudades son los puntos nodales de servicios cívicos como seguridad, atención médica, energía eléctrica, agua potable, buenas viviendas y buena administración. Por lo tanto, el énfasis de las ciudades inteligentes está en la eficiencia operativa urbana las 24 horas, los 7 días de la semana y en la facilidad de vida de los ciudadanos. (Sommaya et al., 2018)

Por lo que implementar estas estrategias en el contexto de las ciudades inteligentes en Chile no solo mejorará la vida de los adultos mayores, sino que también contribuirá a la creación de comunidades más equitativas, asegurando que los beneficios de las ciudades inteligentes sean accesibles para todos sus habitantes.

## **5.8 Modelos de aceptación a nuevas tecnologías**

Para comprender y analizar los factores que influyen en la adopción de tecnologías por parte de los usuarios, es fundamental apoyarse en modelos teóricos que permitan orientar el proceso de medición y posterior interpretación de los datos.

Desde la perspectiva teórica, se han desarrollado múltiples enfoques que buscan explicar cómo y por qué las personas deciden utilizar una determinada tecnología. Estos modelos difieren entre sí, principalmente, por las variables que consideran relevantes en la toma de decisiones, así como por los factores contextuales que incorporan.

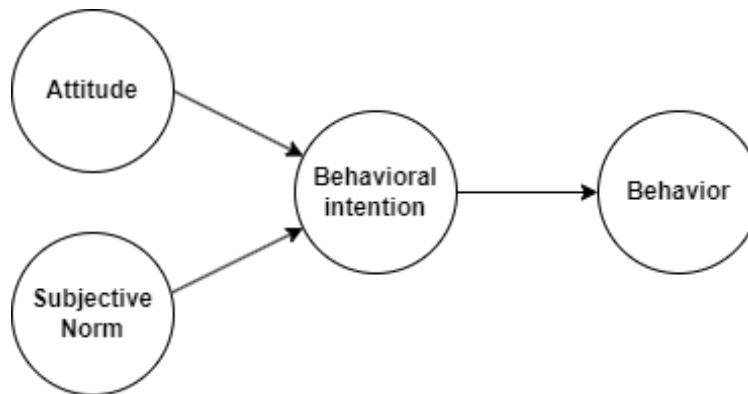
En las siguientes secciones se presentan los principales modelos de aceptación tecnológica, junto con sus respectivas evoluciones y extensiones.

### **5.8.1. Teoría de la Acción Razonada (TRA)**

La Teoría de la Acción Razonada o TRA (Theory of Reasoned Action), por sus siglas en inglés, propuesta por Fishbein y Ajzen en 1975, busca explicar cómo las personas toman decisiones y actúan a partir de lo que piensan y creen. Según este modelo, la intención que una persona tiene de hacer algo es el mejor indicador de si realmente lo hará.

Esa intención se forma a partir de dos cosas principales. Por un lado, está la actitud hacia la conducta, que tiene que ver con si la persona cree que hacer cierta acción será algo bueno o malo. Por otro, está la norma subjetiva, que se relaciona con la presión social o con lo que la persona cree que los demás esperan que haga. A continuación, se presenta el esquema que resume visualmente esta teoría:

Figura 3: *Teoría de la acción razonada (TRA)*



*Nota.* Adaptado de Fishbein y Ajzen (1975).

El modelo se compone de las siguientes variables:

- **Actitud:** Se refiere a la evaluación positiva o negativa que una persona tiene sobre realizar una acción específica. Si cree que la acción le traerá consecuencias favorables, su actitud será positiva, lo que aumentará la probabilidad de que tenga la intención de hacerla.
- **Norma subjetiva:** Es la percepción que tiene la persona sobre la presión social o la influencia de otras personas significativas (familiares, amigos, pares) respecto a si debería o no llevar a cabo la acción.
- **Intención conductual:** Es la motivación consciente de una persona para realizar un comportamiento. Cuanto más fuerte sea la intención, mayor será la probabilidad de que se lleve a cabo la conducta.
- **Comportamiento:** Es la acción real que realiza la persona, influenciada directamente por su intención previa.

Esta teoría fue muy útil en sus inicios para entender distintos tipos de comportamiento, pero con el tiempo se fue quedando corta, sobre todo cuando se trataba de situaciones donde la persona no tiene el control total de lo que puede hacer. Por eso, más adelante surgieron modelos que la complementaron, como la Teoría del Comportamiento Planificado (TPB), que sí incorpora ese control percibido.

En el caso de la tecnología, la TRA sirve como base para entender cómo las personas deciden usar o no una herramienta tecnológica. Aunque no fue pensada originalmente para este contexto, varias de sus ideas fueron retomadas por modelos más específicos, como el TAM, que veremos más adelante. Tal como señala Schmitz (2019) , “aunque esta teoría no fue desarrollada para estudiar un tipo de comportamiento o tecnología en particular, constituye uno de los pilares básicos para explicar el funcionamiento de cualquier comportamiento humano y, por ende, de la aceptación tecnológica”.

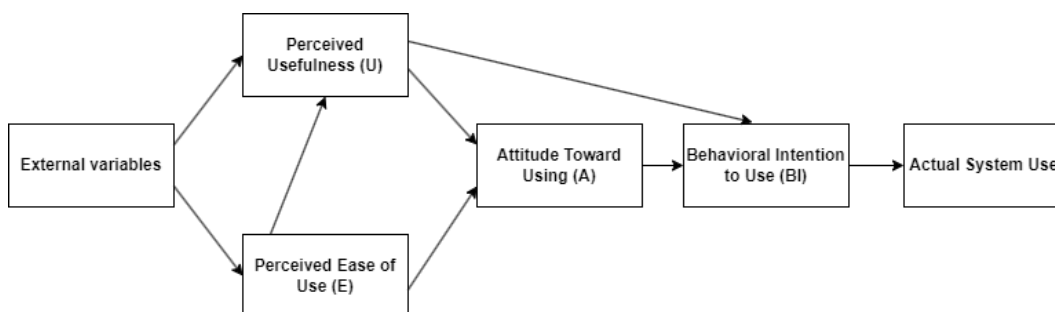
### **5.8.2. Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM)**

El modelo de aceptación de tecnología, conocido por sus siglas en inglés TAM, consiste en una teoría de sistemas de información desarrollada por Fred Davis en 1989. Esta teoría plantea que la aceptación de una tecnología depende principalmente de dos variables: la utilidad percibida y la facilidad de uso percibida.

La utilidad percibida (PU) se define como “el grado en el cual una persona cree que utilizando un sistema particular lo destacará a él o a su rendimiento en el trabajo”, mientras que la facilidad de uso percibida (PEOU) se refiere a “el grado en el cual una persona cree que utilizando un sistema particular se liberará del esfuerzo” (Davis, 1989). Estas variables forman la base del modelo TAM, el cual establece que la percepción de utilidad y la facilidad de uso influyen en la

actitud del usuario hacia la tecnología, lo que a su vez determina la intención de uso y, finalmente, su uso real. La siguiente figura muestra esta relación de manera esquemática:

Figura 4: *Modelo original del Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM)*



*Nota.* Adaptado de Davis (1989).

Además de las variables principales, Davis (1989) incorporó las denominadas variables externas, que pueden incluir características individuales del usuario, el diseño del sistema, la capacitación previa u otros factores contextuales. Estas variables influyen indirectamente en la aceptación tecnológica al afectar la percepción de utilidad y la facilidad de uso. De este modo, el modelo TAM ofrece una perspectiva integral sobre cómo diferentes elementos pueden interactuar para determinar la intención y el uso efectivo de una tecnología.

Este modelo ha sido ampliamente validado en diversos contextos, y ha servido como base para desarrollos posteriores como TAM2, TAM3 y UTAUT, los cuales incorporan nuevos elementos que buscan mejorar su capacidad predictiva.

### 5.8.3. Teoría del Comportamiento Planificado (TPB)

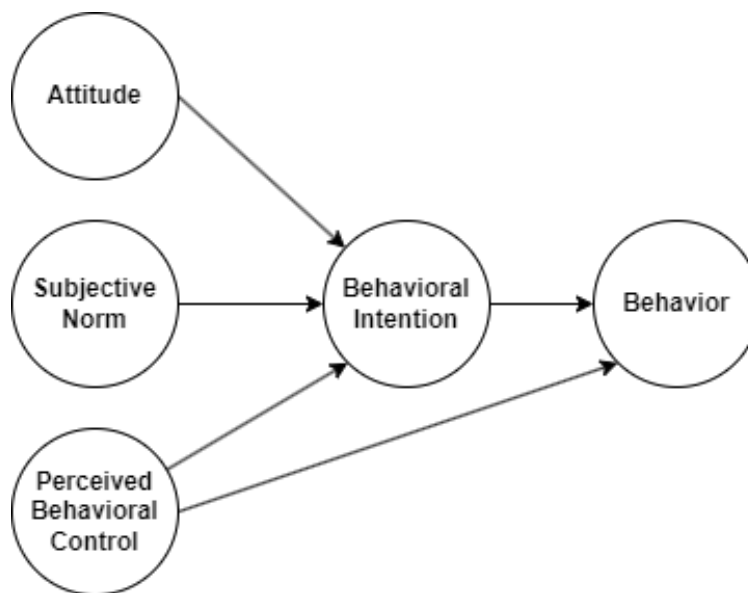
La Teoría del Comportamiento Planificado (Theory of Planned Behavior, TPB), propuesta por Icek Ajzen en 1991, surge como una extensión de la Teoría de la Acción Razonada (TRA), con

el objetivo de incorporar un elemento que esta última no consideraba: el control percibido sobre la conducta.

El incorporar este nuevo elemento surge para abordar una de las principales limitaciones del modelo anterior: la idea de que las personas siempre tienen control total sobre sus acciones. La TPB reconoce que, en muchos casos, la decisión de actuar no depende solo de la intención, sino también de si la persona siente que realmente tiene la capacidad o los medios para hacerlo.

Esta variable adicional, denominada control conductual percibido, se refiere a la percepción que tiene una persona sobre la facilidad o dificultad de realizar una acción, lo cual está influenciado por recursos disponibles, habilidades personales o posibles barreras. Este componente no solo afecta la intención de realizar una conducta, sino que también puede incidir directamente en su ejecución, especialmente en contextos donde existen limitaciones externas o personales. A continuación, se presenta un esquema visual del modelo propuesto por Ajzen:

Figura 5: *Teoría del Comportamiento Planificado (TPB)*



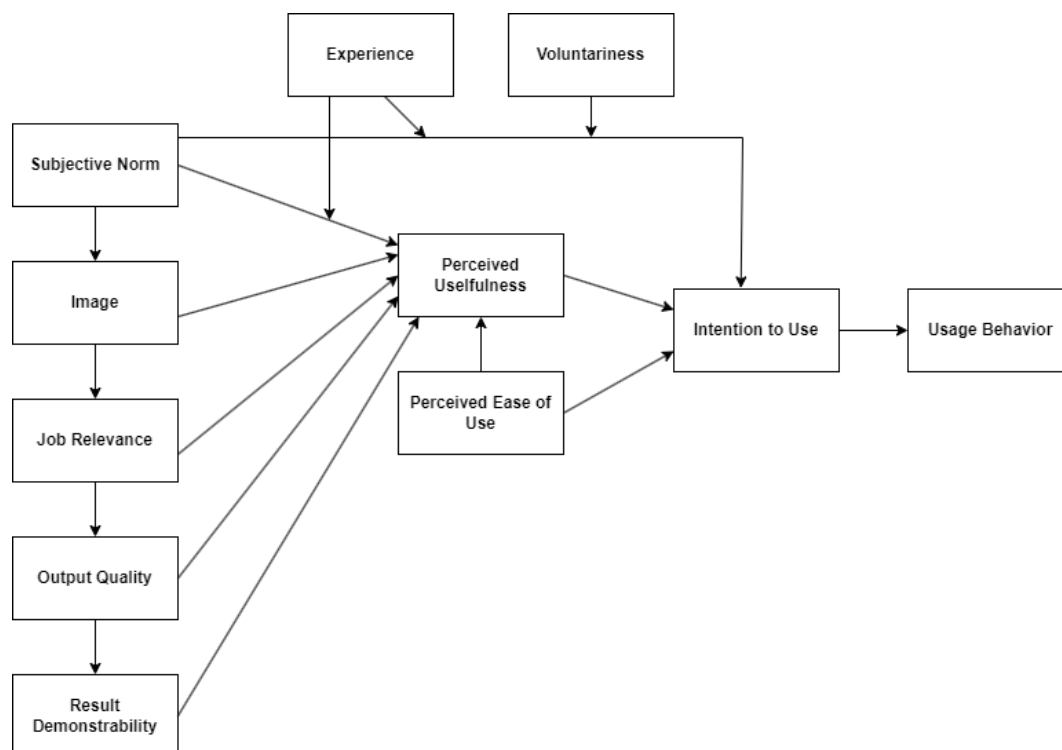
*Nota.* Adaptado de Ajzen (1991).

#### 5.8.4. Modelo de Aceptación Tecnológica 2 (TAM2)

El Modelo de Aceptación Tecnológica 2 (TAM2) fue desarrollado por Venkatesh y Davis en el año 2000 como una extensión del modelo TAM original. Esta versión buscó explicar con mayor profundidad por qué las personas consideran útil una tecnología, incorporando factores sociales y procesos cognitivos que influyen en esa percepción.

A diferencia del modelo original, TAM2 elimina la variable actitud hacia el uso y se introduce nuevos determinantes de la utilidad percibida, manteniendo la variable facilidad percibida de uso como elemento clave. A continuación, se presenta la estructura del modelo TAM2:

Figura 6: *Modelo de Aceptación Tecnológica 2 (TAM2)*



*Nota.* Adaptado de Venkatesh y Davis (2000).

Las nuevas variables que introduce TAM2 son:

- **Imagen:** El grado en que el uso de una tecnología mejora la posición social de quien la adopta.
- **Relevancia para el trabajo:** “Percepción de un individuo con respecto al grado en el cual un sistema es aplicable en su trabajo.” (Venkatesh y Davis, 2000)
- **Calidad de los resultados:** “Medida sobre qué tan bien un sistema lleva a cabo ciertas tareas que son importantes para ciertos objetivos laborales.” (Venkatesh y Davis, 2000)
- **Demostrabilidad de resultados:** Qué tan visibles o tangibles son los beneficios del uso de la tecnología.
- **Experiencia:** “Cantidad de tiempo en la cual un usuario ha empleado cierta tecnología.” (Venkatesh et al., 2003)
- **Voluntariedad:** Qué tanto el uso de la tecnología es percibido como una decisión propia y no una obligación.

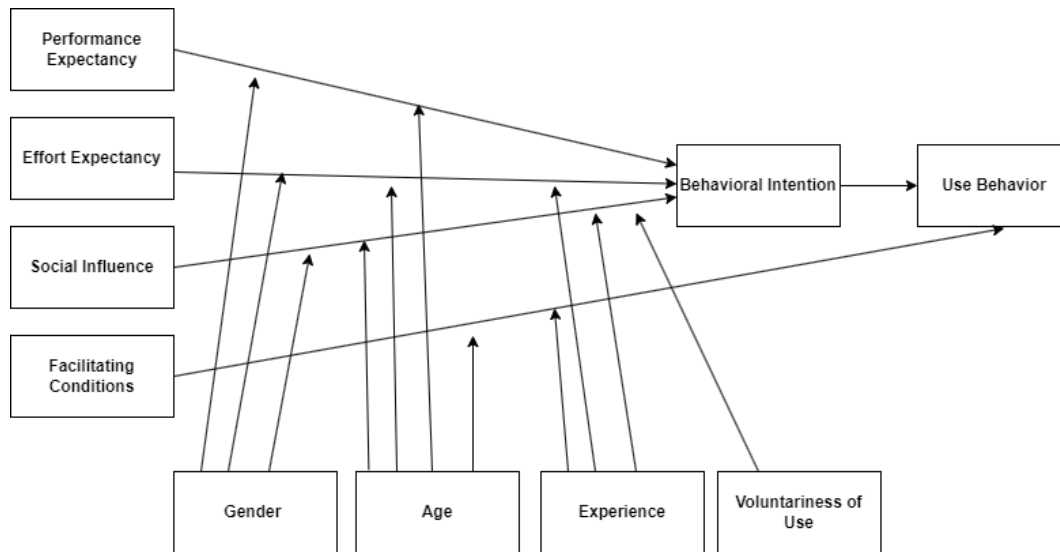
Estas variables permiten entender mejor cómo los usuarios construyen su percepción sobre la utilidad de una tecnología y, por ende, cómo influye en su intención de uso. Tal como señalan Venkatesh y Davis (2000), “las personas no adoptan tecnologías únicamente por sus características técnicas, sino también por cómo las perciben en función de su entorno y experiencias previas.”

#### 5.8.5. Teoría Unificada de Aceptación y Uso de Tecnología (UTAUT)

A pesar de su utilidad, el modelo TAM ha recibido críticas dado que no considera otros factores externos que influyen en la adopción tecnológica. Por lo que, en respuesta de estas limitaciones se desarrolló la Teoría Unificada de Aceptación y Uso de Tecnología, conocida por

sus siglas en inglés UTAUT. Esta teoría fue planteada por Venkatesh et al. (2003) e integra elementos de ocho modelos previos, incluyendo el TAM, donde se propone un enfoque más integral para entender el comportamiento de uso de la tecnología. A continuación, se presenta de forma esquemática:

Figura 7: *Teoría Unificada de Aceptación y Uso de Tecnología (UTAUT)*



Nota. Adaptado de Venkatesh et al. (2003).

El modelo UTAUT propone que la intención y el uso efectivo de una tecnología están influenciados por cuatro variables clave:

- **Expectativa de rendimiento:** Se refiere al “grado en que una persona cree que el uso de una tecnología le permitirá obtener beneficios en la realización de determinadas tareas.”(Venkatesh et al., 2003)
- **Expectativa de esfuerzo:** Representa el “grado de facilidad asociado al uso de la tecnología.” (Venkatesh et al., 2003)

- **Influencia social:** Alude a “cuánto influye en la persona la opinión de otros respecto a si se debería usar o no una tecnología.” (Venkatesh et al., 2003)
- **Condiciones facilitadoras:** Se relaciona con “la percepción de que existen recursos técnicos, humanos o de infraestructura para usar la tecnología.” (Venkatesh et al., 2003)

Además, UTAUT incorpora cuatro variables moderadoras que afectan cómo influyen las variables anteriores en la intención y el comportamiento de uso:

- **Edad:** Las personas de diferentes grupos etarios pueden reaccionar de forma distinta ante los mismos factores, por ejemplo, priorizando más la facilidad de uso o la ayuda externa.
- **Género:** Existen diferencias en cómo hombres y mujeres valoran ciertos aspectos tecnológicos, como la utilidad percibida o la influencia social.
- **Experiencia previa:** Tener familiaridad con tecnologías similares puede facilitar la adopción, ya que reduce la incertidumbre o el temor.
- **Voluntariedad de uso:** Se refiere a si el uso de la tecnología es obligatorio o voluntario. Las personas tienden a tener actitudes más positivas cuando el uso es una elección propia.

Gracias a la inclusión de estas variables, el modelo UTAUT permite analizar de manera más completa por qué una persona decide usar (o no usar) una tecnología, considerando tanto factores personales como sociales y contextuales.

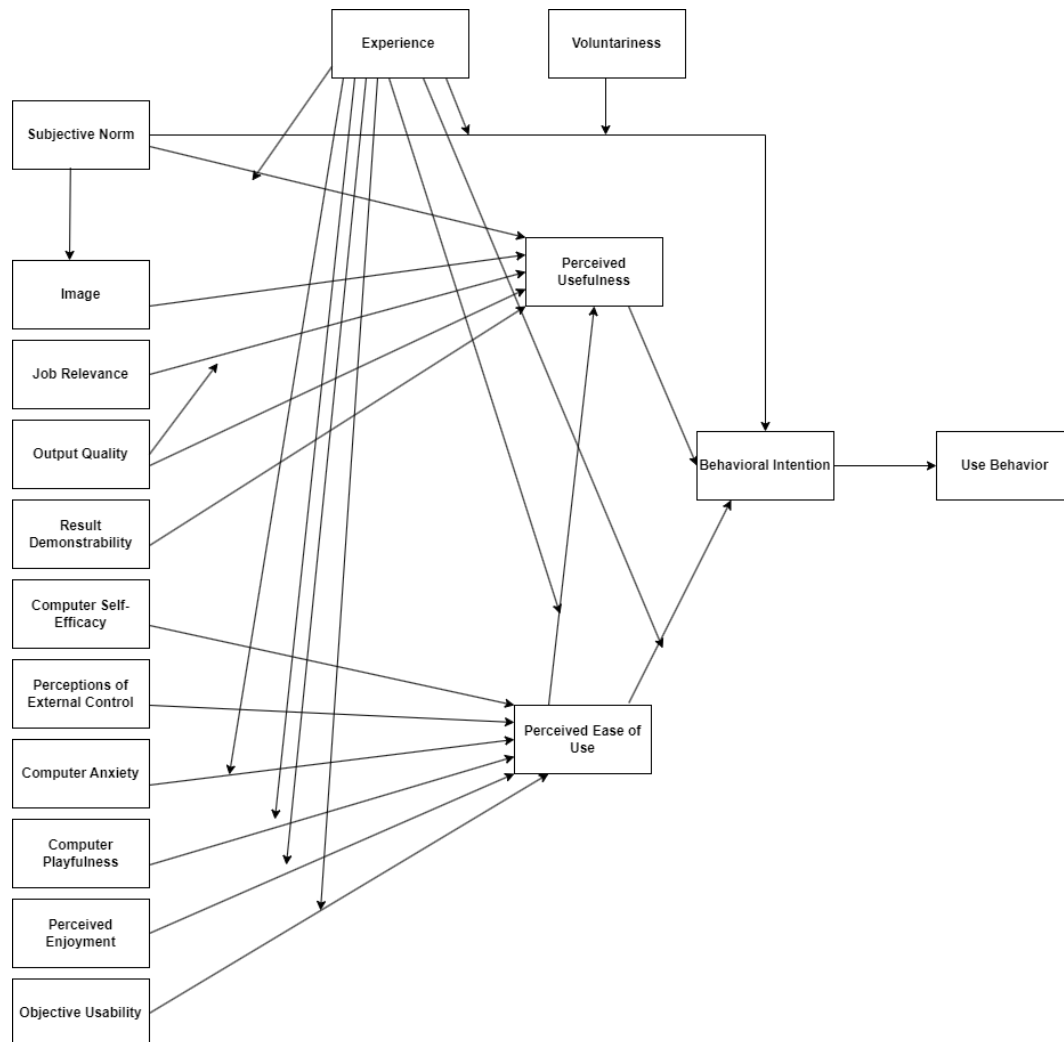
### 5.8.6. Modelo de Aceptación Tecnológica 3 (TAM3)

El Modelo de Aceptación Tecnológica 3 (TAM3) fue desarrollado por Venkatesh y Bala en 2008 con el objetivo de integrar en un solo marco los aportes del TAM2 y de los determinantes de

la facilidad percibida de uso. Esta evolución busca ofrecer una explicación más detallada sobre los factores que influyen en la percepción y aceptación de nuevas tecnologías.

Al igual que en versiones anteriores, TAM3 mantiene la importancia de dos variables clave: la utilidad percibida y la facilidad de uso percibida, las cuales influyen directamente en la intención de uso de una tecnología. Sin embargo, lo que distingue a este modelo es la incorporación de nuevos factores que ayudan a comprender por qué una persona considera fácil o difícil utilizar una herramienta tecnológica. A continuación, se presenta de forma esquemática el modelo TAM3:

Figura 8: *Modelo de Aceptación Tecnológica 3 (TAM3)*



*Nota.* Adaptado de Venkatesh y Bala (2008).

Este modelo mantiene la estructura central del TAM y TAM2, pero profundiza especialmente en los elementos que influyen sobre la facilidad de uso percibida, dividiéndolos en dos grandes bloques:

1. **Factores ancla:** Son creencias inherentes del usuario, que moldean su percepción desde el primer acercamiento con la tecnología:

- **Autoeficacia informática:** Grado de confianza que tiene la persona en su capacidad para utilizar la tecnología.
- **Percepción de control externo:** Medida en que la persona cree que existen recursos externos que facilitarán su uso.
- **Ansiedad ante el computador:** Miedo o incomodidad que puede sentir el usuario al enfrentarse a la tecnología.
- **Entretenimiento computacional:** Nivel de disposición del usuario a experimentar o interactuar lúdicamente con la tecnología.

2. **Factores de ajuste:** Son experiencias que modifican la percepción a medida que el usuario va usando el sistema, es decir factores que aparecen en etapas posteriores de la adopción de una nueva tecnología:

- **Disfrute percibido:** Grado de placer que experimenta al interactuar con la tecnología.
- **Usabilidad objetiva:** Medida cuantitativa del desempeño del usuario al utilizar el sistema, como el número de errores o el tiempo para completar tareas.

Además, TAM3 conserva otros elementos sociales y contextuales heredados de TAM2, como: norma subjetiva, relevancia para el trabajo, calidad de resultados, demostrabilidad de resultados, imagen, experiencia, voluntariedad.

#### 5.8.7. Teoría Unificada de Aceptación y Uso de Tecnología 2 (UTAUT2)

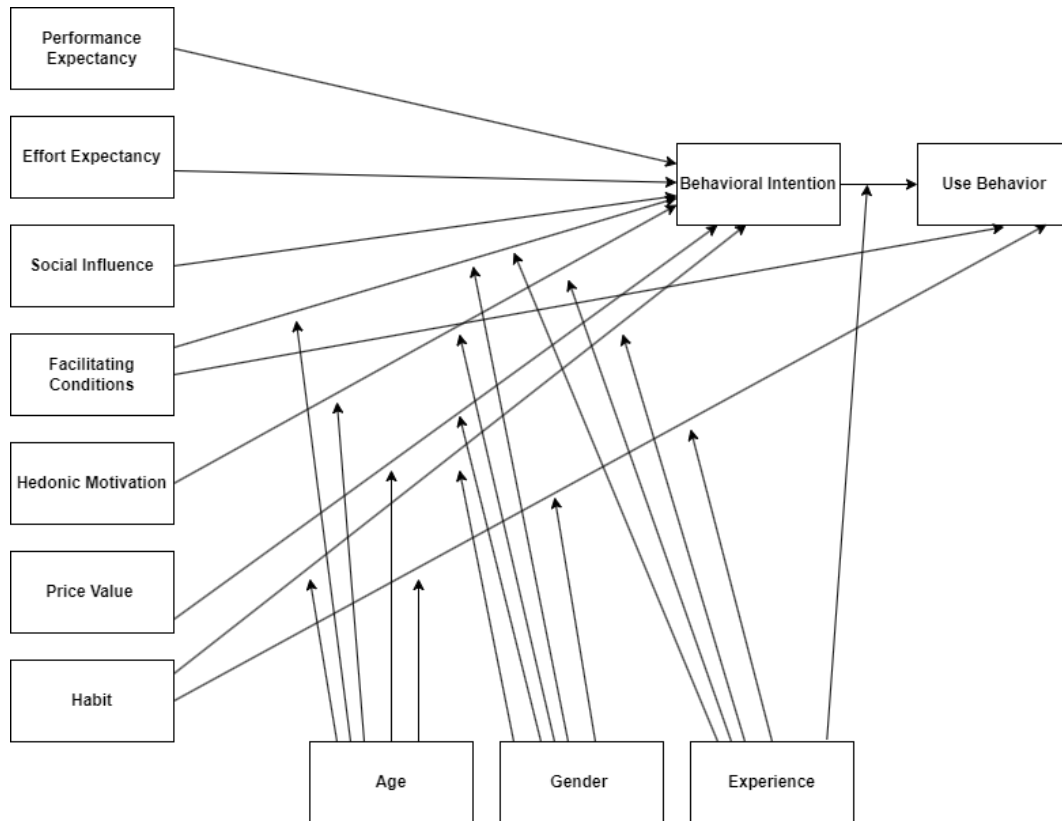
La Teoría Unificada de Aceptación y Uso de Tecnología 2 (UTAUT2) fue desarrollada por Venkatesh, Thong y Xu en 2012 como una extensión del modelo UTAUT original. Este nuevo

enfoque surge a partir de la necesidad de adaptar el modelo a contextos de uso individual, especialmente en entornos de consumo, donde las decisiones de adopción tecnológica no siempre responden a dinámicas organizacionales, como sí lo hacía el modelo anterior.

UTAUT2 mantiene las variables originales del modelo base: expectativa de rendimiento, expectativa de esfuerzo, influencia social y condiciones facilitadoras, así como los moderadores edad, género y experiencia. Sin embargo, agrega tres nuevas variables clave que permiten una comprensión más completa del comportamiento del usuario frente a nuevas tecnologías:

- **Motivación hedónica:** Se define como “la diversión o el placer derivado del uso de una tecnología.” (Venkatesh et al., 2012)
- **Valor del precio:** “Costo monetario relativo al uso de una tecnología determinada.” (Venkatesh et al., 2012)
- **Hábitos:** Se refiere al nivel de automatismo con el que una persona tiende a realizar una acción tecnológica. Mientras más consolidado esté el hábito, mayor será la probabilidad de uso continuo. “La experiencia previa, puede resultar en la formación de diferentes niveles de hábito dependiendo del grado de interacción y familiaridad que se desarrolla con una tecnología de destino.” (Venkatesh et al., 2012)

A continuación, se presenta la figura que resume gráficamente los componentes del modelo UTAUT2:

Figura 9: *Teoría Unificada de Aceptación y Uso de Tecnología 2 (UTAUT2)*

*Nota.* Adaptado de Venkatesh et al. (2012).

UTAUT2 es uno de los últimos de los modelos de aceptación tecnología en la comunidad científica y aun no tiene muchas validaciones empíricas en contextos distintos al original. Por otro lado, está acotado y recomendado para el análisis de tecnologías de consumo.

## 5.9 Modelo de ecuaciones estructurales

El modelo de ecuaciones estructurales (SEM, por sus siglas en inglés) es una técnica estadística que permite estudiar relaciones complejas entre distintos factores, muchos de los cuales no pueden observarse directamente. Su principal ventaja es que combina elementos del análisis factorial con la regresión múltiple, lo que permite evaluar al mismo tiempo tanto los indicadores

medidos como las conexiones entre conceptos más abstractos o teóricos.

Este tipo de análisis resulta especialmente útil cuando se trabaja con fenómenos sociales, psicológicos o de comportamiento, ya que permite representar conceptos como creencias, actitudes o percepciones mediante constructos latentes, es decir, ideas que no se miden directamente, pero que se infieren a partir de preguntas o ítems observables.

Tal como explican Hair et al. (2010), esta metodología es muy valorada porque entrega herramientas para estimar varios efectos de manera simultánea y, además, permite evaluar qué tan bien se ajusta el modelo propuesto a los datos obtenidos. De este modo, no solo se exploran las relaciones entre variables, sino que también se puede validar la estructura general de un modelo teórico.

Además, como plantea Byrne (2010), el nombre “modelo de ecuaciones estructurales” transmite dos aspectos clave del procedimiento. Por una parte, se basa en representar los procesos causales por medio de una serie de ecuaciones estructurales, es decir, regresiones. Por otra parte, estas relaciones pueden ser representadas de forma gráfica a través de diagramas de ruta, lo que facilita una comprensión más clara de las relaciones teóricas propuestas. Esto convierte al SEM en una herramienta versátil tanto para estudios observacionales, como las encuestas, como para investigaciones experimentales.

Kline (2016) también destaca que este enfoque permite analizar no solo qué variables influyen en un fenómeno, sino también cómo interactúan entre ellas, proporcionando una visión más profunda y estructurada del problema que se está investigando.

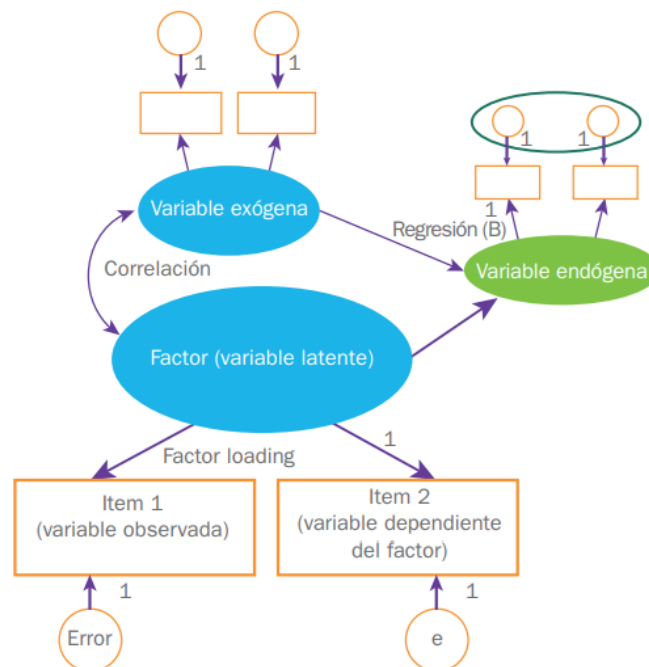
Por lo tanto, el SEM ofrece una manera rigurosa de modelar fenómenos complejos que involucran múltiples variables interrelacionadas, combinando técnicas estadísticas avanzadas con representaciones gráficas que facilitan la conceptualización y validación empírica de teorías.

### 5.9.1. Diagramas de ruta

En el contexto del Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM), los diagramas de ruta son representaciones gráficas que permiten visualizar de forma clara y ordenada las relaciones entre las variables que componen un modelo teórico. Estas representaciones facilitan la comprensión del modelo, ya que muestran cómo se vinculan las variables observadas con las variables latentes, y cómo estas últimas se relacionan entre sí. Como señalan Hair et al. (2010), “los diagramas de ruta ayudan a conceptualizar y comunicar modelos complejos de manera accesible, y son fundamentales tanto en la etapa de diseño como en la interpretación de los resultados del SEM.”

A continuación, se presenta un ejemplo de diagrama de ruta:

Figura 10: *Modelo de Ecuaciones Estructurales*



*Nota.* Tomado de Contreras (2016).

Como se muestra en la figura anterior, los diagramas de ruta permiten visualizar la estructura completa del modelo, destacando las relaciones entre las distintas variables, tanto latentes como observadas, así como los errores y conexiones causales entre ellas. Para comprender mejor cómo se construyen y analizan estos modelos, es fundamental conocer en detalle los elementos que los componen. A continuación, se describen los principales componentes de un modelo de ecuaciones estructurales.

#### **5.9.1.1 Variables observadas.**

En los modelos de ecuaciones estructurales (SEM), las variables observadas son aquellas que se miden directamente a través de instrumentos como cuestionarios, encuestas o pruebas estandarizadas. Estas variables constituyen los datos empíricos que alimentan el modelo y sirven como indicadores de las variables latentes, las cuales no pueden medirse de forma directa.

Generalmente, se representan gráficamente mediante rectángulos dentro del diagrama de ruta, y están conectadas a una variable latente a través de cargas factoriales (o factor loadings), que indican en qué medida cada ítem refleja al constructo teórico al que pertenece.

Estas variables también tienen un componente de error de medición, que representa la parte de la variabilidad que no está explicada por el modelo. Reconocer y controlar estos errores es uno de los principales aportes del SEM frente a otros métodos estadísticos más simples, como la regresión lineal tradicional.

#### **5.9.1.2 Variables latentes.**

Las variables latentes son constructos teóricos que no pueden observarse ni medirse directamente, pero que se infieren a partir de un conjunto de variables observadas. Representan conceptos

abstractos como la intención de uso, la actitud hacia la tecnología, o la ansiedad tecnológica, todos ellos relevantes para el estudio del comportamiento humano frente a sistemas tecnológicos.

En los modelos de ecuaciones estructurales (SEM), estas variables se representan gráficamente mediante óvalos o elipses dentro de los diagramas de ruta, y están vinculadas a variables observadas mediante cargas factoriales, que reflejan qué tan bien cada ítem representa al constructo teórico.

Una distinción importante dentro de las variables latentes es su clasificación en exógenas y endógenas:

- **Variables latentes exógenas:** Son aquellas que funcionan como variables independientes dentro del modelo. No están influenciadas por ningún otro constructo del sistema, pero sí ejercen efectos sobre otras variables. En un diagrama de ruta, las variables latentes exógenas no reciben flechas entrantes desde otras variables, pero sí generan flechas salientes hacia las variables que influyen.
- **Variables latentes endógenas:** Son aquellas que cumplen un rol dependiente, ya que su comportamiento o variación está explicado por una o más variables dentro del mismo modelo. En los diagramas de ruta, se identifican porque reciben flechas entrantes desde otras variables (exógenas o incluso otras endógenas), y también pueden tener flechas salientes si afectan a otras variables.

### 5.9.1.3 Errores.

En los modelos de ecuaciones estructurales (SEM), los errores representan la porción de variabilidad en una variable que no puede ser explicada por el modelo. Es decir, son aquellas

influencias externas o no controladas que afectan tanto a las variables observadas como a las relaciones entre las variables latentes.

Existen principalmente dos tipos de errores que se consideran dentro del SEM:

- **Errores de medición (también llamados errores únicos):** Están asociados a cada una de las variables observadas. Representan la diferencia entre el valor real del constructo latente y el valor que se obtiene a través de su medición empírica. En los diagramas de ruta, estos errores suelen representarse mediante flechas curvas o con pequeños círculos conectados a los rectángulos de las variables observadas.
- **Errores de perturbación (también llamados errores residuales):** Se asocian a las variables latentes endógenas, es decir, a aquellas que son explicadas dentro del modelo por otras variables. Estos errores reflejan la parte del comportamiento del constructo que no es explicada por las variables exógenas. Se representan mediante flechas que apuntan a los óvalos de las variables latentes endógenas.

Incluir explícitamente los errores en el modelo es una de las fortalezas del SEM, ya que permite reconocer que ninguna medición es perfecta y que siempre existirá cierta variabilidad que no puede atribuirse completamente a los factores estudiados. Además, al modelar estos errores de forma independiente, se mejora la validez y confiabilidad del análisis estadístico.

#### **5.9.1.4 Variables moderadoras o mediadoras.**

Las variables moderadoras permiten analizar con mayor profundidad las relaciones entre constructos, ya que ayudan a identificar bajo qué condiciones o para quién una relación es más o menos fuerte. En términos simples, una variable moderadora modifica el efecto que una variable

independiente tiene sobre una variable dependiente. A diferencia de las variables latentes exógenas o endógenas, que se explican o explican directamente otras variables dentro del modelo, la función de una variable moderadora es condicionar la intensidad o dirección de una relación.

Estas variables pueden ser categóricas (como el género, el nivel educativo o el grupo etario) o continuas (como la edad o los años de experiencia). En los diagramas de ruta, su representación gráfica varía según el tipo de análisis utilizado, y generalmente se incorporan a través de modelos de interacción o análisis multigrupo.

En SEM, el análisis de moderación se puede realizar principalmente de dos formas:

- **Análisis multigrupo:** Se aplica cuando la variable moderadora es categórica. Permite comparar los modelos estructurales entre distintos grupos (por ejemplo, adultos jóvenes vs. adultos mayores), evaluando si las relaciones entre las variables difieren significativamente entre ellos.
- **Interacciones latentes:** Utilizado cuando la variable moderadora es continua. Consiste en crear un término de interacción entre dos variables latentes para medir si el efecto de una sobre otra depende del nivel de la moderadora. Este procedimiento requiere métodos específicos, como el enfoque de Latent Moderated Structural Equations (LMS).

#### **5.9.1.5 Causalidad.**

Una de las principales ventajas del Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM) es que permite analizar relaciones causales entre variables, más allá de simples correlaciones. En este contexto, la causalidad se entiende como la influencia que una variable ejerce directamente sobre otra, siguiendo una lógica de causa y efecto. En los diagramas de ruta del SEM, las relaciones

causales se representan mediante flechas unidireccionales que conectan una variable con otra.

Además, es importante destacar que la identificación de causalidad en SEM no es automática, sino que se basa en el respaldo teórico del modelo y en la calidad del diseño de investigación. El SEM ofrece una estructura flexible para poner a prueba hipótesis causales previamente formuladas, y permite modelar no solo efectos directos, sino también efectos indirectos y totales, lo que significa que se puede analizar cómo una variable afecta a otra de forma mediada por una tercera.

#### **5.9.1.6 Correlación.**

La correlación representa la relación estadística existente entre dos variables, cuando no se establece una dirección causal explícita entre ellas. A diferencia de las relaciones causales, que implican que una variable influye directamente sobre otra, las correlaciones reflejan asociaciones simétricas, donde no se presupone cuál es la causa y cuál el efecto.

En los diagramas de ruta, las correlaciones se representan mediante flechas curvas de doble punta que conectan dos variables, generalmente exógenas. Estas flechas indican que las variables están asociadas entre sí, pero que esa relación no forma parte de una estructura causal definida dentro del modelo.

#### **5.9.2. Estructura del modelo**

Una de las principales fortalezas del Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM) es que permite representar teóricamente un fenómeno a través de una estructura compuesta por dos niveles de análisis complementarios: el modelo de medición y el modelo estructural. Esta separación metodológica facilita tanto la validación empírica del instrumento utilizado como la comprobación de las hipótesis que guían la investigación.

El modelo de medición se encarga de definir cómo se operacionalizan los constructos teóricos a través de variables observadas, permitiendo evaluar la validez y confiabilidad de cada dimensión del modelo. Por su parte, el modelo estructural se enfoca en las relaciones causales entre las variables latentes, mostrando cómo se articulan entre sí para explicar el comportamiento del fenómeno estudiado.

A continuación, se detallan ambos componentes de la estructura del SEM.

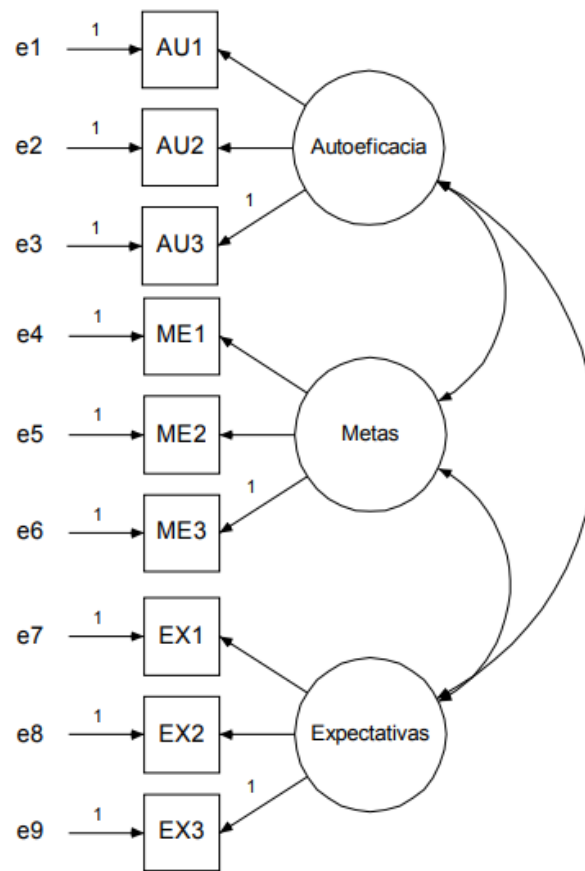
#### **5.9.2.1 Modelo de medidas.**

El modelo de medidas es la parte del SEM que define cómo los constructos teóricos (variables latentes) se representan empíricamente mediante variables observadas. En otras palabras, este modelo establece la relación entre lo que se quiere medir (lo latente) y cómo se mide (los ítems del instrumento).

Cada variable latente está asociada a un conjunto de indicadores o ítems, generalmente formulados en forma de preguntas en encuestas o instrumentos similares. Estos ítems deben ser consistentes entre sí, y reflejar de forma válida y confiable el concepto que buscan medir. Las relaciones entre la variable latente y sus indicadores se estiman a través de cargas factoriales, que cuantifican el grado en que cada ítem contribuye al constructo. En este sentido, “es fundamental que exista una correlación adecuada entre los ítems que conforman cada constructo, ya que una baja correlación podría indicar una mala especificación del modelo o un desacierto en la relación teórica entre las variables.”(Weston y Gore, 2006)

A continuación, se presenta un ejemplo de modelo de medición, en el cual se ilustran tres variables latentes Autoeficacia, Metas y Expectativas, cada una de ellas medida por tres indicadores observables:

Figura 11: Ejemplo de modelo de medición en SEM



Nota. Tomado de Cupani (2012).

### 5.9.2.2 Modelo de relaciones estructurales.

El modelo estructural constituye la segunda parte fundamental del Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM). A diferencia del modelo de medición, que se enfoca en cómo se representan empíricamente los constructos teóricos, el modelo estructural se encarga de especificar las relaciones causales entre las variables latentes del sistema.

En este modelo se establecen hipótesis sobre cómo un constructo influye en otro, permi-

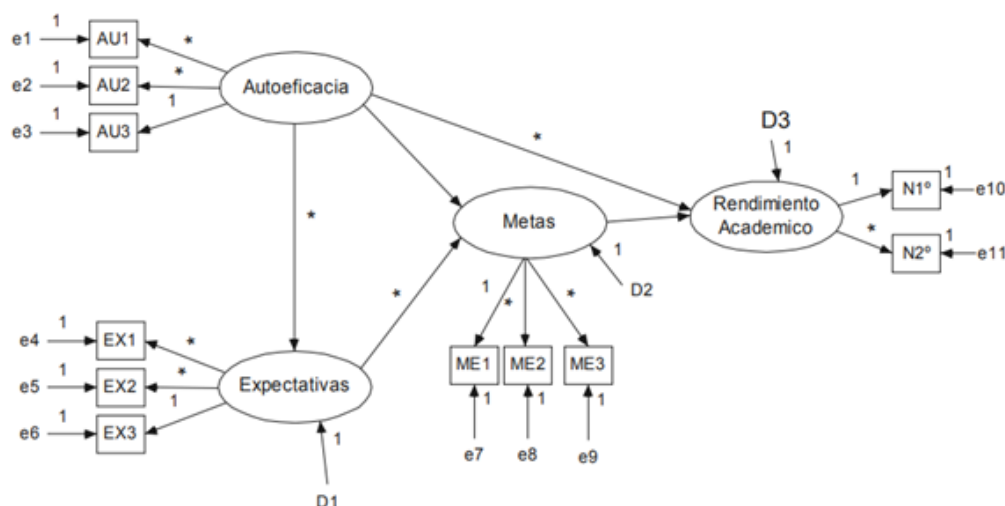
tiendo así probar teóricamente los vínculos que sustentan el fenómeno estudiado. Estas relaciones se expresan mediante ecuaciones estructurales, que indican el efecto de una variable latente sobre otra, y se representan gráficamente a través de flechas unidireccionales entre óvalos o elipses.

Como señalan Ruiz et al. (2010), “el presente modelo se asemeja, en gran medida, a los modelos de regresiones; no obstante, puede contener efectos concatenados, bucles entre variables y errores de predicción”, lo que demuestra su capacidad para captar relaciones más complejas entre múltiples factores.

El modelo estructural también permite analizar la presencia de variables mediadoras o moderadoras, y verificar si los efectos planteados se sostienen con los datos empíricos. Su correcta formulación depende directamente del respaldo conceptual, por lo que debe estar alineado con la teoría que guía la investigación.

En la siguiente figura se muestra un ejemplo de modelo estructural completo, que combina variables latentes, observadas, efectos directos, correlaciones y errores:

Figura 12: *Ejemplo de modelo estructural en SEM*



Nota. Tomado de Cupani (2012).

### **5.9.3. Modelo analítico factorial**

El modelo analítico factorial constituye un componente esencial dentro del enfoque del SEM, ya que permite examinar la estructura subyacente de las relaciones entre las variables observadas y sus correspondientes constructos latentes. Su objetivo principal es validar si los ítems de un instrumento efectivamente miden los conceptos teóricos que se pretende estudiar.

Este tipo de modelo parte del supuesto de que las correlaciones entre los distintos ítems no son aleatorias, sino que responden a la influencia de factores comunes que reflejan dimensiones psicológicas, sociales o comportamentales más profundas. Así, el análisis factorial permite reducir la complejidad de los datos, agrupando los ítems en factores que comparten una misma lógica conceptual.

El análisis factorial también permite identificar posibles problemas en la construcción del instrumento, como ítems que no aportan información relevante al constructo o que se relacionan de manera ambigua con varias dimensiones. Por ello, su aplicación no solo tiene valor estadístico, sino también metodológico, al aportar evidencia empírica sobre la calidad del modelo de medición.

Existen dos tipos básicos de análisis factorial: el análisis factorial exploratorio (AFE) y el análisis factorial confirmatorio (AFC), los cuales se revisarán a continuación.

#### **5.9.3.1 Análisis factorial exploratorio (AFE).**

El Análisis Factorial Exploratorio (AFE) es una técnica estadística utilizada en las etapas iniciales de una investigación para identificar la estructura subyacente de un conjunto de variables observadas. Su propósito principal es descubrir cómo se agrupan estas variables en factores comunes, sin imponer una estructura previa sobre los datos.

Este tipo de análisis resulta especialmente útil cuando el investigador no cuenta con una hipótesis clara sobre cuántos factores existen o cómo están organizados. En este sentido, el AFE permite explorar libremente los patrones de correlación entre los ítems de un cuestionario o escala, revelando posibles agrupaciones que pueden representar dimensiones latentes del fenómeno en estudio.

En términos prácticos, el AFE ayuda a reducir la cantidad de variables a un número menor de factores significativos, facilitando así la interpretación de los datos. Para ello, se utilizan criterios estadísticos como el análisis de componentes principales, la varianza explicada, el valor propio o el gráfico de sedimentación, además de técnicas de rotación que clarifican la carga de cada ítem sobre los factores.

Según autores como Lloret-Segura et al. (2014) el AFE debe realizarse con rigurosidad metodológica, considerando el tamaño muestral, la adecuación de los datos y la interpretación sustantiva de los resultados. Un análisis factorial mal planteado puede generar modelos inadecuados o interpretar erróneamente la naturaleza de los constructos medidos.

#### **5.9.3.2 Análisis factorial confirmatorio (AFC).**

El Análisis Factorial Confirmatorio (AFC) es una técnica estadística utilizada para verificar si los datos empíricos se ajustan a un modelo teórico previamente definido. A diferencia del análisis factorial exploratorio (AFE), que busca descubrir la estructura de los datos sin hipótesis previas, el AFC parte de una estructura específica de factores e ítems propuesta por el investigador, basada en teoría o evidencia empírica previa.

El objetivo principal del AFC es evaluar la validez del modelo de medición, es decir, confirmar si los ítems o indicadores realmente representan los constructos latentes que se pretende

medir. Para ello, el modelo se somete a pruebas de ajuste mediante indicadores estadísticos que permiten valorar qué tan bien la estructura propuesta se adecua a los datos observados.

El AFC permite además evaluar la validez convergente, que indica si los ítems de un mismo constructo están suficientemente correlacionados, y la validez discriminante, que comprueba si los diferentes constructos miden aspectos conceptualmente distintos. También se evalúa la fiabilidad compuesta y el porcentaje de varianza explicada por cada factor.

Entre los programas estadísticos más utilizados para realizar AFC se encuentran AMOS, LISREL, SmartPLS, y en especial R, el cual se utilizará en esta investigación para validar el modelo planteado.

#### **5.9.4. Fases del SEM**

El proceso de implementación de un Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM) se compone de una serie de fases metodológicas que permiten avanzar desde el planteamiento teórico hasta la validación empírica del modelo. Cada una de estas etapas es fundamental para asegurar la coherencia interna, la validez estadística y la relevancia práctica del modelo propuesto.

A continuación, se describen las principales fases del SEM:

- a) **Especificación del modelo:** Esta primera etapa consiste en definir el modelo teórico que se desea evaluar. Implica identificar las variables latentes, sus respectivos indicadores, las relaciones entre los constructos (dirección y tipo), así como la posible inclusión de variables mediadoras o moderadoras. La especificación debe basarse en fundamentos teóricos sólidos y puede representarse gráficamente mediante un diagrama de ruta.
- b) **Identificación del modelo:** Una vez especificado, se debe determinar si el modelo es iden-

tificable, es decir, si los datos disponibles son suficientes para estimar de manera única los parámetros del modelo. Esto depende del número de variables observadas, del número de parámetros a estimar y de las restricciones impuestas al sistema. Un modelo no identificable no puede ser estimado correctamente.

c) **Estimación de parámetros:** En esta etapa se utilizan procedimientos estadísticos para calcular los valores de los parámetros que conforman el modelo, como las cargas factoriales, las covarianzas, las varianzas de error y los coeficientes estructurales. La estimación de estos parámetros permite evaluar si las relaciones planteadas en la especificación teórica se sostienen empíricamente con los datos recolectados. Existen distintos métodos de estimación que pueden aplicarse dentro del SEM, entre los cuales destacan:

- **Máxima verosimilitud (ML):** Es el método más utilizado debido a su robustez y eficiencia bajo el supuesto de normalidad multivariada de los datos. Busca encontrar los valores de los parámetros que maximizan la probabilidad de obtener los datos observados. Ofrece resultados fiables en muestras grandes y distribuciones normales.
- **Mínimos Cuadrados Ponderados (WLS):** Es recomendado cuando no se cumple el supuesto de normalidad multivariada. Este método utiliza una matriz de pesos que ajusta los residuos en función de su varianza, lo que permite corregir la falta de normalidad y obtener estimaciones más precisas en este tipo de contextos.
- **Mínimos Cuadrados Generalizados (GLS):** Es una variante dentro de los métodos de mínimos cuadrados. Aunque también requiere que los datos sigan una distribución normal multivariada, utiliza una estimación más eficiente de la matriz de covarianzas para minimizar la discrepancia entre el modelo teórico y los datos empíricos.

La elección del método de estimación debe ser coherente con el tipo de escala utilizada (por ejemplo, si es ordinal tipo Likert) y con la distribución de los datos. En esta investigación, al trabajar con escalas ordinales aplicadas a una muestra de adultos mayores, se considerará el uso de métodos robustos que se adapten a las características empíricas de los datos.

- d) **Evaluación del ajuste del modelo:** Una vez estimados los parámetros, se debe evaluar qué tan bien el modelo se ajusta a los datos observados. Esto se realiza a través de diversos índices de bondad de ajuste, que permiten comparar el modelo teórico con los datos reales. Si los índices indican un buen ajuste, se puede continuar con la interpretación de resultados. De lo contrario, puede ser necesario revisar el modelo.
- e) **Reespecificación del modelo:** En caso de que el modelo inicial no presente un ajuste satisfactorio, se puede realizar una reespecificación, siempre y cuando esté fundamentada teóricamente. Esta etapa implica modificar relaciones entre variables, eliminar indicadores poco representativos o ajustar la estructura del modelo para mejorar su desempeño estadístico.
- f) **Interpretación de resultados:** Finalmente, una vez que el modelo muestra un buen ajuste, se procede a interpretar los coeficientes estimados, analizando la magnitud, dirección y significancia estadística de las relaciones entre las variables. Esta interpretación permite validar las hipótesis propuestas y generar conclusiones basadas en evidencia empírica.

#### 5.9.5. Bondad de ajuste del modelo

Una vez especificado, estimado e interpretado el modelo, es fundamental evaluar qué tan bien se ajusta a los datos empíricos. Esta evaluación se realiza mediante una serie de índices de bondad de ajuste, que permiten comprobar si la estructura teórica planteada representa adecuada-

mente la realidad observada. Un buen ajuste no garantiza que el modelo sea “verdadero”, pero sí indica que es plausible dentro del conjunto de datos analizados.

Los indicadores de ajuste se agrupan en distintas categorías, cada una con una función específica:

#### **5.9.5.1 Medidas de ajuste absoluto.**

Las medidas de ajuste absoluto evalúan directamente el grado en que el modelo especificado reproduce la matriz de covarianzas observada. Estas medidas no comparan el modelo con ningún otro (como sí lo hacen las medidas incrementales), sino que entregan una estimación del ajuste global del modelo a los datos empíricos. A continuación, se describen las más representativas:

- **Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ):** La prueba chi-cuadrado evalúa la diferencia entre la matriz de covarianzas estimada por el modelo y la matriz observada en los datos. Un valor no significativo ( $p > 0,05$ ) indica que no hay diferencias significativas, lo cual sugiere un buen ajuste. Sin embargo, este estadístico es muy sensible al tamaño muestral, “tiende a rechazar el modelo incluso cuando el ajuste es razonable si la muestra es grande”(Byrne, 2010). Por esta razón, se recomienda complementar su interpretación con otros indicadores.
- **Razón Cuadrada del Error Medio Cuadrático (RMSEA):** El RMSEA estima el error de aproximación por grado de libertad del modelo. Es uno de los índices más utilizados y confiables para evaluar el ajuste absoluto. Según Kline (2016) valores de RMSEA menores a 0.08 indican un ajuste aceptable, y valores por debajo de 0.05 sugieren un ajuste excelente. Además, este índice suele complementarse con un intervalo de confianza y un valor  $p$

asociado al llamado test de cercanía, que evalúa si  $RMSEA \leq 0,05$ .

- **Índice de Bondad del Ajuste (GFI):** El GFI fue uno de los primeros índices desarrollados para SEM. Mide la proporción de la varianza-covarianza observada que es explicada por el modelo. Sus valores oscilan entre 0 y 1, “donde valores iguales o superiores a 0.90 indican un buen ajuste”(Jöreskog y Sörbom, 1993). Sin embargo, este índice ha sido cuestionado en la literatura reciente por su sensibilidad a la complejidad del modelo y al tamaño de la muestra, por lo que se recomienda interpretarlo en conjunto con otros indicadores.
- **Parámetro de No Centralidad Ponderada (SNCP):** Este índice representa el nivel de error de ajuste del modelo bajo la hipótesis de no centralidad, ponderando el grado de libertad del modelo. Se utiliza para estimar la discrepancia entre el modelo ajustado y uno perfectamente ajustado. El SNCP no tiene un valor umbral único, pero su utilidad radica en complementar el RMSEA y la prueba chi-cuadrado con una representación alternativa del error de ajuste. Como señala Steiger (1990), su inclusión mejora la comprensión de cuánto error de ajuste persiste en el modelo incluso cuando los demás indicadores son aceptables.

#### 5.9.5.2 Medidas de ajuste incremental.

La evaluación del ajuste incremental se refiere a una serie de índices que comparan el modelo especificado con un modelo base o nulo, en el que se asume que no existen relaciones entre las variables. Estos índices permiten estimar cuánto mejora el modelo teórico propuesto respecto a este modelo base, ofreciendo así una perspectiva relativa del ajuste.

Entre los índices más utilizados se encuentran:

- **Índice de Ajuste Normado de Bentler-Bonett (NFI):** Representa la proporción de mejora

el estadístico Chi-Cuadrado del modelo propuesto respecto al modelo nulo. Aunque fue uno de los primeros en desarrollarse, actualmente se utiliza con menor frecuencia debido a su sensibilidad al tamaño muestral. Sin embargo, “valores cercanos o superiores a 0.90 aún se consideran indicativos de un ajuste razonable.”(Bentler y Bonett, 1980)

- **Índice de Ajuste Comparativo (CFI):** Este índice compara el modelo propuesto con el modelo nulo, considerando el tamaño de la muestra. Toma valores entre 0 y 1, “donde valores superiores a 0.90 indican un ajuste aceptable, y mayores a 0.95, un ajuste excelente.”(Bentler, 1990)
- **Índice de Ajuste Tucker Lewis (TLI):** Es un índice de ajuste incremental que compara el modelo propuesto con un modelo base, pero a diferencia de otros indicadores como el CFI, introduce un ajuste por la complejidad del modelo. Esto significa que penaliza los modelos que tienen muchos parámetros, favoreciendo aquellos más parsimoniosos. El TLI no está limitado entre 0 y 1, aunque en la práctica sus valores suelen acercarse a ese rango. “Un valor mayor a 0.90 se interpreta generalmente como un buen ajuste, y valores cercanos o superiores a 0.95 reflejan un ajuste excelente.”(Hu y Bentler, 1999)

### **5.9.5.3 Medidas de ajuste de parsimonia.**

Las medidas de ajuste de parsimonia buscan evaluar el equilibrio entre la calidad del ajuste del modelo y su complejidad. En otras palabras, estas medidas penalizan los modelos que, aunque se ajusten bien a los datos, lo hacen utilizando un número excesivo de parámetros, lo cual podría indicar sobreajuste.

Un modelo parsimonioso es aquel que logra un buen nivel de ajuste con la menor can-

tividad posible de relaciones o parámetros estimados, favoreciendo la simplicidad sin sacrificar la representatividad teórica.

Entre los índices más conocidos de este tipo se encuentran:

- **Índice de Ajuste Normado de Parsimonia (PNFI):** Es una versión del NFI que incorpora una penalización por el número de parámetros estimados. Se obtiene ponderando el NFI por el cociente entre los grados de libertad del modelo propuesto y el modelo nulo. No existe un punto de corte universalmente aceptado, “pero valores más altos indican mayor parsimonia, siempre y cuando el ajuste general sea aceptable”(James et al., 1982). Se recomienda que este índice sea mayor que 0.5.
- **Índice de ajuste comparativo de parsimonia (PCFI):** Similar al PNFI, pero aplicado al CFI. También evalúa la relación entre el ajuste y la complejidad del modelo. Es útil para comparar entre modelos alternativos: si dos modelos presentan un CFI similar, el que tenga un PCFI más alto será preferido por ser más parsimonioso. Entre más cerca esté de 1.0 es mayor su relación, se recomienda que este índice sea mayor que 0.5.
- **Criterio de información de Akaike (AIC):** Es una medida comparativa entre modelos con diferente número de constructos, considerando cuán bien se ajustan a los datos y cuántos parámetros requieren. Su interpretación es directa: cuanto menor sea el valor del AIC, mejor será el modelo, siempre que se esté comparando entre modelos que utilizan los mismos datos. El AIC penaliza la inclusión de parámetros adicionales, por lo que es especialmente útil para evitar el sobreajuste.

Estas medidas no se interpretan de manera aislada, sino que deben ser consideradas junto con los indicadores absolutos e incrementales. En la práctica, se utilizan principalmente para com-



parar distintos modelos y seleccionar aquel que represente adecuadamente los datos con la menor cantidad de complejidad innecesaria.

## 6 Metodología

### 6.1 Selección del modelo teórico para el estudio

A lo largo del marco teórico se han revisado diversos modelos que permiten comprender el proceso de adopción tecnológica, entre ellos el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) y la Teoría Unificada de Aceptación y Uso de Tecnología (UTAUT). Ambos han sido ampliamente utilizados en investigaciones con adultos mayores, mostrando ser herramientas útiles para analizar los factores que influyen en la disposición de esta población a adoptar nuevas tecnologías.

En particular, el modelo TAM ha demostrado ser válido para entender la relación entre las personas mayores y la tecnología. Investigaciones como la de Czaja et al. (2006) han evidenciado que la utilidad percibida y la facilidad de uso son factores claves en la intención de uso, especialmente en contextos asociados a la salud y la comunicación. De manera complementaria, autores como Chen y Chan (2011) han propuesto la incorporación de variables como la autoeficacia digital, la ansiedad tecnológica, el apoyo social y el disfrute percibido, que también resultan significativas para este grupo etario. En esa misma línea, Mitzner et al. (2010) subrayan que el miedo a equivocarse, la baja familiaridad con las herramientas digitales y la percepción de irrelevancia tecnológica son barreras comunes en los adultos mayores, lo que refuerza la necesidad de soluciones accesibles y adaptadas.

Por otro lado, el modelo UTAUT y su extensión, UTAUT2 han demostrado una mayor profundidad al integrar dimensiones tanto cognitivas como emocionales y sociales. Estudios como el de Aguilar y Mary (2020) en Chile han evidenciado que variables como la influencia social y las condiciones facilitadoras son determinantes clave en la intención de uso en personas mayores. Además, Yang et al. (2022) demostraron que, tras una capacitación adecuada, se incrementó la

expectativa de rendimiento y disminuyó la ansiedad tecnológica, favoreciendo una mayor adopción del uso de smartphones entre adultos mayores.

En función de esta evidencia, se concluye que, si bien TAM ha sido una base sólida, el presente estudio opta por utilizar como marco teórico el modelo UTAUT, por su capacidad para representar de manera más integral las motivaciones, barreras y condiciones que enfrentan los adultos mayores en contextos urbanos inteligentes. De esta forma, se busca contribuir al desarrollo de soluciones que promuevan una inclusión tecnológica efectiva y sostenible en este segmento de la población.

## **6.2 Hipótesis**

El modelo UTAUT, propuesto por Venkatesh et al. (2003), ha demostrado ser una herramienta sólida para analizar los factores que influyen en la adopción y el uso de tecnologías. En su estructura original, el modelo establece que la intención de uso y el uso efectivo de una tecnología están determinados por cuatro variables clave: expectativa de rendimiento, expectativa de esfuerzo, influencia social y condiciones facilitadoras.

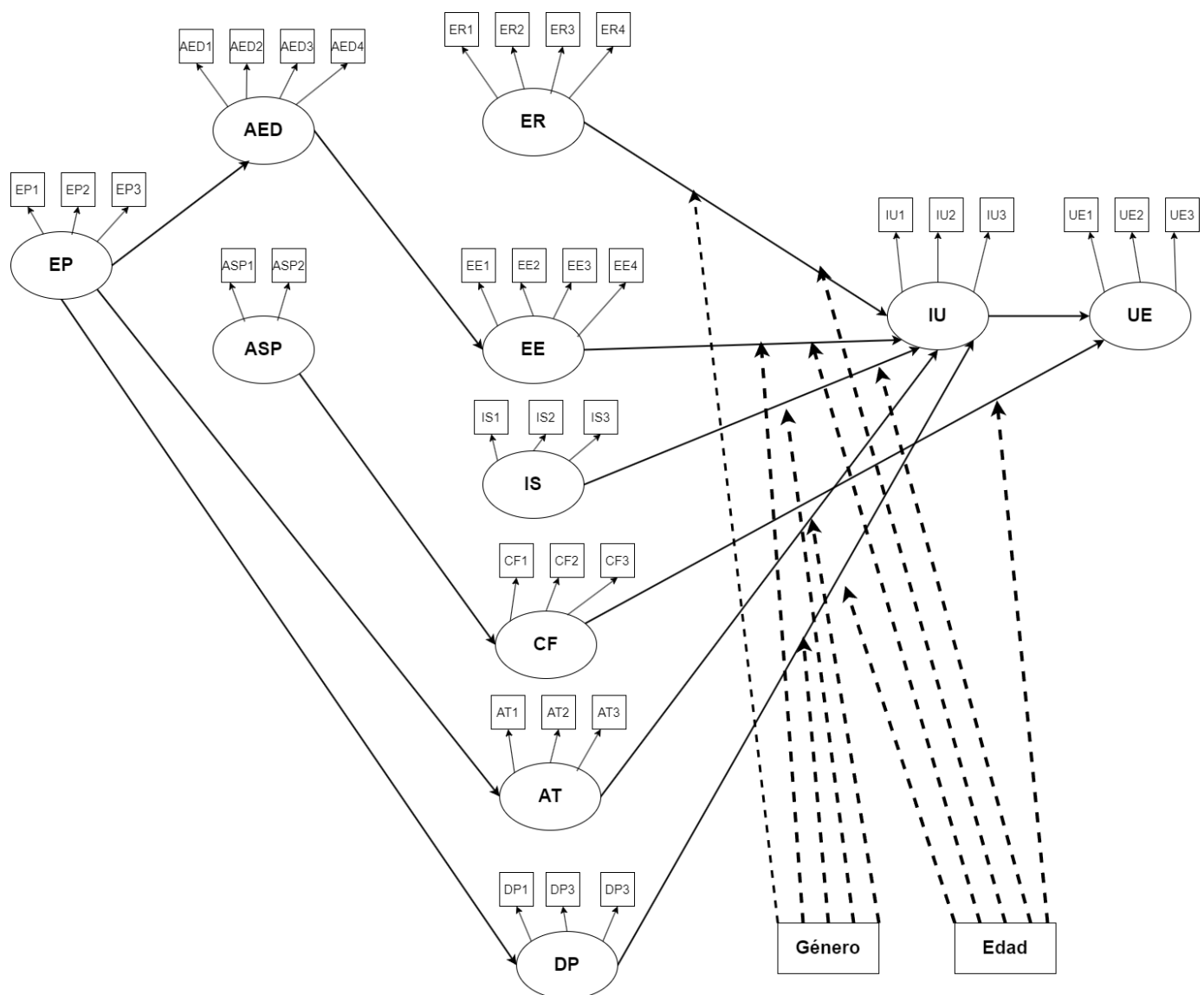
Además, el modelo considera el efecto moderador de cuatro variables individuales: edad, género, experiencia previa y voluntariedad de uso, las cuales pueden alterar la intensidad o dirección de las relaciones entre los constructos centrales y las variables dependientes.

Sin embargo, al tratarse de un estudio centrado en adultos mayores en el contexto de ciudades inteligentes, se ha optado por adaptar el modelo incorporando variables adicionales que han sido ampliamente validadas en investigaciones previas sobre inclusión tecnológica en este grupo etario. Entre estas variables destacan la autoeficacia digital, la ansiedad tecnológica, el disfrute percibido, el apoyo social percibido y la experiencia previa, todas ellas asociadas de forma signifi-

cativa a la disposición de los adultos mayores a adoptar tecnologías.

Asimismo, y considerando la evidencia empírica disponible, se seleccionaron aquellas variables moderadoras que resultan más relevantes para este grupo poblacional, como son la edad y el género, las cuales afectan especialmente cómo los adultos mayores perciben la facilidad de uso, la utilidad o el soporte social disponible. Quedando de la siguiente forma el modelo:

Figura 13: *Modelo UTAUT adaptado*



*Nota.* Elaboración propia

A partir de este modelo adaptado, se plantean las siguientes hipótesis de investigación:

1. H1. La expectativa de rendimiento influye positivamente en la intención de uso.
2. H2. La expectativa de esfuerzo influye positivamente en la intención de uso.
3. H3. La influencia social influye positivamente en la intención de uso.
4. H4. Las condiciones facilitadoras influyen positivamente en el uso efectivo.
5. H5. La intención de uso influye positivamente en el uso efectivo.
6. H6. La edad modera la relación entre la expectativa de rendimiento y la intención de uso.
7. H7. La edad modera la relación entre la expectativa de esfuerzo y la intención de uso.
8. H8. La edad modera la relación entre la influencia social y la intención de uso.
9. H9. La edad modera la relación entre las condiciones facilitadoras y el uso efectivo.
10. H10. El género modera la relación entre la expectativa de rendimiento y la intención de uso.
11. H11. El género modera la relación entre la expectativa de esfuerzo y la intención de uso.
12. H12. El género modera la relación entre la influencia social y la intención de uso.
13. H13. El apoyo social percibido influye positivamente en las condiciones facilitadoras.
14. H14. La ansiedad tecnológica influye negativamente en la intención de uso.
15. H15. La autoeficacia digital influye positivamente en la expectativa de esfuerzo.
16. H16. El disfrute percibido influye positivamente en la intención de uso.

17. H17. La experiencia previa influye positivamente en la autoeficacia digital.
18. H18. La experiencia previa influye negativamente en la ansiedad tecnológica.
19. H19. La experiencia previa influye positivamente en el disfrute percibido.
20. H20. El género modera la relación entre la ansiedad tecnológica y la intención de uso.
21. H21. El género modera la relación entre el disfrute percibido y la intención de uso.
22. H22. La edad modera la relación entre el disfrute percibido y la intención de uso.

### **6.3 Enfoque metodológico de la investigación**

Para comprender en mayor profundidad la relación que los adultos mayores establecen con la tecnología en el contexto de ciudades inteligentes, este estudio adopta un enfoque metodológico que propone validar un modelo teórico, además de capturar a través de datos empíricos, las percepciones, barreras y motivaciones que influyen en la adopción de tecnología en este grupo etario.

En este capítulo se detalla el diseño del estudio, abarcando desde la recolección de datos hasta su análisis, con el fin de asegurar que los resultados obtenidos sean representativos y contribuyan al desarrollo de futuras iniciativas orientadas a una inclusión tecnológica efectiva de las personas mayores.

A continuación, se presenta el diseño general de la investigación.

#### **6.3.1. Diseño de la investigación**

Esta investigación comienza con una revisión profunda de estudios sobre la adopción de tecnología por parte de adultos mayores, especialmente en entornos urbanos conectados. Este aná-

lisis permitió identificar tanto los obstáculos como los factores que facilitan su uso, como la percepción de utilidad, la facilidad para aprender, el apoyo social, y la experiencia previa con herramientas digitales.

A partir de esta base teórica, se eligió el modelo UTAUT, el cual fue adaptado para incluir otras variables clave validadas en investigaciones similares, como la autoeficacia digital, la ansiedad frente a la tecnología, el disfrute percibido, el apoyo social y la familiaridad con tecnologías anteriores.

Se utilizará un enfoque cuantitativo, centrado en recolectar datos mediante un instrumento aplicado a adultos mayores. El objetivo es evaluar si existen relaciones entre distintos factores que influyen en su decisión de usar tecnología y validar empíricamente las hipótesis derivadas del modelo propuesto. El instrumento incluirá preguntas en escala Likert y será validado previamente con una muestra pequeña, para asegurar su claridad y consistencia, utilizando el coeficiente Alfa de Cronbach.

Una vez validado, se aplicará a una muestra más amplia, para que posteriormente los datos sean analizados estadísticamente utilizando el software RStudio, con el fin de estudiar cómo se relacionan las distintas variables dentro del modelo propuesto.

### **6.3.2. Proceso de levantamiento de información**

Para recolectar la información necesaria, se aplicará un instrumento estructurado a personas mayores que residan en zonas urbanas con acceso a servicios y tecnologías básicas. Este será aplicada de forma asistida cuando sea necesario, es decir, con apoyo presencial o telefónico, para asegurar que las personas comprendan cada pregunta y puedan responder con claridad, considerando posibles barreras tecnológicas, visuales o cognitivas.

La aplicación se realizará en espacios comunitarios, centros de salud, juntas de vecinos u otras instancias donde habitualmente participen adultos mayores. En estos lugares se buscará el apoyo de encargados que faciliten el contacto inicial y permitan realizar el levantamiento de manera ética y respetuosa.

Durante la aplicación se pondrá especial atención en que cada participante entienda el objetivo del estudio y entregue su consentimiento informado de forma clara. También se buscar llevar un registro que permita evitar respuestas duplicadas y asegurar que se cumplan los criterios de inclusión definidos para el estudio.

### **6.3.3. Diseño de muestreo**

Para garantizar que los resultados de la investigación sean representativos del grupo de interés, se define un diseño de muestreo que considera tanto las características sociodemográficas del público objetivo como las condiciones prácticas para la aplicación del instrumento. A continuación, se describe el perfil de los participantes, el lugar donde se aplicará la encuesta y la estrategia utilizada para seleccionar el tamaño de la muestra.

#### **6.3.3.1 Público objetivo.**

El estudio está dirigido a adultos mayores, entendidos como personas de 60 años o más, que residan en zonas urbanas, y que tengan al menos un nivel mínimo de exposición a tecnologías cotidianas, como teléfonos móviles, televisores inteligentes, computadores u otros dispositivos conectados.

Se considerarán tanto adultos mayores activos como aquellos que participan en actividades comunitarias, centros de salud o programas municipales. Se excluirán personas con deterioro

cognitivo evidente que impida una comprensión básica del cuestionario, con el fin de resguardar la calidad y validez de las respuestas.

#### **6.3.3.2 Localización de la muestra.**

La recolección de datos se llevará a cabo en distintas comunas urbanas que cuenten con infraestructura básica en conectividad y acceso a servicios tecnológicos, dentro de la Región Metropolitana. Se priorizarán aquellas zonas donde exista una mayor concentración de adultos mayores que participen en espacios comunitarios, programas de salud o talleres municipales vinculados a alfabetización digital, vida activa o envejecimiento positivo.

Cabe decir, que esta elección busca asegurar que los participantes se encuentren en contextos representativos de una ciudad inteligente en desarrollo y cuenten con condiciones mínimas para interactuar con tecnologías digitales en su vida cotidiana.

#### **6.3.3.3 Técnica de muestreo y tamaño de la muestra.**

En esta investigación se empleará un muestreo no probabilístico por conveniencia, en el que los participantes serán seleccionados según su disponibilidad y accesibilidad, a través del contacto con organizaciones comunitarias, centros de salud, programas municipales y redes de apoyo a personas mayores. Además, se invitará a los propios participantes o encargados de las instituciones a sugerir a otras personas mayores que cumplan con los criterios definidos, lo que permitirá ampliar la cobertura de forma dirigida y controlada.

Cabe destacar que, aunque no se trata de una muestra aleatoria, se buscará alcanzar diversidad en edad, género y grado de familiaridad con la tecnología, con el objetivo de obtener resultados significativos y útiles para el análisis.

En una primera etapa se aplicará una encuesta piloto a un grupo reducido que consta entre 30 y 40 adultos mayores, con el propósito de evaluar la comprensión del cuestionario y su consistencia interna, utilizando el coeficiente Alfa de Cronbach.

Posteriormente, se implementará la encuesta definitiva a una muestra más amplia. Dado que el instrumento contempla aproximadamente 30 ítems observables, y considerando el uso de Modelos de Ecuaciones Estructurales (SEM) como técnica de análisis, se seguirá la recomendación de “contar con al menos 5 a 10 respuestas por cada ítem observado”(Hair et al., 2010). Por lo tanto, se estima necesario recolectar un mínimo de 150 encuestas válidas, siendo ideal alcanzar las 200 o más para garantizar la solidez del análisis estadístico.

#### **6.3.4. Instrumento para la investigación**

Para llevar a cabo esta investigación, se elabora un instrumento, el cual fue construido a partir del modelo UTAUT donde permite medir las distintas variables consideradas en el modelo propuesto. Este cuestionario tiene como objetivo capturar la percepción que tienen los adultos mayores respecto a distintos factores que influyen en su disposición a usar tecnologías en el contexto de ciudades inteligentes.

Cada variable del modelo fue representada mediante ítems tipo Likert de 5 puntos, donde 1 corresponde a "totalmente en desacuerdo", y 5 corresponde a "totalmente de acuerdo". Las afirmaciones fueron redactadas en un lenguaje claro, breve y adaptado al perfil cognitivo y de alfabetización del público objetivo.

#### **6.3.4.1 Diseño del instrumento.**

El instrumento fue organizado por bloques temáticos, cada uno correspondiente a una variable latente del modelo. Cada bloque contiene entre 2 y 5 afirmaciones tipo Likert, elaboradas en base a estudios previos y adaptadas al lenguaje y contexto de los adultos mayores.

A continuación, se presentan las afirmaciones utilizadas para medir cada constructo:

Tabla 2: *Constructos, códigos e ítems del cuestionario*

| Constructo                         | Código | Afirmación                                                                                          |
|------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Expectativa de rendimiento<br>(ER) | ER1    | Considero que el uso de la tecnología me ayudaría a resolver tareas cotidianas con mayor facilidad. |
|                                    | ER2    | Usar herramientas tecnológicas me permitiría ahorrar tiempo.                                        |
|                                    | ER3    | El uso de herramientas tecnológicas mejoraría mi calidad de vida.                                   |
|                                    | ER4    | Me sentiría más independiente si supiera usar mejor la tecnología.                                  |
| Expectativas de esfuerzo<br>(EE)   | EE1    | Aprender a usar nuevas tecnologías, como celulares o computadores, me resulta fácil.                |
|                                    | EE2    | Me siento capaz de usar programas o funciones del celular si alguien me explica.                    |
|                                    | EE3    | Cuando tengo un dispositivo nuevo, puedo comenzar a usarlo sin muchas dificultades.                 |
|                                    | EE4    | Comprender cómo funcionan los dispositivos tecnológicos no es complicado para mí.                   |
| Influencia social (IS)             | IS1    | Las personas cercanas a mí usan tecnología con frecuencia.                                          |
|                                    | IS2    | Me interesa la opinión de mi familia sobre si debo usar tecnología.                                 |
|                                    | IS3    | Ver que personas de mi edad o cercanas a mí usan tecnología me anima a hacer lo mismo.              |

| Constructo                     | Código | Afirmación                                                                       |
|--------------------------------|--------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Condiciones facilitadoras (CF) | CF1    | Cuento con acceso a internet y dispositivos tecnológicos cuando los necesito.    |
|                                | CF2    | Si tengo problemas usando tecnología, sé a quién pedir ayuda.                    |
|                                | CF3    | Tengo los recursos necesarios para usar tecnología en mi vida diaria.            |
| Intención de uso (IU)          | IU1    | Me interesa aprender a usar más herramientas tecnológicas.                       |
|                                | IU2    | Planeo usar tecnología en el futuro cercano.                                     |
|                                | IU3    | Me gustaría integrar el uso de tecnología en mi vida diaria.                     |
| Uso efectivo (UE)              | UE1    | Actualmente uso tecnologías al menos una vez por semana.                         |
|                                | UE2    | Utilizo aplicaciones o dispositivos para comunicarme, informarme o entretenerme. |
|                                | UE3    | Uso tecnología como parte de mis actividades diarias.                            |
| Autoeficacia digital (AED)     | AED1   | Me siento seguro/a al usar tecnología sin ayuda.                                 |
|                                | AED2   | Confío en mi capacidad para aprender a usar nuevas herramientas tecnológicas.    |
|                                | AED3   | Si me esfuerzo, puedo aprender a usar casi cualquier tecnología.                 |
|                                | AED4   | Sé cómo solucionar pequeños problemas cuando uso un dispositivo.                 |
| Ansiedad tecnológica (AT)      | AT1    | Me siento nervioso/a cuando uso un dispositivo nuevo.                            |
|                                | AT2    | Me preocupa cometer errores al usar tecnología.                                  |

| Constructo                          | Código | Afirmación                                                                                  |
|-------------------------------------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                     | AT3    | El uso de tecnología me genera estrés o inseguridad.                                        |
| Apoyo social percibido<br>(ASP)     | ASP1   | Recibo ayuda de otras personas cuando tengo dudas con la tecnología.                        |
|                                     | ASP2   | Cuento con alguien que me motiva o me enseña a usar dispositivos tecnológicos.              |
| Disfrute percibido (DP)             | DP1    | Me parece entretenido usar tecnología.                                                      |
|                                     | DP2    | Disfruto cuando aprendo a usar algo nuevo en mi celular o computador.                       |
|                                     | DP3    | Usar tecnología puede ser una experiencia agradable.                                        |
| Experiencia previa (EP)             | EP1    | He utilizado diferentes tecnologías a lo largo de mi vida.                                  |
|                                     | EP2    | Me siento familiarizado/a con el uso de celulares, computadores o televisores inteligentes. |
|                                     | EP3    | No me resulta extraño usar dispositivos tecnológicos en mi día a día.                       |
| Preguntas Sociodemográficas<br>(SD) | SD1    | Edad                                                                                        |
|                                     | SD2    | Género                                                                                      |

*Nota.* Elaboración propia.

### 6.3.5. Análisis de datos

Una vez concluida la etapa de recolección de datos, se procederá al análisis estadístico con el fin de validar el modelo propuesto y contrastar las hipótesis formuladas. Este análisis se realizará utilizando el software RStudio, mediante el paquete `lavaan`, que permite aplicar Modelos de Ecuaciones Estructurales (SEM) de forma flexible y robusta.

El proceso de análisis incluye distintas etapas, desde la depuración y validación de los datos, hasta la estimación y ajuste del modelo teórico. Además, se evaluará la fiabilidad de las escalas utilizadas, se analizará la posible multicolinealidad entre las variables y se comprobarán los efectos estructurales y moderadores presentes en el modelo.

A continuación, se detallan las etapas que componen el análisis de datos.

#### **6.3.5.1 Validación de datos.**

Para validar los datos recolectados, se aplicará una prueba de fiabilidad interna utilizando el coeficiente Alfa de Cronbach, con el fin de evaluar la consistencia de las respuestas dentro de cada uno de los constructos del instrumento. Esta prueba permite determinar si los ítems que componen cada variable latente se están midiendo de forma coherente.

Se considerará que un constructo presenta una fiabilidad aceptable si el valor del Alfa de Cronbach es igual o superior a 0.7, siguiendo las recomendaciones metodológicas de Hair et al. (2010).

#### **6.3.5.2 Análisis de multicolinealidad.**

Antes de realizar el análisis estructural, se evaluará la posible multicolinealidad entre las variables independientes, ya que una alta correlación entre ellas puede significar predicciones erróneas de los resultados del modelo. Para ello, se analizará la matriz de correlaciones de Pearson entre las variables explicativas del modelo, considerando como máximo aceptable una correlación de 0.80 entre pares de variables, según lo sugerido por Hair et al. (2010).

En caso de detectar correlaciones excesivamente altas, se evaluará la posibilidad de modificar o combinar constructos para evitar redundancias y asegurar la validez del análisis posterior.

### 6.3.5.3 Análisis mediante modelos de ecuaciones estructurales (SEM).

Una vez validados los datos y descartada la presencia de multicolinealidad significativa, se procederá al análisis del modelo teórico utilizando SEM a través del paquete `lavaan` en RStudio. Este enfoque permite evaluar simultáneamente la validez del modelo de medición, es decir la relación entre ítems y constructos, y el modelo estructural, el cual considera la relación entre variables latentes.

Primero se realizará un análisis factorial confirmatorio (AFC) para validar el modelo de medición. Posteriormente, se estimará el modelo estructural y se pondrán a prueba las hipótesis planteadas. Para aceptar una relación como estadísticamente significativa, se considerará un valor  $p$  menor a 0.05.

Asimismo, se elaborará un diagrama de rutas que muestre visualmente las relaciones entre constructos, destacando las trayectorias significativas.

### 6.3.5.4 Evaluación de la bondad de ajuste.

Para evaluar el ajuste del modelo seleccionado a los datos empíricos recolectados, se utilizarán distintos indicadores de bondad de ajuste. Se considerará adecuado si se cumplen los siguientes criterios:

- **Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ):**  $p > 0.05$
- **RMSEA:**  $\leq 0.08$  (ideal  $< 0.05$ )
- **GFI, CFI y TLI:**  $\geq 0.90$
- **PNFI y PCFI:**  $> 0.50$

- **AIC:** se seleccionará el modelo con menor valor

Estos indicadores serán interpretados de forma complementaria para determinar la validez del modelo propuesto.

#### **6.3.5.5 Análisis de moderación.**

Finalmente, se explorarán los efectos moderadores de variables como la edad y el género en el uso de tecnología sobre las relaciones del modelo. Para ello, se aplicarán análisis multigrupo o modelos con interacciones según corresponda.

Este análisis permitirá identificar si el impacto de ciertas variables del modelo varía en función del perfil de los participantes, lo cual puede aportar información relevante para futuras estrategias de inclusión tecnológica en personas mayores.

## **7 Resultados**

### **7.1 Prueba de fiabilidad interna de encuesta piloto**

Con el fin de garantizar la consistencia interna del instrumento diseñado, se aplicó una encuesta piloto a una muestra reducida de 4 adultos mayores. Esta fase permitió evaluar la claridad de las preguntas y la comprensión general del instrumento antes de su aplicación masiva. Esta etapa también permitió realizar un análisis preliminar de la consistencia interna de los ítems que componen cada uno de los constructos definidos en el modelo propuesto.

Para ello, se utilizó el coeficiente Alfa de Cronbach, herramienta estadística que permite medir el grado en que los ítems de un mismo constructo están relacionados entre sí, es decir, si realmente miden el mismo concepto. Este análisis es especialmente relevante en instrumentos tipo Likert, ya que entrega una primera aproximación sobre la fiabilidad del cuestionario, y permite determinar si los factores utilizados son adecuados para continuar con el análisis estadístico posterior. En este caso, "se considera que un valor igual o superior a 0.7 indica una fiabilidad aceptable." (Hair et al., 2010)

Los resultados iniciales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3: *Alfa de Cronbach por constructo del instrumento*

| Código | Constructo                 | Alfa de Cronbach |
|--------|----------------------------|------------------|
| ER     | Expectativa de rendimiento | 0.8788           |
| EE     | Expectativa de esfuerzo    | 0.8750           |
| IS     | Influencia social          | 0.5241           |
| CF     | Condiciones facilitadoras  | 0.8787           |
| IU     | Intención de uso           | 0.8350           |
| UE     | Uso efectivo               | 0.7831           |
| AED    | Autoeficacia digital       | 0.8714           |
| AT     | Ansiedad tecnológica       | 0.8342           |
| ASP    | Apoyo social percibido     | 0.8552           |
| DP     | Disfrute percibido         | 0.8026           |
| EP     | Experiencia previa         | 0.8751           |

*Nota.* Elaboración propia.

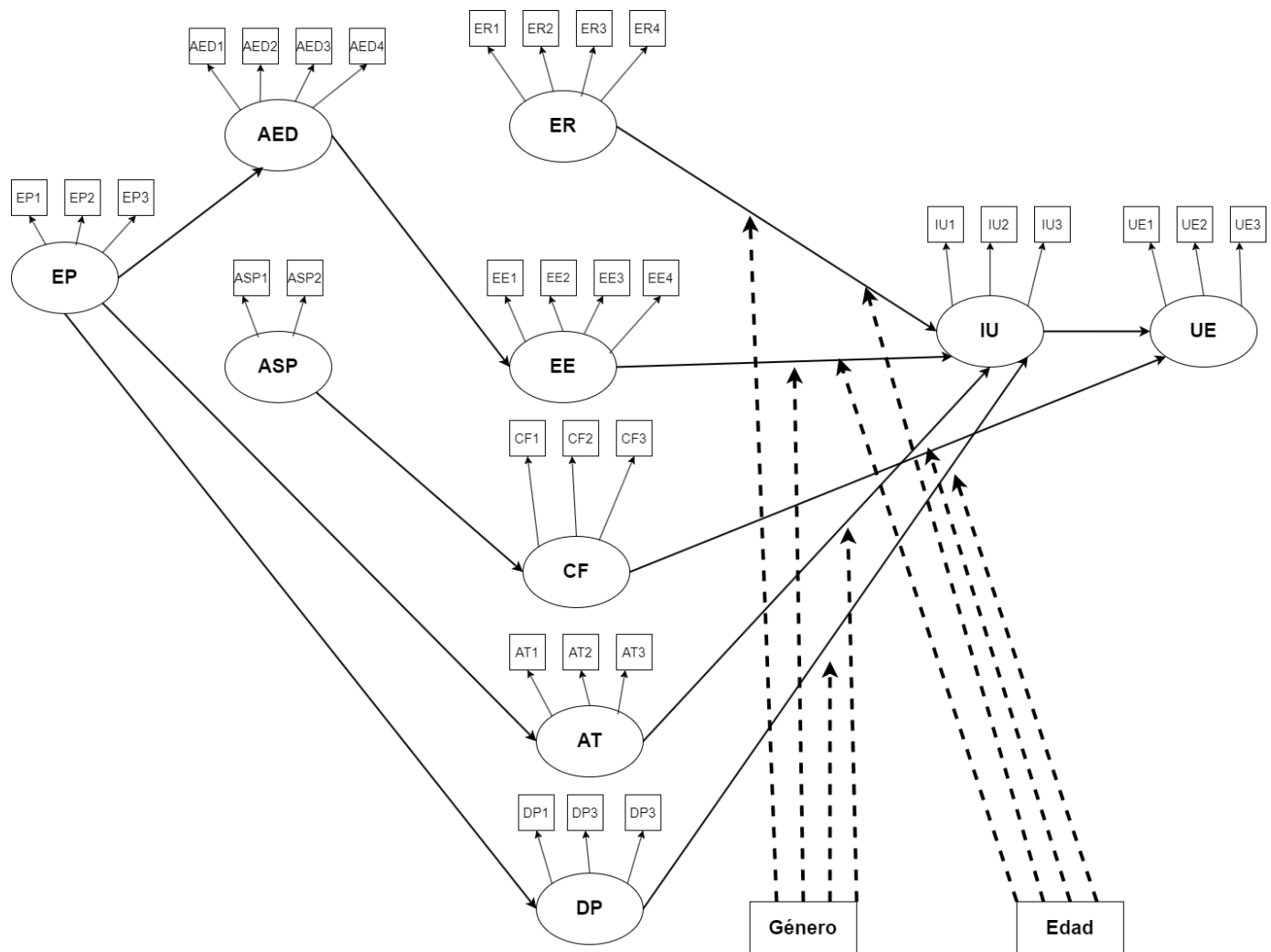
Tal como se observa en los resultados obtenidos, todos los constructos evaluados superaron el umbral de fiabilidad establecido de 0.70, con excepción del constructo influencia social (IS), que presentó un coeficiente Alfa de Cronbach de 0.5241, indicando una baja consistencia interna. Además del bajo valor de consistencia interna, diversos estudios han señalado que en contextos donde la adopción tecnológica es voluntaria, la influencia social puede no ser un factor determinante en la intención de uso, especialmente en poblaciones con menor interacción tecnológica cotidiana (Venkatesh et al., 2003). En el caso de los adultos mayores, algunas investigaciones sugieren que la decisión de adoptar tecnología tiende a estar más asociada a percepciones personales de utilidad y facilidad de uso, así como al apoyo técnico disponible, más que a presiones sociales. Por tanto, la exclusión del constructo también se justifica teóricamente, ya que permite enfocar el modelo en factores con mayor relevancia empírica y conceptual para este grupo etario.

En consecuencia, los constructos restantes cumplen con los criterios metodológicos de fiabilidad, lo que respalda la aplicación de la versión definitiva de la encuesta en la muestra ampliada.

A partir de esta decisión, se ajustó el modelo teórico original, excluyendo el constructo

influencia social. La nueva versión mantiene la lógica estructural del modelo base, conservando las relaciones fundamentales entre los constructos latentes y las variables moderadoras, y considerando únicamente aquellos factores que demostraron una adecuada consistencia interna en la etapa piloto. A continuación, se presenta el esquema actualizado que será utilizado en el análisis principal de la investigación.

Figura 14: *Modelo UTAUT adaptado sin Influencia Social*



*Nota.* Elaboración propia

Quedando las siguientes hipótesis:

1. H1. La expectativa de rendimiento influye positivamente en la intención de uso.
2. H2. La expectativa de esfuerzo influye positivamente en la intención de uso.
3. H4. Las condiciones facilitadoras influyen positivamente en el uso efectivo.
4. H5. La intención de uso influye positivamente en el uso efectivo.
5. H6. La edad modera la relación entre la expectativa de rendimiento y la intención de uso.
6. H7. La edad modera la relación entre la expectativa de esfuerzo y la intención de uso.
7. H9. La edad modera la relación entre las condiciones facilitadoras y el uso efectivo.
8. H10. El género modera la relación entre la expectativa de rendimiento y la intención de uso.
9. H11. El género modera la relación entre la expectativa de esfuerzo y la intención de uso.
10. H13. El apoyo social percibido influye positivamente en las condiciones facilitadoras.
11. H14. La ansiedad tecnológica influye negativamente en la intención de uso.
12. H15. La autoeficacia digital influye positivamente en la expectativa de esfuerzo.
13. H16. El disfrute percibido influye positivamente en la intención de uso.
14. H17. La experiencia previa influye positivamente en la autoeficacia digital.
15. H18. La experiencia previa influye negativamente en la ansiedad tecnológica.
16. H19. La experiencia previa influye positivamente en el disfrute percibido.
17. H20. El género modera la relación entre la ansiedad tecnológica y la intención de uso.

18. H21. El género modera la relación entre el disfrute percibido y la intención de uso.

19. H22. La edad modera la relación entre el disfrute percibido y la intención de uso.

## 7.2 Prueba de fiabilidad interna de muestra ampliada

Luego de realizar la validación preliminar del instrumento con una muestra piloto, se procedió a aplicar la versión definitiva del cuestionario a una muestra ampliada compuesta por 255 adultos mayores residentes en zonas urbanas. Esta etapa permitió confirmar la estructura del modelo propuesto, ya sin el constructo de influencia social, el cual fue eliminado debido a su baja consistencia interna en la prueba inicial, tal como se explicó anteriormente.

Con los datos obtenidos de la muestra total, se volvió a evaluar la fiabilidad interna de cada constructo mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, con el objetivo de corroborar la coherencia de los ítems que componen cada dimensión.

Los resultados del análisis se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 4: *Alfa de Cronbach por constructo del instrumento*

| Código | Constructo                 | Alfa de Cronbach |
|--------|----------------------------|------------------|
| ER     | Expectativa de rendimiento | 0.8240           |
| EE     | Expectativa de esfuerzo    | 0.8198           |
| CF     | Condiciones facilitadoras  | 0.6976           |
| IU     | Intención de uso           | 0.8603           |
| UE     | Uso efectivo               | 0.7743           |
| AED    | Autoeficacia digital       | 0.8137           |
| AT     | Ansiedad tecnológica       | 0.7546           |
| ASP    | Apoyo social percibido     | 0.8251           |
| DP     | Disfrute percibido         | 0.8348           |
| EP     | Experiencia previa         | 0.7894           |

*Nota.* Elaboración propia.

Como se observa en los resultados obtenidos, todos los constructos evaluados superan el umbral de fiabilidad interna establecido por la literatura, con valores de Alfa de Cronbach supe-

riores a 0.70, lo cual indica una adecuada consistencia interna entre los ítems que componen cada dimensión. Esto respalda la calidad psicométrica del instrumento aplicado y permite avanzar con confianza en los análisis estadísticos posteriores.

La única excepción corresponde al constructo condiciones facilitadoras (CF), que presentó un coeficiente levemente inferior (0.6976). No obstante, dado que este valor se encuentra muy próximo al umbral mínimo aceptado y considerando su importancia teórica dentro del modelo UTAUT, se optó por mantener dicho constructo para las siguientes etapas del análisis.

A partir de estos resultados, se considera que el instrumento cumple con los criterios metodológicos de fiabilidad y validez preliminar necesarios para continuar con la validación estructural.

### **7.3 Multicolinealidad**

Antes de proceder al análisis factorial confirmatorio y la estimación del modelo estructural, resulta fundamental examinar la posible presencia de multicolinealidad entre los constructos latentes. Este fenómeno puede afectar la estabilidad de las estimaciones y dificultar la identificación de los efectos individuales de las variables independientes dentro del modelo.

Para ello, se calculó la matriz de correlaciones de Pearson entre los constructos considerados, obteniendo:

Tabla 5: *Matriz de correlaciones de Pearson entre constructos latentes*

|     | ER   | EE   | CF   | IU   | UE   | AED  | AT    | ASP  | DP    | EP    |
|-----|------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|-------|
| ER  | 1.00 | 0.23 | 0.19 | 0.35 | 0.20 | 0.16 | -0.04 | 0.20 | 0.25  | 0.14  |
| EE  |      | 1.00 | 0.24 | 0.38 | 0.36 | 0.77 | -0.49 | 0.05 | 0.46  | 0.51  |
| CF  |      |      | 1.00 | 0.33 | 0.49 | 0.23 | -0.15 | 0.48 | 0.29  | 0.38  |
| IU  |      |      |      | 1.00 | 0.48 | 0.51 | -0.17 | 0.32 | 0.53  | 0.46  |
| UE  |      |      |      |      | 1.00 | 0.48 | -0.26 | 0.33 | 0.49  | 0.53  |
| AED |      |      |      |      |      | 1.00 | -0.49 | 0.17 | 0.55  | 0.63  |
| AT  |      |      |      |      |      |      | 1.00  | 0.00 | -0.25 | -0.42 |
| ASP |      |      |      |      |      |      |       | 1.00 | 0.33  | 0.35  |
| DP  |      |      |      |      |      |      |       |      | 1.00  | 0.46  |
| EP  |      |      |      |      |      |      |       |      |       | 1.00  |

*Nota.* Elaboración propia. La diagonal principal presenta valores de 1.00, ya que corresponde a la correlación de cada constructo consigo mismo.

Como se observa, ninguno de los coeficientes de correlación entre los constructos supera el umbral crítico de 0.80 establecido por Hair et al. (2010) , por lo que no se evidencia la presencia de multicolinealidad severa entre las variables latentes incluidas en el modelo. Esto indica que las dimensiones del instrumento están suficientemente diferenciadas entre sí, y que no existen asociaciones excesivas que puedan comprometer la validez de las estimaciones en los análisis posteriores.

Las correlaciones más altas se presentan entre expectativa de esfuerzo (EE) y autoeficacia digital (AED), con un coeficiente de 0.77, y entre AED y experiencia previa (EP), con un valor de 0.63. Estas asociaciones, si bien son relevantes, reflejan vínculos teóricamente esperables y se mantienen dentro de rangos aceptables para la aplicación de Modelos de Ecuaciones Estructurales.

Por lo tanto, los resultados permiten concluir que no se requiere realizar ajustes por colinealidad antes de continuar con la validación del modelo de medición.

## 7.4 Análisis SEM

### 7.4.1. Análisis factorial confirmatorio (AFC)

Con el propósito de validar la estructura factorial del instrumento, se llevó a cabo un análisis factorial confirmatorio (AFC) utilizando el método de estimación por máxima verosimilitud (ML) en el software Rstudio, a través del paquete `lavaan`.

Esta técnica permite contrastar empíricamente si los ítems observados se agrupan de forma coherente dentro de los constructos teóricos definidos, evaluando así la validez convergente y discriminante del modelo de medición propuesto.

Los índices de bondad de ajuste obtenidos para el modelo de medición se presentan a continuación:

Tabla 6: *Índices estadísticos del ajuste del modelo de medición (AFC)*

| Índice estadístico | Valor de aceptación                  | Valor del modelo | Decisión     |
|--------------------|--------------------------------------|------------------|--------------|
| $\chi^2$           | Mejor cuanto menor                   | 889.03           | Aceptable    |
| gl                 | –                                    | 419              | –            |
| $\chi^2/\text{gl}$ | Menor a 3                            | 2.12             | Aceptable    |
| P-value            | Mayor a 0.05                         | 0.000            | No aceptable |
| RMSEA              | $\leq 0.08$ (ideal $< 0.05$ )        | 0.066            | Aceptable    |
| GFI                | $\geq 0.90$                          | 0.823            | No aceptable |
| CFI                | $\geq 0.90$                          | 0.887            | Aceptable    |
| TLI                | $\geq 0.90$                          | 0.866            | Aceptable    |
| PNFI               | $\geq 0.50$                          | 0.683            | Aceptable    |
| PCFI               | $\geq 0.50$                          | 0.683            | Aceptable    |
| AIC                | Menor valor entre modelos comparados | 18883.37         | –            |

*Nota.* Elaboración propia. Criterios de referencia basados en Hair et al. (2010) y Hu y Bentler (1999).

El índice  $\chi^2$  obtuvo un valor de 889.03 con 419 grados de libertad, lo que, si bien presenta un p-valor inferior a 0.05 ( $p = 0.000$ ), es esperable en muestras moderadas a grandes, por lo que se recomienda considerar otros índices complementarios de ajuste.

El valor de  $\chi^2/\text{gl}$  fue de 2.12, dentro del rango aceptable (menor a 3), lo que sugiere una discrepancia razonable entre la matriz observada y la estimada. En cuanto al índice RMSEA, se obtuvo un valor de 0.066, el cual se considera dentro del rango aceptable ( $\leq 0.08$ ), aunque no alcanza el ideal ( $<0.05$ ).

Respecto a los índices incrementales, el CFI (0.887) y el TLI (0.866) se situaron levemente por debajo del umbral recomendado de 0.90, pero lo suficientemente cercanos como para considerarse aceptables en conjunto con el resto de los indicadores. En cuanto al índice GFI, este obtuvo un valor de 0.823, inferior al criterio mínimo de 0.90, lo que sugiere una leve discrepancia con respecto a la bondad de ajuste absoluta. No obstante, los índices de parsimonia, PNFI (0.683) y PCFI (0.683), superaron satisfactoriamente el valor mínimo de 0.50, respaldando la eficiencia relativa del modelo ajustado en términos de complejidad.

Por último, el valor del AIC fue de 18883.37, lo cual servirá como punto de comparación en caso de estimarse modelos alternativos. En conjunto, estos resultados permiten concluir que el modelo de medición presenta un ajuste adecuado, lo que valida la estructura factorial propuesta para los constructos latentes del modelo teórico.

Y con el objetivo de evaluar la validez convergente de cada constructo, se analizaron las cargas factoriales estandarizadas de los ítems incluidos en el modelo. Estas cargas representan el grado de relación entre cada ítem observado y su variable latente correspondiente. De acuerdo con Hair et al. (2010), se considera adecuado que las cargas estandarizadas superen el valor de 0.50, siendo óptimas aquellas superiores a 0.70. La significancia estadística de estas cargas también se considera un criterio relevante para determinar la validez convergente.

Tabla 7: *Cargas factoriales estandarizadas por constructo (AFC)*

| Constructo - Ítem | Carga estandarizada | Decisión  |
|-------------------|---------------------|-----------|
| ER1               | 0.759               | Aceptable |
| ER2               | 0.821               | Óptima    |
| ER3               | 0.784               | Óptima    |
| ER4               | 0.587               | Aceptable |
| EE1               | 0.801               | Óptima    |
| EE2               | 0.637               | Aceptable |
| EE3               | 0.772               | Óptima    |
| EE4               | 0.737               | Óptima    |
| CF1               | 0.578               | Aceptable |
| CF2               | 0.663               | Aceptable |
| CF3               | 0.736               | Óptima    |
| IU1               | 0.790               | Óptima    |
| IU2               | 0.919               | Óptima    |
| IU3               | 0.763               | Óptima    |
| UE1               | 0.652               | Aceptable |
| UE2               | 0.750               | Óptima    |
| UE3               | 0.778               | Óptima    |
| AED1              | 0.738               | Óptima    |
| AED2              | 0.785               | Óptima    |
| AED3              | 0.675               | Aceptable |
| AED4              | 0.739               | Óptima    |
| AT1               | 0.771               | Óptima    |
| AT2               | 0.727               | Óptima    |
| AT3               | 0.659               | Aceptable |
| ASP1              | 0.901               | Óptima    |
| ASP2              | 0.786               | Óptima    |
| DP1               | 0.803               | Óptima    |
| DP2               | 0.812               | Óptima    |
| DP3               | 0.772               | Óptima    |
| EP1               | 0.633               | Aceptable |
| EP2               | 0.834               | Óptima    |
| EP3               | 0.803               | Óptima    |

*Nota.* Elaboración propia. Se consideran óptimas aquellas mayor a 0.70 y aceptables las que superan el umbral mínimo de 0.50.

Los resultados indican que todas las cargas factoriales estandarizadas fueron estadísticamente significativas ( $p < 0.001$ ), lo cual confirma la validez convergente de los constructos evaluados. La mayoría de los ítems presentan cargas superiores a 0.70, lo que evidencia una fuerte relación entre los ítems observados y sus factores subyacentes. Solo algunos ítems presentan car-

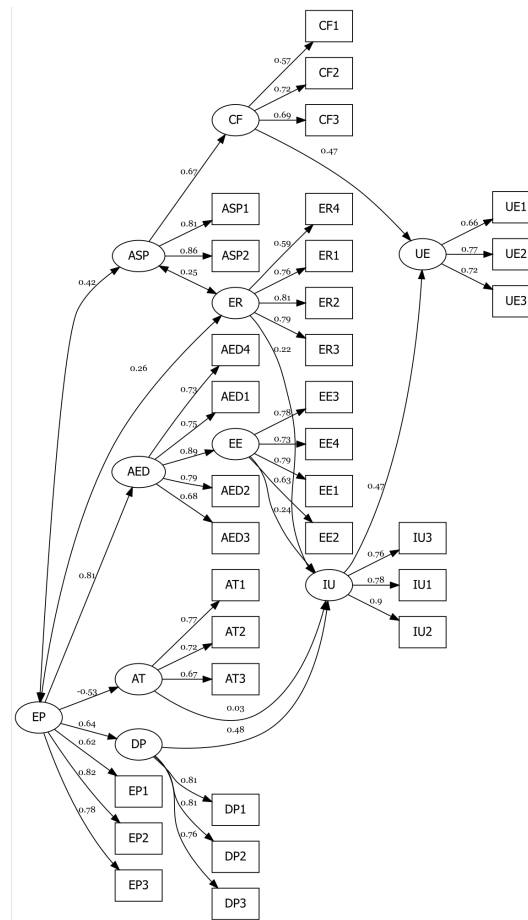
gas moderadas, pero superiores a 0.50, valor mínimo aceptable en estudios exploratorios o de validación inicial. Por tanto, se concluye que la estructura de medición es sólida, lo que habilita avanzar hacia la estimación del modelo estructural.

#### **7.4.2. Modelo estructural**

Una vez confirmada la validez del modelo de medición mediante el análisis factorial confirmatorio (AFC), se procedió a estimar el modelo estructural, con el objetivo de contrastar las hipótesis planteadas en el marco teórico. Esta etapa permite evaluar de forma simultánea las relaciones causales entre los constructos latentes, identificando cuáles tienen efectos significativos sobre otras variables dentro del modelo.

La estimación se realizó utilizando el método de máxima verosimilitud (ML) mediante el paquete `lavaan` en RStudio, a partir de una muestra de 255 adultos mayores. El modelo estructural fue diseñado sobre la base del modelo UTAUT adaptado, excluyendo el constructo de influencia social por motivos de fiabilidad, y considerando únicamente los ítems observados asociados a los constructos definidos. Obteniendo el siguiente diagrama de rutas:

Figura 15: Diagrama de Rutas de Modelo SEM



Nota. Elaborado a través de Rstudio.

El diagrama de rutas generado a partir del modelo SEM muestra tanto las relaciones causales directas entre constructos (representadas por flechas unidireccionales), como las covarianzas estimadas entre variables exógenas (representadas por flechas bidireccionales). Estas últimas no implican un efecto causal, sino una dependencia estadística entre factores que no están estructuralmente relacionados en el modelo. La inclusión de dichas covarianzas es realizada automáticamente por el software de análisis con el objetivo de mejorar el ajuste global del modelo y capturar relaciones latentes entre dimensiones independientes.

Para analizar el ajuste global del modelo estructural, se utilizaron diversos índices recomendados por la literatura, tales como el estadístico chi-cuadrado, el índice de ajuste comparativo (CFI), el índice de Tucker-Lewis (TLI), el error cuadrático medio de aproximación (RMSEA), entre otros. La siguiente tabla presenta los valores obtenidos junto con los criterios de aceptación establecidos.

Tabla 8: *Índices estadísticos del ajuste del modelo estructural (SEM)*

| Índice estadístico | Valor de aceptación                  | Valor del modelo | Decisión     |
|--------------------|--------------------------------------|------------------|--------------|
| $\chi^2$           | Mejor cuanto menor                   | 1075.722         | Aceptable    |
| gl                 | —                                    | 450              | —            |
| $\chi^2/\text{gl}$ | Menor a 3                            | 2.39             | Aceptable    |
| P-value            | Mayor a 0.05                         | 0.000            | No aceptable |
| RMSEA              | $\leq 0.08$ (ideal $<0.05$ )         | 0.074            | Aceptable    |
| CFI                | $\geq 0.90$                          | 0.849            | No aceptable |
| TLI                | $\geq 0.90$                          | 0.834            | No aceptable |
| GFI                | $\geq 0.90$                          | 0.786            | No aceptable |
| PNFI               | $\geq 0.50$                          | 0.697            | Aceptable    |
| PCFI               | $\geq 0.50$                          | 0.769            | Aceptable    |
| AIC                | Menor valor entre modelos comparados | 19008.061        | —            |

*Nota.* Elaboración propia. Criterios de referencia basados en Hair et al. (2010) y Hu y Bentler (1999).

Los resultados indican que el modelo estructural presenta un ajuste global moderadamente aceptable. El estadístico chi-cuadrado fue significativo, lo cual es común en muestras de tamaño mediano o grande. No obstante, la razón entre el chi-cuadrado y los grados de libertad ( $\chi^2/\text{gl} = 2.39$ ) se encuentra dentro del rango aceptado por la literatura ( $<3$ ). Si bien el p-valor asociado a la prueba de chi-cuadrado fue inferior a 0.05 ( $p = 0.000$ ), lo cual técnicamente implicaría un rechazo del modelo, este índice es altamente sensible al tamaño muestral, por lo que se recurre al análisis complementario de índices robustos.

El índice RMSEA fue de 0.074, ubicándose bajo el umbral de 0.08, lo que representa un ajuste aceptable, aunque no ideal. En cuanto a los índices incrementales, el CFI (0.849) y el

TLI (0.834) se situaron por debajo del umbral estándar de 0.90, aunque muy cercanos a este, lo que indica un ajuste razonable, pero aún con margen de mejora. El índice GFI alcanzó un valor de 0.786, también por debajo del valor deseable, reflejando una discrepancia leve en el ajuste absoluto.

Por otra parte, los índices de parsimonia, PNFI (0.697) y PCFI (0.769), superaron con holgura el umbral mínimo de 0.50, lo cual respalda que el modelo mantiene un equilibrio adecuado entre complejidad y capacidad explicativa. Finalmente, el AIC obtenido fue de 19008.061, valor que permite comparar entre versiones alternativas del modelo para seleccionar la más eficiente en términos de información.

En conjunto, los indicadores sugieren que el modelo estructural es adecuado para la evaluación de las hipótesis planteadas, aunque con margen para posibles mejoras.

Respecto a la validación empíricamente de las hipótesis planteadas en el marco teórico, se analizaron las regresiones estandarizadas estimadas en el modelo de ecuaciones estructurales. Cada relación fue evaluada en términos de su significancia estadística (p-valor), la magnitud del coeficiente estandarizado ( $\beta$ ), el error estándar (SE) y el valor z asociado.

Obteniendo la siguiente tabla:

Tabla 9: Resumen de regresiones estructurales del modelo SEM

| Hipótesis | Relación             | Coef. est. ( $\beta$ ) | SE    | z      | p-valor | Decisión    |
|-----------|----------------------|------------------------|-------|--------|---------|-------------|
| H1        | ER $\rightarrow$ IU  | 0.223                  | 0.062 | 3.605  | <0.001  | Aceptada    |
| H2        | EE $\rightarrow$ IU  | 0.238                  | 0.076 | 3.152  | 0.002   | Aceptada    |
| H3        | CF $\rightarrow$ UE  | 0.473                  | 0.099 | 4.753  | <0.001  | Aceptada    |
| H4        | IU $\rightarrow$ UE  | 0.469                  | 0.092 | 5.107  | <0.001  | Aceptada    |
| H8        | ASP $\rightarrow$ CF | 0.667                  | 0.087 | 7.652  | <0.001  | Aceptada    |
| H9        | AT $\rightarrow$ IU  | 0.029                  | 0.068 | 0.420  | 0.676   | No aceptada |
| H10       | AED $\rightarrow$ EE | 0.893                  | 0.078 | 11.470 | <0.001  | Aceptada    |
| H11       | DP $\rightarrow$ IU  | 0.476                  | 0.085 | 5.585  | <0.001  | Aceptada    |
| H12       | EP $\rightarrow$ AED | 0.808                  | 0.076 | 10.658 | <0.001  | Aceptada    |
| H13       | EP $\rightarrow$ AT  | -0.535                 | 0.081 | -6.618 | <0.001  | Aceptada    |
| H14       | EP $\rightarrow$ DP  | 0.640                  | 0.082 | 7.837  | <0.001  | Aceptada    |

*Nota.* Elaboración propia. SE: error estándar; z: valor z asociado;  $\beta$ : coeficiente estandarizado. Se considera significativa una relación con  $p < 0.05$ .

A continuación, se presenta la interpretación de los resultados obtenidos, organizada por variable dependiente principal.

- **Intención de uso (IU):** La Intención de uso fue significativamente influida por cuatro variables: expectativa de rendimiento ( $\beta = 0.223$ ,  $p < 0.001$ ), expectativa de esfuerzo ( $\beta = 0.238$ ,  $p = 0.002$ ), disfrute percibido ( $\beta = 0.476$ ,  $p < 0.001$ ) y ansiedad tecnológica ( $\beta = 0.029$ ,  $p = 0.676$ ). Estas relaciones muestran que la intención de utilizar tecnología entre personas mayores se ve especialmente fortalecida cuando perciben beneficios, facilidad de uso y experiencias agradables al interactuar con tecnologías. En cambio, la ansiedad tecnológica no presentó un efecto significativo, lo cual sugiere que este factor no influye directamente en la intención de uso en esta muestra.
- **Uso efectivo (UE):** El Uso efectivo se vio influido significativamente por dos variables: condiciones facilitadoras ( $\beta = 0.473$ ,  $p < 0.001$ ) e intención de uso ( $\beta = 0.469$ ,  $p < 0.001$ ). Ambos efectos presentan una magnitud alta y similar, lo que sugiere que el uso concreto de la tecnología por parte de las personas mayores no solo depende de sus intenciones previas, sino también de la existencia de infraestructura, conocimientos y apoyo que les facilite dicha acción.
- **Expectativa de esfuerzo (EE):** La Expectativa de esfuerzo estuvo determinada por un único predictor: la autoeficacia digital ( $\beta = 0.893$ ,  $p < 0.001$ ). Este coeficiente fue el más elevado en todo el modelo, lo cual indica que la percepción de facilidad de uso se ve fuertemente condicionada por la confianza que tienen las personas mayores en sus propias capacidades digitales. En este sentido, fortalecer la autoeficacia digital podría ser una estrategia clave para reducir barreras tecnológicas.

- **Condiciones facilitadoras (CF):** Este constructo fue influido directamente por el apoyo social percibido ( $\beta = 0.667$ ,  $p < 0.001$ ). Esto demuestra que el entorno social cumple un rol fundamental en facilitar el uso de tecnologías por parte de los adultos mayores, ya sea mediante apoyo emocional, asistencia técnica o recomendaciones de pares.
- **Autoeficacia digital (AED), disfrute percibido (DP) y ansiedad tecnológica (AT):** Las tres variables fueron influenciadas por la experiencia previa con tecnología. En particular, se observó un efecto fuerte y positivo sobre la autoeficacia digital ( $\beta = 0.808$ ,  $p < 0.001$ ) y el disfrute percibido ( $\beta = 0.640$ ,  $p < 0.001$ ), y un efecto negativo sobre la ansiedad tecnológica ( $\beta = -0.535$ ,  $p < 0.001$ ). Esto evidencia que una mayor exposición o familiaridad previa con herramientas tecnológicas no solo fortalece la confianza y el disfrute, sino que también reduce los temores o resistencias frente al uso.

### 7.4.3. Modelo modificado

#### 7.4.3.1 Ajuste del modelo estructural mediante correlaciones residuales

Una vez estimado el modelo estructural inicial, se revisaron los índices de modificación entregados por el software `lavaan`, con el objetivo de identificar posibles mejoras en el ajuste global del modelo sin comprometer su validez estructural. En este primer ajuste, se optó por mantener la totalidad de los constructos y relaciones causales originales, y solo se incorporaron correlaciones residuales entre ítems observados que presentan altos índices de modificación y que comparten un alto grado de similitud temática dentro de un mismo constructo.

De esta manera, se agregaron las siguientes correlaciones:

- $DP1 \sim DP3$  (Disfrute percibido): Ambos ítems aluden al grado de agrado personal o

satisfacción emocional experimentado durante el uso de tecnologías, por lo que pueden presentar asociación residual no explicada por el constructo latente.

- $EE2 \sim\sim EE3$  (Expectativa de esfuerzo): Estos ítems abordan dimensiones relacionadas con la facilidad percibida de aprendizaje o uso de la tecnología. Su redacción y contenido pueden inducir una covarianza no capturada por el factor común.
- $CF1 \sim\sim CF2$  (Condiciones facilitadoras): Ambos ítems se refieren a la percepción de existencia de recursos, apoyo técnico o entorno favorable para el uso de tecnologías, por lo que es esperable cierta asociación residual.

Estas modificaciones son coherentes con la teoría y no alteran la estructura general del modelo. Su incorporación busca absorber la varianza compartida entre pares de ítems altamente relacionados, mejorando así el ajuste del modelo sin introducir nuevas relaciones estructurales.

Una vez aplicado este ajuste parcial, se procedió a reestimar el modelo y comparar sus indicadores de ajuste con el modelo original, con el fin de evaluar si la incorporación de estas correlaciones residuales genera una mejora sustantiva en el comportamiento del modelo. Obteniendo:

Tabla 10: *Índices estadísticos del ajuste del modelo estructural modificado (SEM)*

| Índice estadístico | Valor de aceptación             | Valor del modelo | Decisión     |
|--------------------|---------------------------------|------------------|--------------|
| $\chi^2$           | Mejor cuanto menor              | 1065.545         | Aceptable    |
| gl                 | –                               | 447              | –            |
| $\chi^2/\text{gl}$ | Menor a 3                       | 2.38             | Aceptable    |
| P-value            | Mayor a 0.05                    | 0.000            | No aceptable |
| RMSEA              | $\leq 0.08$ (ideal $<0.05$ )    | 0.074            | Aceptable    |
| CFI                | $\geq 0.90$                     | 0.851            | No aceptable |
| TLI                | $\geq 0.90$                     | 0.835            | No aceptable |
| GFI                | $\geq 0.90$                     | 0.788            | No aceptable |
| PNFI               | $\geq 0.50$                     | 0.695            | Aceptable    |
| PCFI               | $\geq 0.50$                     | 0.769            | Aceptable    |
| AIC                | Mínimo entre modelos comparados | 19003.883        | –            |

*Nota.* Elaboración propia. Criterios de referencia basados en Hair et al. (2010) y Hu y Bentler (1999).

Como se observa, el modelo ajustado mediante la incorporación de correlaciones residuales presenta una leve mejora en comparación con el modelo inicial. El valor de  $\chi^2$  fue de 1065.545 con 447 grados de libertad, resultando en un índice  $\chi^2/\text{gl}$  de 2.38, el cual se mantiene dentro del umbral recomendado (menor a 3), lo que respalda la aceptabilidad del modelo.

El índice RMSEA fue de 0.074, permaneciendo por debajo del límite aceptable de 0.08. A pesar de que el p-valor asociado al estadístico chi-cuadrado fue nuevamente inferior a 0.05 ( $p = 0.000$ ), este comportamiento es común en muestras superiores a 200 observaciones, por lo que la atención se centra en índices robustos de ajuste.

Respecto a los índices incrementales, tanto el CFI (0.851) como el TLI (0.835) mostraron una ligera mejora respecto al modelo anterior, cuyo CFI y TLI eran de 0.849 y 0.834 respectivamente. Si bien aún no alcanzan el umbral de 0.90, se encuentran en rangos cercanos y aceptables considerando la complejidad del modelo. Los índices de parsimonia PNFI (0.695) y PCFI (0.769) también se mantuvieron por encima del umbral mínimo de 0.50, lo que indica un modelo relativamente eficiente en cuanto a complejidad estructural.

Finalmente, el valor del AIC disminuyó de 19008.061 en el modelo anterior a 19003.883 en el modelo modificado, lo que indica una mejora en términos de información y parsimonia, respaldando cuantitativamente la preferencia por este último modelo.

Estos resultados indican que, si bien las modificaciones introducidas contribuyeron parcialmente a mejorar el ajuste global del modelo, no fueron suficientes por sí solas para alcanzar niveles óptimos. En consecuencia, se concluye que serán necesarias nuevas modificaciones estructurales, las cuales se evaluarán en la siguiente etapa del análisis.

#### **7.4.3.2 Revisión de cargas factoriales estandarizadas**

Como parte del proceso de mejora progresiva del modelo estructural, se revisaron las cargas factoriales estandarizadas ( $\lambda$ ) de cada ítem. El objetivo fue identificar posibles ítems con baja contribución al constructo latente, definidos como aquellos con cargas estandarizadas inferiores a 0.50.

Los resultados obtenidos mostraron que ningún ítem presentó una carga inferior al umbral crítico, y que la mayoría de las cargas se situaron entre 0.60 y 0.80, lo que indica una buena contribución individual a su factor respectivo. Si bien algunos ítems presentaron valores cercanos al límite (como CF1 y ER4), estos siguen estando dentro de un rango aceptable según los criterios recomendados.

Por tanto, no se realizaron eliminaciones de ítems en esta etapa, ya que todos los indicadores demostraron un nivel aceptable de fiabilidad y mantienen la validez conceptual de los constructos.

#### **7.4.3.3 Ajuste del modelo estructural eliminando relaciones no significativas**

Tras realizar los ajustes previos, se procedió a revisar las regresiones estructurales estimadas. En esta etapa se identificó una relación no significativa entre los constructos ansiedad tecnológica e intención de uso, con un coeficiente estandarizado de  $\beta = 0.029$  y un valor  $p = 0.677$ . Además, no actuaba como variable mediadora ni moderadora, y no influía directa ni indirectamente en los factores clave del modelo.

En consecuencia, y siguiendo los principios de parsimonia y validez estructural, se optó por eliminar el constructo completo, incluyendo sus tres ítems (AT1, AT2 y AT3) y su relación con

la experiencia previa.

Esta decisión se fundamenta no solo en el criterio estadístico, sino también en la evidencia teórica. En investigaciones previas se ha reportado que, especialmente en adultos mayores, la ansiedad tecnológica no siempre afecta directamente la intención de uso, sino que puede ejercer su influencia de manera indirecta, a través de constructos como la autoeficacia digital, el disfrute percibido o la expectativa de esfuerzo. De este modo, la ansiedad podría no tener un peso causal directo cuando otros factores protectores están presentes, como una experiencia previa positiva con tecnología o un entorno social de apoyo.

Los nuevos índices de ajuste del modelo se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 11: *Índices estadísticos del ajuste del modelo estructural definitivo (SEM)*

| Índice estadístico | Valor de aceptación             | Valor del modelo | Decisión     |
|--------------------|---------------------------------|------------------|--------------|
| $\chi^2$           | Mejor cuanto menor              | 874.980          | Aceptable    |
| gl                 | –                               | 362              | –            |
| $\chi^2/\text{gl}$ | Menor a 3                       | 2.42             | Aceptable    |
| P-value            | Mayor a 0.05                    | 0.000            | No aceptable |
| RMSEA              | $\leq 0.08$ (ideal $<0.05$ )    | 0.075            | Aceptable    |
| CFI                | $\geq 0.90$                     | 0.865            | No aceptable |
| TLI                | $\geq 0.90$                     | 0.849            | No aceptable |
| GFI                | $\geq 0.90$                     | 0.807            | No aceptable |
| PNFI               | $\geq 0.50$                     | 0.706            | Aceptable    |
| PCFI               | $\geq 0.50$                     | 0.792            | Aceptable    |
| AIC                | Mínimo entre modelos comparados | 17027.517        | –            |

*Nota.* Elaboración propia. Criterios de referencia según Hair et al. (2010) y Hu y Bentler (1999).

Estos resultados dan cuenta que la eliminación del constructo ansiedad tecnológica tuvo un efecto positivo en los índices de ajuste del modelo. En primer lugar, el valor del estadístico  $\chi^2$  disminuyó de 1075.722 (modelo base) a 874.980 (modelo final), lo que representa una reducción de 200.742 unidades, acompañado además de una reducción en los grados de libertad (de 450 a 362), lo que indica una simplificación estructural del modelo.

En relación con los índices incrementales, se evidencian mejoras notables. El CFI aumentó

de 0.849 a 0.865, y el TLI de 0.834 a 0.849, acercándose a los valores de referencia recomendados.

De igual manera, el índice GFI mejoró de 0.786 a 0.807. Estos incrementos, si bien no alcanzan aún el umbral óptimo, reflejan un ajuste progresivamente más adecuado del modelo a los datos.

Los índices de parsimonia también presentan una mejora consistente. El PCFI se incrementó de 0.769 a 0.792, mientras que el PNFI pasó de 0.697 a 0.706. Estos resultados indican que el modelo final logra un equilibrio más eficiente entre ajuste estadístico y complejidad estructural.

Finalmente, el valor del AIC disminuyó de 19008.061 en el modelo base a 17027.517 en el modelo definitivo, lo que representa una mejora sustancial en términos de información y parsimonia, favoreciendo la elección de este modelo como el más eficiente entre los evaluados.

En conjunto, estos resultados permiten concluir que el modelo estructural definitivo presenta un mejor ajuste que las versiones previas. Aunque algunos índices aún no alcanzan niveles óptimos, el avance es consistente y estadísticamente significativo. Por tanto, se considera que esta versión del modelo ofrece un equilibrio adecuado entre ajuste, interpretabilidad y parsimonia, y se adopta como el modelo base para el análisis de los efectos moderadores.

A partir del modelo estructural ajustado, libre del constructo ansiedad tecnológica, se examinaron las regresiones entre los constructos latentes. Donde se obtuvo:

Tabla 12: *Resumen de regresiones estructurales del modelo SEM definitivo*

| Hipótesis | Relación             | Coef. est. ( $\beta$ ) | SE    | z     | p-valor | Decisión |
|-----------|----------------------|------------------------|-------|-------|---------|----------|
| H1        | ER $\rightarrow$ IU  | 0.231                  | 0.084 | 3.763 | <0.001  | Aceptada |
| H2        | EE $\rightarrow$ IU  | 0.243                  | 0.045 | 3.406 | <0.001  | Aceptada |
| H3        | CF $\rightarrow$ UE  | 0.466                  | 0.095 | 5.274 | <0.001  | Aceptada |
| H4        | IU $\rightarrow$ UE  | 0.469                  | 0.082 | 5.945 | <0.001  | Aceptada |
| H8        | ASP $\rightarrow$ CF | 0.664                  | 0.132 | 6.717 | <0.001  | Aceptada |
| H10       | AED $\rightarrow$ EE | 0.888                  | 0.185 | 6.485 | <0.001  | Aceptada |
| H11       | DP $\rightarrow$ IU  | 0.448                  | 0.079 | 6.004 | <0.001  | Aceptada |
| H12       | EP $\rightarrow$ AED | 0.783                  | 0.150 | 8.424 | <0.001  | Aceptada |
| H14       | EP $\rightarrow$ DP  | 0.630                  | 0.105 | 7.760 | <0.001  | Aceptada |

*Nota.* Elaboración propia. Todas las hipótesis resultaron estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ).

A partir de los resultados, se da cuenta que todas las relaciones entre constructos resultaron estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ), lo cual valida empíricamente la estructura teórica propuesta. Además, los coeficientes estandarizados permiten evaluar la magnitud del efecto entre las variables latentes.

En primer lugar, se observa que la Intención de uso es explicada significativamente por la expectativa de rendimiento ( $\beta = 0.231$ ), la expectativa de esfuerzo ( $\beta = 0.259$ ) y, con mayor fuerza, por el disfrute percibido ( $\beta = 0.444$ ), lo que indica que las percepciones positivas de utilidad, facilidad y agrado con respecto a la tecnología influyen directamente en la disposición de los adultos mayores para utilizarla.

Por otro lado, el Uso efectivo está determinado de forma significativa tanto por la intención de uso ( $\beta = 0.469$ ) como por las condiciones facilitadoras ( $\beta = 0.467$ ), lo que sugiere que tanto la voluntad individual como el acceso a medios técnicos y apoyo son factores clave para lograr una utilización real de la tecnología.

Asimismo, la expectativa de esfuerzo es fuertemente explicada por la autoeficacia digital ( $\beta = 0.890$ ), lo que respalda la idea de que la confianza en las propias habilidades incide directamente en la percepción de dificultad. A su vez, las condiciones facilitadoras están significativamente influenciadas por el apoyo social percibido ( $\beta = 0.663$ ), lo que evidencia la importancia del entorno social en la percepción de recursos y apoyo para el uso de tecnologías.

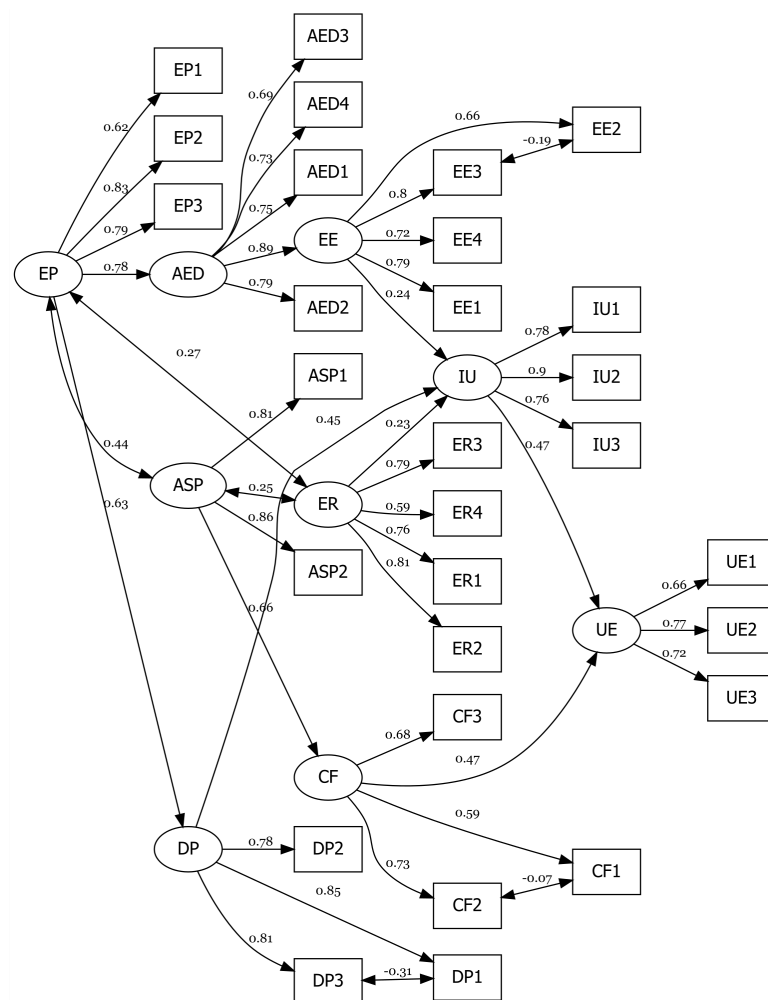
Finalmente, la experiencia previa mostró efectos relevantes en dos constructos: en primer lugar, influyó significativamente sobre la autoeficacia digital ( $\beta = 0.810$ ) y, en segundo lugar, sobre el disfrute percibido ( $\beta = 0.627$ ), lo cual confirma que tener familiaridad con la tecnología no solo fortalece la confianza, sino que también incrementa el agrado y satisfacción en su uso.

Por lo tanto, este será el modelo sobre el cual se desarrollarán los análisis de moderación

por género y edad, permitiendo examinar si dichas variables influyen en la intensidad o dirección de las relaciones estructurales entre los constructos del modelo.

A continuación, se presenta el diagrama de rutas del modelo definitivo, el cual sintetiza gráficamente la estructura final validada y las relaciones entre variables latentes e indicadores observados.

Figura 16: *Diagrama de Rutas de Modelo SEM definitivo*



Nota. Elaborado a través de Rstudio.

## 7.5 Análisis de moderación

### 7.5.1. Género

Con el objetivo de evaluar si el género modera las relaciones estructurales propuestas en el modelo, se llevó a cabo un análisis multigrupo utilizando la función `sem()` del paquete `lavaan`. Este procedimiento permitió estimar el modelo estructural por separado para hombres y mujeres, y comparar los coeficientes resultantes. Cabe decir, que del total de las respuestas, 171 fueron mujeres y 84 hombres.

Inicialmente, se estimó un modelo multigrupo sin restricciones, en el cual se permitió que los coeficientes estructurales variaran libremente entre ambos grupos. Luego, se comparó con un modelo restringido en el que se asumía que las relaciones estructurales eran iguales para hombres y mujeres.

La comparación entre ambos modelos se realizó mediante el test de diferencia de chi-cuadrado, el cual permite determinar si existen diferencias significativas en alguna de las relaciones entre los grupos.

Tabla 13: *Test de diferencia de chi-cuadrado para análisis multigrupo por género*

| Modelo      | gl  | AIC   | BIC   | $\chi^2$ | Dif. $\chi^2$ | p-valor |
|-------------|-----|-------|-------|----------|---------------|---------|
| Libre       | 724 | 17031 | 17753 | 1419.9   | —             | —       |
| Restringido | 733 | 17041 | 17732 | 1448.0   | 28.07         | 0.0009  |

*Nota.* Elaboración propia.

El test de diferencia de chi-cuadrado resultó significativo ( $p = 0.0009$ ), lo que indica que existen diferencias sustantivas entre los grupos. Por lo tanto, se confirma la hipótesis de que el género modera al menos una de las relaciones estructurales del modelo.

Después de comprobar la existencia de diferencias significativas en al menos una de las relaciones estructurales del modelo, se procedió a examinar en detalle los coeficientes de regresión estimados para cada grupo. La siguiente tabla presenta los resultados del modelo estructural estimado por separado para hombres y mujeres, se consideran únicamente aquellas relaciones que, según el modelo teórico planteado, podrían estar sujetas a moderación por parte de esta variable.

Tabla 14: *Resumen de regresiones estructurales por género (modelo multigrupo)*

| Grupo  | Relación            | Coef. est. ( $\beta$ ) | SE    | $z$    | p-valor | Decisión    |
|--------|---------------------|------------------------|-------|--------|---------|-------------|
| Hombre | ER $\rightarrow$ IU | 0.120                  | 0.148 | 0.815  | 0.415   | No aceptada |
| Hombre | EE $\rightarrow$ IU | -0.021                 | 0.095 | -0.218 | 0.828   | No aceptada |
| Hombre | DP $\rightarrow$ IU | 0.931                  | 0.200 | 4.651  | <0.001  | Aceptada    |
| Mujer  | ER $\rightarrow$ IU | 0.405                  | 0.109 | 3.733  | <0.001  | Aceptada    |
| Mujer  | EE $\rightarrow$ IU | 0.172                  | 0.069 | 2.506  | 0.012   | Aceptada    |
| Mujer  | DP $\rightarrow$ IU | 0.308                  | 0.094 | 3.260  | 0.001   | Aceptada    |

*Nota.* Elaboración propia.

Al analizar los coeficientes por separado, se observa que los resultados muestran diferencias significativas en los coeficientes estandarizados entre hombres y mujeres en varias de las relaciones evaluadas. Por ejemplo, la expectativa de rendimiento (ER) y la expectativa de esfuerzo (EE) influyen significativamente en la intención de uso (IU) en mujeres, pero no en hombres. En cambio, la relación entre disfrute percibido (DP) e intención de uso (IU) es significativa para ambos grupos, aunque con un coeficiente más alto en el grupo masculino.

En primer lugar, la relación entre expectativa de rendimiento (ER) e intención de uso (IU) es estadísticamente significativa en el grupo de mujeres ( $\beta = 0.405$ ,  $p < 0.001$ ), pero no en el de hombres ( $\beta = 0.120$ ,  $p = 0.415$ ). Esta diferencia sugiere que el rendimiento percibido influye de forma relevante en la intención de uso tecnológica en mujeres, mientras que no tiene un impacto significativo en hombres. Este hallazgo respalda la hipótesis H10, según la cual el género modera la relación entre la expectativa de rendimiento y la intención de uso.

Asimismo, la relación entre expectativa de esfuerzo (EE) e intención de uso (IU) solo resulta significativa en mujeres ( $\beta = 0.172$ ,  $p = 0.012$ ), mientras que en hombres el efecto no alcanza significancia estadística ( $\beta = -0.021$ ,  $p = 0.828$ ). Esta diferencia apoya la hipótesis H11, que plantea un efecto moderador del género sobre esta relación. Específicamente, se observa que las mujeres consideran más relevante la facilidad de uso en su decisión de adoptar tecnologías, en comparación con los hombres.

Por último, la relación entre disfrute percibido (DP) e intención de uso (IU) es significativa en ambos grupos, tanto en hombres ( $\beta = 0.931$ ,  $p < 0.001$ ) como en mujeres ( $\beta = 0.308$ ,  $p = 0.001$ ). Sin embargo, la magnitud del efecto es notoriamente mayor en hombres. Este hallazgo entrega evidencia parcial en apoyo a la hipótesis H21, indicando que, aunque el disfrute es relevante para ambos géneros, su peso es especialmente alto en el grupo masculino. Esto podría interpretarse como una mayor influencia de factores hedónicos en la disposición de los hombres a usar tecnologías.

Estas diferencias respaldan empíricamente la hipótesis de que el género actúa como una variable moderadora dentro del modelo propuesto, influyendo en la intensidad de algunas relaciones clave. En consecuencia, se destaca la necesidad de incorporar la perspectiva de género en el diseño de estrategias tecnológicas inclusivas, especialmente al momento de abordar procesos de adopción tecnológica en personas mayores.

### **7.5.2. Edad**

Con el objetivo de evaluar si la edad modera las relaciones estructurales propuestas en el modelo, se realizó un análisis multigrupo dividiendo la muestra en dos grupos etarios. Dado que todos los participantes eran adultos mayores, se utilizó la mediana de edad (65 años) como punto

de corte para conformar los grupos “menor” (menos de 65 años) y “mayor” (65 años o más). Esta clasificación permitió comparar el modelo estructural entre ambos subgrupos etarios.

Primero se estimó un modelo con parámetros libres, permitiendo que las relaciones estructurales varíen entre los dos grupos. Luego, se comparó con un modelo restringido, en el que se asumió que las relaciones estructurales eran iguales para ambos. La comparación entre modelos se realizó mediante el test de diferencia de chi-cuadrado.

Tabla 15: *Test de diferencia de chi-cuadrado para análisis multigrupo por edad*

| Modelo      | gl  | AIC   | BIC   | $\chi^2$ | Dif. $\chi^2$ | p-valor |
|-------------|-----|-------|-------|----------|---------------|---------|
| Libre       | 724 | 17074 | 17796 | 1440.3   | —             | —       |
| Restringido | 733 | 17077 | 17768 | 1461.4   | 21.10         | 0.0122  |

*Nota.* Elaboración propia.

El test de diferencia de chi-cuadrado resultó estadísticamente significativo ( $p = 0.0122$ ), lo que indica que al menos una de las relaciones estructurales difiere entre los grupos etarios. Por lo tanto, se confirma la hipótesis de que la edad actúa como variable moderadora en el modelo.

Tabla 16: *Resumen de regresiones estructurales por edad (modelo multigrupo)*

| Grupo | Relación            | Coef. est. ( $\beta$ ) | SE    | $z$   | p-valor | Decisión    |
|-------|---------------------|------------------------|-------|-------|---------|-------------|
| Menor | ER $\rightarrow$ IU | 0.373                  | 0.109 | 3.428 | 0.001   | Aceptada    |
| Menor | EE $\rightarrow$ IU | 0.120                  | 0.051 | 2.344 | 0.019   | Aceptada    |
| Menor | DP $\rightarrow$ IU | 0.291                  | 0.094 | 3.089 | 0.002   | Aceptada    |
| Menor | CF $\rightarrow$ UE | 0.365                  | 0.104 | 3.500 | 0.001   | Aceptada    |
| Mayor | ER $\rightarrow$ IU | 0.211                  | 0.128 | 1.640 | 0.101   | No aceptada |
| Mayor | EE $\rightarrow$ IU | 0.161                  | 0.075 | 2.153 | 0.031   | Aceptada    |
| Mayor | DP $\rightarrow$ IU | 0.660                  | 0.137 | 4.832 | <0.001  | Aceptada    |
| Mayor | CF $\rightarrow$ UE | 0.809                  | 0.238 | 3.402 | 0.001   | Aceptada    |

*Nota.* Elaboración propia.

Al analizar las relaciones estructurales moderadas por edad, se observa que todas las relaciones incluidas en la tabla son estadísticamente significativas en al menos uno de los dos grupos etarios. En primer lugar, la relación entre la expectativa de esfuerzo (EE) y la intención de uso (IU)

es significativa tanto en el grupo menor de 65 años ( $\beta = 0.120$ ,  $p = 0.019$ ) como en el grupo mayor ( $\beta = 0.161$ ,  $p = 0.031$ ), con una leve diferencia en los coeficientes que sugiere una influencia ligeramente mayor en las personas mayores. Esto respalda parcialmente la hipótesis H7, que planteaba que la edad modera esta relación.

En segundo lugar, la relación entre disfrute percibido (DP) e intención de uso (IU) muestra una diferencia más notoria: si bien es significativa en ambos grupos, el coeficiente en el grupo mayor ( $\beta = 0.660$ ) es considerablemente más alto que en el grupo menor ( $\beta = 0.291$ ). Este hallazgo entrega evidencia sólida en apoyo a la hipótesis H22, ya que la edad parece intensificar el efecto del disfrute en la intención de uso entre los adultos mayores.

Por otro lado, la relación entre expectativa de rendimiento (ER) e intención de uso (IU) solo es significativa en el grupo menor de 65 años ( $\beta = 0.373$ ,  $p = 0.001$ ), mientras que en el grupo mayor no alcanza significancia estadística ( $\beta = 0.211$ ,  $p = 0.101$ ). Esta diferencia sugiere que el efecto de la expectativa de rendimiento sobre la intención de uso se atenúa en las personas mayores, lo que respalda la hipótesis H6 respecto a un posible efecto moderador de la edad.

Finalmente, la relación entre condiciones facilitadoras (CF) y uso efectivo (UE) es significativa en ambos grupos, pero con un coeficiente considerablemente más alto en el grupo mayor ( $\beta = 0.809$ ) en comparación con el grupo menor ( $\beta = 0.365$ ). Esta diferencia notable refuerza la hipótesis H9, indicando que las condiciones facilitadoras tienen un efecto más fuerte en el uso efectivo de tecnologías entre los adultos mayores, posiblemente debido a una mayor dependencia de apoyos técnicos o contextuales para concretar el uso.

Por lo tanto, los hallazgos respaldan la presencia de moderación por edad en algunas relaciones clave del modelo estructural, destacando la importancia de considerar esta variable al analizar los factores que influyen en la adopción tecnológica entre adultos mayores.

### 7.5.3. Hallazgos adicionales en relaciones no hipotetizadas

Al estimar el modelo multigrupo completo, se identificaron algunas relaciones estructurales que, si bien no fueron contempladas inicialmente en las hipótesis de moderación, mostraron diferencias significativas entre los grupos analizados, tanto por género como por edad. Estos resultados, aunque no estaban sustentados en postulados teóricos previos, se presentan como hallazgos exploratorios que podrían orientar futuras investigaciones en el ámbito de la inclusión tecnológica de adultos mayores.

Cabe decir, que si bien todas estas relaciones fueron significativas estadísticamente en ambos grupos, se observaron diferencias en la magnitud de los efectos, lo cual sugiere un posible rol moderador no contemplado en las hipótesis iniciales.

En cuanto al género, se observaron las siguientes diferencias:

- La relación entre intención de uso (IU) y uso efectivo (UE) fue más fuerte en el grupo de hombres ( $\beta = 0.795$ ) que en el de mujeres ( $\beta = 0.395$ ), lo que sugiere que en los hombres, una mayor disposición a utilizar tecnología se traduce con mayor consistencia en un uso real y efectivo.
- La autoeficacia digital (AED) tuvo un impacto considerablemente mayor sobre la expectativa de esfuerzo (EE) en mujeres ( $\beta = 1.995$ ) que en hombres ( $\beta = 0.904$ ), indicando que en el caso de las mujeres, sentirse capaces de manejar tecnología incide más en percibirla como fácil de usar.
- La influencia de la Experiencia previa (EP) sobre el Disfrute percibido (DP) fue más intensa en hombres ( $\beta = 1.136$ ) que en mujeres ( $\beta = 0.717$ ), lo cual sugiere que en los hombres,

haber tenido experiencias tecnológicas positivas se traduce más directamente en una vivencia placentera con el uso de nuevas tecnologías.

Respecto a la edad, también se identificaron diferencias significativas:

- La relación entre intención de uso (IU) y uso efectivo (UE) fue más fuerte en el grupo de personas mayores ( $\beta = 0,608$ ) que en los menores de 65 años ( $\beta = 0.440$ ), lo que indica que en los adultos mayores, la disposición a usar tecnología tiene una mayor probabilidad de convertirse en acción concreta.
- La influencia de la experiencia previa (EP) sobre el disfrute percibido (DP) fue más intensa en mayores ( $\beta = 0.883$ ) que en menores ( $\beta = 0.621$ ), lo cual refuerza la idea de que las vivencias tecnológicas previas generan un efecto más positivo en la dimensión hedónica del uso en los adultos mayores.

Aunque estas relaciones no fueron consideradas dentro de las hipótesis originales del estudio, su comportamiento diferencial aporta valor al análisis y refuerza la importancia de contemplar el papel moderador de variables sociodemográficas en futuros modelos explicativos sobre la adopción tecnológica en la población mayor.

## 8 Conclusiones

El presente capítulo tiene por finalidad sintetizar los hallazgos más relevantes obtenidos a lo largo del desarrollo de la investigación, con el objetivo de evaluar en qué medida se han cumplido los objetivos planteados. Asimismo, se busca reflexionar sobre las implicancias de los resultados para el diseño de estrategias orientadas a la inclusión tecnológica de adultos mayores en ciudades inteligentes. Este análisis se complementa con la proposición de recomendaciones que permitan tanto mejorar futuros trabajos como guiar la implementación práctica de los hallazgos.

### 8.1 Resultados

Los resultados obtenidos a partir del modelo de ecuaciones estructurales (SEM) estimado con 255 encuestas válidas permitieron validar la mayoría de las hipótesis planteadas, confirmando la adecuación del modelo teórico propuesto para explicar la adopción tecnológica en adultos mayores en el contexto de ciudades inteligentes. La consistencia interna de los constructos fue satisfactoria, con coeficientes alfa de Cronbach superiores a 0.70 en casi todos los casos, a excepción del constructo de influencia social (IS), el cual fue eliminado en la etapa piloto tanto por su baja fiabilidad estadística como por su limitada relevancia teórica en el contexto analizado.

Dentro de las hipótesis validadas, se destaca el rol de la intención de uso como variable mediadora clave entre los determinantes psicológicos y el uso efectivo de la tecnología. En particular, se confirmaron relaciones significativas entre la intención de uso y sus predictores: expectativa de rendimiento (H1), expectativa de esfuerzo (H2) y disfrute percibido (H16). Asimismo, se validó que la intención de uso influye positivamente en el uso efectivo (H5), y que las condiciones facilitadoras tienen un efecto directo positivo en el uso efectivo (H4). Estas relaciones refuerzan la aplicabilidad del modelo UTAUT extendido en el segmento adulto mayor.

También se corroboró la influencia de factores antecedentes, como la autoeficacia digital sobre la expectativa de esfuerzo (H15), y el rol de la experiencia previa en la autoeficacia digital (H17), ansiedad tecnológica (H18) y disfrute percibido (H19). Además, el apoyo social percibido mostró un efecto positivo y significativo sobre las condiciones facilitadoras (H13), lo cual resalta la importancia de los entornos relacionales y de soporte para promover la adopción tecnológica en esta población.

Por otro lado, se rechazaron algunas hipótesis por no alcanzar niveles de significancia estadística. Entre ellas se encuentra la influencia de la ansiedad tecnológica sobre la intención de uso (H14), cuya relación no resultó significativa, lo que sugiere que en este grupo etario, la ansiedad frente a la tecnología no constituye una barrera directa a la intención de uso, al menos en este contexto. Como resultado de este hallazgo, se optó por eliminar esta relación del modelo final, privilegiando la parsimoniocidad y la mejora del ajuste global.

En relación con los análisis de moderación, se obtuvieron evidencias que respaldan varias de las hipótesis planteadas respecto al efecto moderador de la edad y el género en algunas relaciones del modelo. En cuanto a la edad, se observó que las relaciones entre la expectativa de esfuerzo, el disfrute percibido, la expectativa de rendimiento y las condiciones facilitadoras con sus respectivas variables dependientes presentan diferencias significativas entre grupos etarios. En particular, el efecto del disfrute percibido sobre la intención de uso fue considerablemente más alto en personas mayores, mientras que el impacto de la expectativa de rendimiento resultó significativo solo en el grupo menor de 65 años, respaldando las hipótesis H6, H7, H9 y H22.

Respecto al género, los resultados mostraron que tanto la expectativa de rendimiento como la de esfuerzo influyen en la intención de uso en mujeres, pero no en hombres, mientras que el disfrute percibido mostró un efecto más intenso en el grupo masculino. Estos hallazgos entregan

evidencia a favor de las hipótesis H10, H11 y H21, indicando que los factores que motivan la adopción tecnológica pueden variar en función del género, siendo más relevantes los aspectos instrumentales y de facilidad en mujeres, y más marcadamente hedónicos en hombres.

## **8.2 Objetivos**

En función del cumplimiento de los objetivos planteados, el desarrollo de esta investigación permitió analizar en profundidad los factores que inciden en la adopción tecnológica de adultos mayores en ciudades inteligentes, desde un enfoque cuantitativo y empírico, utilizando modelos de ecuaciones estructurales. A partir de este análisis, se generaron conocimientos relevantes para orientar estrategias de inclusión tecnológica que respondan tanto a las necesidades individuales como al contexto social y organizacional donde se insertan los adultos mayores.

Respecto al objetivo específico 1, se identificaron los principales factores asociados a la adopción tecnológica de adultos mayores mediante una revisión exhaustiva de la literatura. Este análisis permitió delimitar las variables que luego se concretaron en el modelo: expectativa de rendimiento, expectativa de esfuerzo, condiciones facilitadoras, influencia social, intención de uso, uso efectivo, autoeficacia digital, apoyo social percibido, disfrute percibido, ansiedad tecnológica y experiencia previa.

En cuanto al objetivo específico 2, se construyó un modelo conceptual de adopción tecnológica adaptado del modelo UTAUT, el cual fue seleccionado por su solidez teórica y su capacidad comprobada para explicar la intención y el uso de tecnologías en diversos contextos. Este modelo proporciona una estructura integradora que combina variables predictoras relevantes, permitiendo su extensión y adaptación según el perfil de la población analizada. En este caso, se incorporaron dimensiones adicionales como el disfrute percibido, la autoeficacia digital, el apoyo social percibi-

do, la experiencia previa y la ansiedad tecnológica, con el fin de capturar de manera más adecuada los factores que inciden en la adopción tecnológica de los adultos mayores. A partir de este modelo, se formularon 22 hipótesis para ser evaluadas empíricamente mediante análisis estadístico.

Para abordar el objetivo específico 3, se diseñó un cuestionario estructurado con escala tipo Likert, basado en los constructos del modelo ajustado. El instrumento fue validado preliminarmente en una fase piloto para evaluar la consistencia interna de los constructos. Producto de esa etapa, se decidió eliminar la variable de influencia social debido a su baja fiabilidad estadística y falta de respaldo empírico, además de eliminar las hipótesis relacionadas al constructo. Esta decisión fortaleció la validez del instrumento definitivo que se aplicó a una muestra representativa de adultos mayores residentes en contextos urbanos.

En relación con el objetivo específico 4, una vez obtenidos los resultados del instrumento definitivo, se analizaron las relaciones entre los factores del modelo mediante la técnica de Modelamiento de Ecuaciones Estructurales (SEM). Los resultados permitieron confirmar la mayoría de las hipótesis planteadas, evidenciando la validez del modelo propuesto. En particular, la expectativa de rendimiento, la expectativa de esfuerzo y el disfrute percibido ejercieron efectos positivos y estadísticamente significativos sobre la intención de uso, mientras que tanto las condiciones facilitadoras como la intención de uso influyeron significativamente en el uso efectivo de la tecnología. Asimismo, se validaron efectos indirectos relevantes, como el impacto de la autoeficacia digital sobre la expectativa de esfuerzo y del apoyo social percibido sobre las condiciones facilitadoras. Sin embargo, la hipótesis que proponía un efecto negativo de la ansiedad tecnológica sobre la intención de uso no fue respaldada por los datos, por lo que dicha variable fue excluida del modelo final.

Respecto al objetivo específico 5, se identificaron los principales elementos que actúan

como impulsores del uso tecnológico en adultos mayores. Entre los facilitadores más relevantes destacan el disfrute percibido, la experiencia previa y el apoyo social percibido, los cuales inciden positiva y significativamente en la disposición a utilizar tecnologías. Estos factores revelan no solo aspectos técnicos, sino también dimensiones motivacionales y emocionales del uso tecnológico en este grupo etario. Además, los resultados del modelo muestran que los adultos mayores valoran especialmente aquellas tecnologías que les resultan gratificantes, familiares y acompañadas por entornos de apoyo. En términos de necesidades, se observa una demanda clara por tecnologías accesibles y comprensibles, que consideren sus trayectorias previas, sus capacidades actuales y sus dinámicas de vida cotidiana. El análisis multigrupo por edad y género permitió, además, identificar diferencias significativas en la influencia de ciertos factores sobre la intención y el uso efectivo, reforzando la importancia de contemplar las variables sociodemográficas al momento de diseñar estrategias y políticas de inclusión tecnológica más personalizadas y efectivas.

Finalmente, en relación con el objetivo específico 6, los hallazgos obtenidos permitieron sustentar la propuesta de estrategias de inclusión tecnológica dirigidas a adultos mayores, considerando tanto los resultados del modelo como el contexto social y organizacional en el que estos interactúan. Estas estrategias serán presentadas en detalle en la sección de recomendaciones, con el objetivo de orientar a organizaciones que buscan fomentar la participación digital de este grupo mediante planes de acción concretos, sostenibles y ajustados a sus realidades.

### **8.3 Recomendaciones**

Como resultado del análisis estructural y multigrupo realizado en esta investigación, se identificaron diversos factores que inciden en la adopción tecnológica de los adultos mayores, lo que permite formular estrategias concretas y contextualizadas para fomentar su inclusión digital

en entornos urbanos. Las siguientes recomendaciones están dirigidas a organizaciones públicas, privadas y comunitarias que trabajan con esta población y buscan promover su participación digital de forma sostenida y significativa.

**1. Talleres de alfabetización digital basados en la experiencia previa y el disfrute personal:**

Se recomienda implementar esta estrategia en centros comunitarios, fundaciones, ELEAM (Establecimientos de Larga Estadía para Adultos Mayores) y programas intergeneracionales desarrollados por universidades. La propuesta consiste en ofrecer talleres de alfabetización digital que no inicien desde un nivel básico uniforme, sino que reconozcan y aprovechen los conocimientos previos de los participantes. Para ello, se sugiere adaptar tanto el contenido como el ritmo de las sesiones en función del nivel inicial de cada persona, permitiéndoles avanzar desde un punto de familiaridad y seguridad.

Esta metodología se refuerza incorporando tecnologías en actividades que resulten emocionalmente gratificantes, como realizar videollamadas con familiares, jugar en plataformas digitales o explorar contenidos de interés personal. La recomendación se fundamenta en los resultados del modelo SEM, que evidencian una influencia positiva y significativa de la experiencia previa y del disfrute percibido sobre la intención de uso. Así, el objetivo de esta estrategia es fortalecer la motivación y la autoeficacia digital de los adultos mayores mediante experiencias tecnológicas positivas, útiles y emocionalmente significativas.

**2. Diseño diferenciado de intervenciones según edad y género para fomentar el uso sostenido de tecnología:**

Esta estrategia se orienta a municipalidades, fundaciones y organismos responsables del di-

seño de políticas públicas vinculadas al envejecimiento activo. Parte del reconocimiento de que la población adulta mayor no es homogénea y que variables como la edad y el género influyen significativamente en la forma en que las personas interactúan con la tecnología.

La evidencia muestra que las mujeres suelen valorar más la facilidad de uso, mientras que los hombres responden con mayor motivación al componente de disfrute. Asimismo, en personas mayores de 65 años, el apoyo técnico y las condiciones del entorno adquieren un rol más determinante en el uso efectivo de la tecnología.

A partir de estos hallazgos, se propone desarrollar contenidos, talleres y materiales diferenciados, tanto en el enfoque como en el lenguaje y las herramientas utilizadas, ajustándose a las características específicas de cada grupo. Esta personalización permite no solo mejorar la efectividad de los procesos de aprendizaje, sino también fortalecer el sentido de pertenencia y la inclusión digital. El propósito final es promover una vinculación más sostenida y significativa con la tecnología en función de las particularidades de cada segmento de la población adulta mayor.

### **3. Creación de espacios tecnológicos accesibles y con soporte permanente en instituciones públicas:**

Se sugiere que bibliotecas públicas, sedes vecinales, centros de salud comunitarios y otras instituciones de carácter público habiliten espacios físicos equipados con tecnología y acompañamiento técnico continuo. La propuesta consiste en implementar salas digitales que cuenten con computadores o tablets, conexión a internet estable y la presencia de personal capacitado que pueda orientar a los usuarios en el uso básico y resolver dudas cotidianas.

Esta recomendación se sustenta en los resultados obtenidos que evidencian que las condi-

ciones facilitadoras tienen un impacto significativamente mayor en el uso efectivo de la tecnología por parte de los adultos mayores, especialmente entre quienes superan los 65 años. Por ello, el propósito es reducir las barreras de acceso y asistencia técnica, creando entornos favorables que permitan a las personas mayores utilizar tecnologías de forma autónoma, continua y adaptada a sus necesidades. Esta intervención no solo promueve la inclusión digital, sino que también fortalece la participación activa en la comunidad y la autonomía en la vida cotidiana.

#### **4. Programas formativos prácticos con acompañamiento personalizado para fortalecer la autoeficacia digital:**

Esta estrategia está dirigida a universidades, centros de formación técnica y organizaciones sin fines de lucro dedicadas a la educación de personas mayores. Se propone desarrollar programas de formación que integren teoría y práctica de manera inmediata, utilizando dispositivos reales y abordando situaciones tecnológicas de la vida cotidiana.

La implementación puede realizarse mediante sesiones guiadas por tutores o pares tecnológicos, donde los participantes resuelvan tareas concretas paso a paso como enviar un correo electrónico, utilizar WhatsApp o acceder a plataformas de salud, recibiendo retroalimentación personalizada durante el proceso.

Esta recomendación se basa en los resultados, que revelaron una relación significativa entre la autoeficacia digital y la expectativa de esfuerzo, lo que indica que cuando las personas mayores se sienten capaces, perciben la tecnología como más fácil de usar. El objetivo es generar confianza mediante experiencias exitosas, reduciendo la inseguridad inicial y promoviendo una actitud positiva hacia el aprendizaje continuo y la exploración de nuevas he-

ramientas digitales.

#### **5. Redes de aprendizaje colaborativo para fortalecer el apoyo social percibido en comunidades locales:**

Esta estrategia está orientada a juntas de vecinos, fundaciones comunitarias y programas de voluntariado. Se propone fomentar la formación de grupos locales de aprendizaje, en los que personas mayores puedan compartir conocimientos entre sí o aprender junto a familiares y voluntarios jóvenes en un entorno de confianza y colaboración.

La implementación puede llevarse a cabo mediante iniciativas como padrinos digitales, círculos de acompañamiento o encuentros presenciales y virtuales diseñados para promover el aprendizaje colectivo. Estas instancias no solo facilitan la adquisición de competencias digitales, sino que también fortalecen los vínculos intergeneracionales y comunitarios.

Dado que se evidencia una relación significativa entre el apoyo social percibido y la percepción de contar con los recursos y capacidades necesarias para usar tecnología. Por ello, el objetivo es construir una red humana de soporte que acompañe el proceso de inclusión digital, especialmente en comunidades con acceso limitado a infraestructura tecnológica o ubicadas en contextos rurales, donde el acompañamiento interpersonal puede marcar una diferencia clave.

#### **6. Integración de tecnologías en actividades significativas para potenciar el disfrute percibido:**

Esta estrategia está dirigida a centros culturales, ELEAM (Establecimientos de Larga Estadía para Adultos Mayores), talleres municipales y universidades abiertas. Se propone incorporar el uso de tecnologías digitales en actividades que resulten emocionalmente significativas y

funcionalmente útiles para los adultos mayores.

La implementación considera el diseño de actividades orientadas a intereses personales, tales como la exploración musical, la genealogía, la lectura digital, la comunicación con nietos mediante videollamadas o el manejo de trámites en línea. Estas experiencias permiten que el aprendizaje tecnológico ocurra en un contexto emocionalmente positivo y con sentido práctico.

Dado que se identificaron que el disfrute percibido como una de las variables más influyentes en la intención de uso. En este sentido, vincular la tecnología con momentos placenteros y útiles transforma la experiencia digital en algo deseado, accesible y valioso. El objetivo es promover una relación más cercana, emocional y sostenida con las tecnologías de la información y comunicación (TIC), facilitando así su adopción en la vida cotidiana de las personas mayores.

## **7. Diseño e implementación de planes estratégicos institucionales para una inclusión digital sostenible:**

Esta estrategia está dirigida a universidades, organismos gubernamentales, organizaciones no gubernamentales (ONGs) y empresas privadas con interés en iniciativas de responsabilidad social. Se propone el desarrollo de planes estratégicos institucionales que aborden de manera integral el proceso de inclusión digital de personas mayores, desde el diagnóstico inicial hasta la evaluación de resultados y los ajustes necesarios en el tiempo.

La implementación requiere la conformación de equipos interdisciplinarios capaces de integrar dimensiones cognitivas, emocionales, sociales y económicas en el diseño de los programas. Esto permite responder adecuadamente a la diversidad de necesidades presentes en la

población adulta mayor, asegurando una intervención más efectiva y centrada en las personas.

Esta estrategia responde a la necesidad de articular las múltiples acciones dispersas en torno a la inclusión digital, generando sinergias entre actores y evitando duplicidad de esfuerzos. Al consolidar una visión institucional clara y coordinada, se maximiza el impacto y se garantiza la sostenibilidad a largo plazo de las iniciativas, promoviendo una inclusión digital más estructurada, eficiente y perdurable.

#### **8. Establecimiento de alianzas estratégicas para fortalecer la sostenibilidad y escalabilidad de la inclusión digital:**

Se recomienda que municipalidades, el Servicio Nacional del Adulto Mayor (SENAMA), universidades y empresas tecnológicas establezcan convenios de colaboración que faciliten el intercambio de recursos, conocimientos y buenas prácticas en materia de inclusión digital.

La implementación puede concretarse mediante proyectos piloto cofinanciados, programas conjuntos de capacitación o el desarrollo de plataformas tecnológicas accesibles, que integren las capacidades y experiencias de cada institución. Estas acciones permiten distribuir responsabilidades, optimizar recursos y alcanzar una mayor cobertura.

La justificación de esta estrategia radica en que los esfuerzos aislados son insuficientes para abordar de forma efectiva y sostenida la brecha digital en la vejez. La inclusión digital requiere una coordinación interinstitucional capaz de movilizar voluntades, escalar intervenciones exitosas y garantizar su continuidad en el tiempo.

El propósito es avanzar hacia un enfoque sistémico que permita llegar a una mayor cantidad de personas mayores con soluciones tecnológicas pertinentes, sostenibles y adaptadas a sus

realidades, promoviendo así un envejecimiento más activo, autónomo y conectado.

## **9. Infraestructura urbana accesible y conectada para fomentar la autonomía digital en entornos públicos:**

Se recomienda que municipios, oficinas de planificación urbana, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, empresas tecnológicas y organizaciones civiles colaboren en el diseño e implementación de infraestructura urbana que combine accesibilidad física con soluciones tecnológicas asistivas para personas mayores.

La propuesta incluye la instalación de paraderos inteligentes con sistemas de voz y texto, señalética digital de alta visibilidad, estaciones tecnológicas en espacios públicos como plazas o bibliotecas equipadas con pantallas interactivas, e iluminación sensorizada en rutas peatonales frecuentemente utilizadas por adultos mayores. Estas soluciones deben integrarse en la planificación territorial bajo un enfoque inclusivo y tecnológico.

Esta estrategia responde a la necesidad de reducir las barreras físicas y digitales que dificultan el acceso autónomo a servicios urbanos y tecnológicos. De acuerdo con los lineamientos de la Organización Mundial de la Salud (2022) y la literatura sobre ciudades inteligentes, el entorno urbano debe facilitar la participación activa de las personas mayores. El objetivo es extender el proceso de inclusión digital más allá de los espacios formativos, incorporándolo en la infraestructura cotidiana para promover un envejecimiento activo, conectado y autónomo.

En conjunto, estas estrategias buscan responder de manera integral a las necesidades y particularidades de los adultos mayores en el proceso de inclusión tecnológica, reconociendo la diversidad de factores que influyen en su adopción y uso de las tecnologías. Al estar fundamentadas

tanto en la evidencia empírica del presente estudio como en el contexto social y organizacional en el que se desenvuelven, estas propuestas ofrecen una base sólida para el diseño de intervenciones más eficaces, sostenibles y ajustadas a la realidad de este grupo etario. Su implementación no solo permitiría mejorar los niveles de alfabetización digital, sino también fortalecer la participación activa de los adultos mayores en las ciudades inteligentes del futuro.

#### **8.4 Futuras líneas de investigación**

A partir de los hallazgos obtenidos en esta investigación, se abren diversas oportunidades para estudios futuros que profundicen en la inclusión tecnológica de los adultos mayores en contextos urbanos. En primer lugar, sería valioso explorar con mayor detalle las diferencias generacionales y de género en la percepción y uso de tecnologías específicas, como aplicaciones móviles de salud, plataformas digitales o herramientas de comunicación social. Estas investigaciones podrían incorporar análisis cualitativos complementarios que permitan comprender mejor las motivaciones, resistencias y experiencias subjetivas de los adultos mayores.

Asimismo, se sugiere evaluar longitudinalmente los efectos de programas de alfabetización digital sobre la autopercepción, el bienestar emocional y la autonomía de las personas mayores, lo que contribuiría a establecer evidencia sobre su impacto sostenido en el tiempo.

Finalmente, sería pertinente analizar la eficacia de las estrategias propuestas en este estudio a través de estudios de caso o pilotos en entornos organizacionales reales, evaluando su aplicabilidad, escalabilidad y sostenibilidad. Estos estudios permitirían retroalimentar y perfeccionar las recomendaciones formuladas, promoviendo una inclusión tecnológica verdaderamente equitativa y contextualizada para las personas mayores.

## 9 Limitaciones

Si bien este estudio aporta evidencia relevante sobre los factores que inciden en la adopción tecnológica de adultos mayores en ciudades inteligentes, existen ciertas limitaciones que deben ser consideradas al interpretar los resultados. En primer lugar, el enfoque cuantitativo basado en encuestas limita la comprensión profunda de las percepciones y experiencias subjetivas de los adultos mayores, lo que podría abordarse en investigaciones futuras mediante metodologías cualitativas o mixtas.

En segundo lugar, si bien se realizó un muestreo cuidadoso, la muestra no es representativa de toda la población adulta mayor chilena, ya que se concentró principalmente en personas residentes de zonas urbanas de la Región Metropolitana con algún nivel de familiaridad tecnológica. Esto podría limitar la generalización de los hallazgos a contextos rurales o a grupos con menor acceso a infraestructura digital.

Además, el modelo propuesto fue ajustado en función de los resultados de la prueba piloto, lo que implicó la eliminación de variables inicialmente consideradas, como la influencia social. Aunque esta decisión fue sustentada estadística y teóricamente, podría haber dejado fuera dimensiones relevantes que influyen en la adopción tecnológica.

Por último, el análisis moderado por edad y género permitió identificar diferencias significativas entre subgrupos, pero no contempló otros posibles moderadores, como nivel educativo, estado de salud o situación socioeconómica, los cuales podrían influir de forma relevante en la adopción tecnológica.

Reconocer estas limitaciones permite comprender mejor el alcance del estudio y, al mismo tiempo, plantea nuevas preguntas y desafíos que futuras investigaciones podrán abordar.

## 10 Anexos

```
1 install.packages("readr")
2 install.packages("psych")
3 install.packages("dplyr")
4 library(readr)
5 library(psych)
6 library(dplyr)
7
8 setwd("C:/Users/isafe/OneDrive/Documents/Tesis")
9 datos <- read_csv("prueba_piloto.csv")
10 datos <- datos[, -1]
11
12 datos <- datos %>% mutate(across(
13   everything(),
14   ~ case_when(
15     . == "Totalmente en desacuerdo" ~ 1,
16     . == "En desacuerdo" ~ 2,
17     . == "Ni de acuerdo ni en desacuerdo" ~ 3,
18     . == "De acuerdo" ~ 4,
19     . == "Totalmente de acuerdo" ~ 5,
20     TRUE ~ NA_real_
21   )
22 ))
23
24 ER <- datos[, 1:4]
25 EE <- datos[, 5:8]
26 IS <- datos[, 9:11]
```

```
27 CF <- datos[, 12:14]
28 IU <- datos[, 15:17]
29 UE <- datos[, 18:20]
30 AED <- datos[, 21:24]
31 AT <- datos[, 25:27]
32 ASP <- datos[, 28:29]
33 DP <- datos[, 30:32]
34 EP <- datos[, 33:35]
35
36 alpha(ER)
37 alpha(EI)
38 alpha(IS)
39 alpha(CF)
40 alpha(IU)
41 alpha(UE)
42 alpha(AED)
43 alpha(AT)
44 alpha(ASP)
45 alpha(DP)
46 alpha(EP)
47
48 alfa_resumen <- data.frame(
49   Constructo = c("ER", "EI", "IS", "CF", "IU", "UE", "AED", "AT", "ASP", "DP",
50     "EP"),
51   Alfa = c(
52     alpha(ER)$total$raw_alpha,
```

```
53   alpha (IS) $total$raw_alpha,  
54   alpha (CF) $total$raw_alpha,  
55   alpha (IU) $total$raw_alpha,  
56   alpha (UE) $total$raw_alpha,  
57   alpha (AED) $total$raw_alpha,  
58   alpha (AT) $total$raw_alpha,  
59   alpha (ASP) $total$raw_alpha,  
60   alpha (DP) $total$raw_alpha,  
61   alpha (EP) $total$raw_alpha  
62 )  
63 )  
64  
65 print (alfa_resumen)
```

Listing 1: Cálculo de alfa de Cronbach para la prueba piloto.

```
1  install.packages(c("readr", "psych", "dplyr", "corrplot", "lavaan"))  
2  library(readr)  
3  library(psych)  
4  library(dplyr)  
5  library(corrplot)  
6  library(lavaan)  
7  
8  setwd("C:/Users/isafe/OneDrive/Documents/Tesis")  
9  datos <- read_csv("encuesta_def.csv")  
10 datos <- datos[, -1]  
11  
12 datos <- datos %>% mutate(across(
```

```
13 everything(),
14 ~ case_when(
15   . == "Totalmente en desacuerdo" ~ 1,
16   . == "En desacuerdo" ~ 2,
17   . == "Ni de acuerdo ni en desacuerdo" ~ 3,
18   . == "De acuerdo" ~ 4,
19   . == "Totalmente de acuerdo" ~ 5,
20   TRUE ~ suppressWarnings(as.numeric(.))
21 )
22 ))
23
24 ER <- datos[, 1:4]
25 EE <- datos[, 5:8]
26 CF <- datos[, 9:11]
27 IU <- datos[, 12:14]
28 UE <- datos[, 15:17]
29 AED <- datos[, 18:21]
30 AT <- datos[, 22:24]
31 ASP <- datos[, 25:26]
32 DP <- datos[, 27:29]
33 EP <- datos[, 30:32]
34
35 alfa_resumen <- data.frame(
36   Constructo = c("ER", "EE", "CF", "IU", "UE", "AED", "AT", "ASP", "DP", "EP")
37   ,
38   Alfa = c(
39     alpha(ER)$total$raw_alpha,
```

```
39     alpha (EE) $total$raw_alpha,  
40     alpha (CF) $total$raw_alpha,  
41     alpha (IU) $total$raw_alpha,  
42     alpha (UE) $total$raw_alpha,  
43     alpha (AED) $total$raw_alpha,  
44     alpha (AT) $total$raw_alpha,  
45     alpha (ASP) $total$raw_alpha,  
46     alpha (DP) $total$raw_alpha,  
47     alpha (EP) $total$raw_alpha  
48 )  
49 )  
50  
51 print (alfa_resumen)
```

Listing 2: Cálculo del alfa de Cronbach para la encuesta definitiva.

```
1 datos$ER <- rowMeans (ER, na.rm = TRUE)  
2 datos$EE <- rowMeans (EE, na.rm = TRUE)  
3 datos$CF <- rowMeans (CF, na.rm = TRUE)  
4 datos$IU <- rowMeans (IU, na.rm = TRUE)  
5 datos$UE <- rowMeans (UE, na.rm = TRUE)  
6 datos$AED <- rowMeans (AED, na.rm = TRUE)  
7 datos$AT <- rowMeans (AT, na.rm = TRUE)  
8 datos$ASP <- rowMeans (ASP, na.rm = TRUE)  
9 datos$DP <- rowMeans (DP, na.rm = TRUE)  
10 datos$EP <- rowMeans (EP, na.rm = TRUE)  
11  
12 constructos_prom <- datos %>%
```

```
13 select(ER, EE, CF, IU, UE, AED, AT, ASP, DP, EP)
14
15 correlaciones_pearson <- cor(constructos_prom,
16                             use = "pairwise.complete.obs",
17                             method = "pearson")
18
19 print(round(correlaciones_pearson, 2))
```

Listing 3: Promedios por constructo y matriz de correlaciones de Pearson.

```
1 colnames(datos)[1:32] <- c(
2   "ER1", "ER2", "ER3", "ER4",
3   "EE1", "EE2", "EE3", "EE4",
4   "CF1", "CF2", "CF3",
5   "IU1", "IU2", "IU3",
6   "UE1", "UE2", "UE3",
7   "AED1", "AED2", "AED3", "AED4",
8   "AT1", "AT2", "AT3",
9   "ASP1", "ASP2",
10  "DP1", "DP2", "DP3",
11  "EP1", "EP2", "EP3"
12 )
13
14 modelo_afc <- '
15 ER =~ ER1 + ER2 + ER3 + ER4
16 EE =~ EE1 + EE2 + EE3 + EE4
17 CF =~ CF1 + CF2 + CF3
18 IU =~ IU1 + IU2 + IU3
```

```
19  UE =~ UE1 + UE2 + UE3
20  AED =~ AED1 + AED2 + AED3 + AED4
21  AT =~ AT1 + AT2 + AT3
22  ASP =~ ASP1 + ASP2
23  DP =~ DP1 + DP2 + DP3
24  EP =~ EP1 + EP2 + EP3
25  '
26
27  library(dplyr)
28
29  datos_afc <- datos %>%
30    select(-ER, -EE, -CF, -IU, -UE, -AED, -AT, -ASP, -DP, -EP)
31
32  ajuste_afc <- cfa(modelo_afc, data = datos_afc, std.lv = TRUE)
33
34  summary(ajuste_afc, fit.measures = TRUE, standardized = TRUE)
35
36  modindices(ajuste_afc, sort = TRUE, minimum.value = 10)
```

Listing 4: Análisis factorial confirmatorio (AFC) con lavaan.

```
1  datos_sem <- datos[, 1:32]
2  modelo_sem <- '
3    IU ~ ER + EE + AT + DP
4    UE ~ IU + CF
5    EE ~ AED
6    CF ~ ASP
7    AED ~ EP
```

```
8 AT ~ EP
9 DP ~ EP
10
11 ER =~ ER1 + ER2 + ER3 + ER4
12 EE =~ EE1 + EE2 + EE3 + EE4
13 CF =~ CF1 + CF2 + CF3
14 IU =~ IU1 + IU2 + IU3
15 UE =~ UE1 + UE2 + UE3
16 AED =~ AED1 + AED2 + AED3 + AED4
17 AT =~ AT1 + AT2 + AT3
18 ASP =~ ASP1 + ASP2
19 DP =~ DP1 + DP2 + DP3
20 EP =~ EP1 + EP2 + EP3
21 '
22
23 ajuste_sem <- sem(modelo_sem, data = datos_sem, std.lv = TRUE)
24
25 summary(ajuste_sem, fit.measures = TRUE, standardized = TRUE)
26 modindices(ajuste_sem, sort = TRUE, minimum.value = 10)
27 fitMeasures(ajuste_sem)
28
29 install.packages("lavaanPlot")
30 install.packages("DiagrammeR")
31 install.packages("DiagrammeRsvg")
32 install.packages("rsvg")
33
34 library(lavaanPlot)
```

```
35 library(DiagrammerR)
36 library(DiagrammerRsvg)
37 library(rsvg)
38
39 graph <- lavaanPlot(model = ajuste_sem,
40                     coefs = TRUE,
41                     stand = TRUE,
42                     node_options = list(shape = "ellipse", fontname = "
43                                         Helvetica"),
44                     edge_options = list(fontsize = 10),
45                     graph_options = list(rankdir = "LR"),
46                     covs = TRUE)
47 graph %>%
48   export_svg() %>%
49   charToRaw() %>%
50   rsvg_png(file = "modelo_sem.png", width = 3000, height = 2000)
```

Listing 5: Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM) y exportación del diagrama.

```
1 modelo_mi <- '
2   IU ~ ER + EE + AT + DP
3   UE ~ IU + CF
4   EE ~ AED
5   CF ~ ASP
6   AED ~ EP
7   AT ~ EP
8   DP ~ EP
```

```
9
10 ER =~ ER1 + ER2 + ER3 + ER4
11 EE =~ EE1 + EE2 + EE3 + EE4
12 CF =~ CF1 + CF2 + CF3
13 IU =~ IU1 + IU2 + IU3
14 UE =~ UE1 + UE2 + UE3
15 AED =~ AED1 + AED2 + AED3 + AED4
16 AT =~ AT1 + AT2 + AT3
17 ASP =~ ASP1 + ASP2
18 DP =~ DP1 + DP2 + DP3
19 EP =~ EP1 + EP2 + EP3
20
21 DP1 ~~ DP3
22 EE2 ~~ EE3
23 CF1 ~~ CF2
24 '
25
26 library(lavaan)
27 ajuste_mi <- sem(modelo_mi, data = datos_sem, std.lv = TRUE)
28 summary(ajuste_mi, fit.measures = TRUE, standardized = TRUE)
29 fitMeasures(ajuste_mi)
```

Listing 6: Modelo SEM modificado con correlaciones residuales.

```
1 datos_sin_AT <- datos_sem[, !grepl("^AT", names(datos_sem))]
2
3 modelo_final_sin_AT <- '
4   IU ~ ER + EE + DP
```

```
5   UE ~ IU + CF
6
7   EE ~ AED
8
9   CF ~ ASP
10
11  AED ~ EP
12
13  DP ~ EP
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26 ajuste_final <- sem(modelo_final_sin_AT, data = datos_sin_AT, std.lv = TRUE)
27 summary(ajuste_final, fit.measures = TRUE, standardized = TRUE)
28 fitMeasures(ajuste_final)
29
30 library(lavaanPlot)
31 library(DiagrammeR)
```

```
32 library(DiagrammeRsvg)
33 library(rsvg)
34 graph <- lavaanPlot(model = ajuste_final,
35                     coefs = TRUE,
36                     stand = TRUE,
37                     node_options = list(shape = "ellipse", fontname = "
38                                         Helvetica"),
39                     edge_options = list(fontsize = 10),
40                     graph_options = list(rankdir = "LR"),
41                     covs = TRUE)
42 graph %>%
43   export_svg() %>%
44   charToRaw() %>%
45   rsvg_png(file = "modelo_final.png", width = 3000, height = 2000)
```

Listing 7: Modelo SEM definitivo sin ansiedad tecnológica.

```
1 library(readr)
2 datos <- read_csv("encuesta_def.csv")
3
4 names(datos)[names(datos) == " Con qu g nero te identificas?"] <- "genero"
5
6 datos <- datos %>% mutate(across(
7   .cols = 1:32,
8   .fns = ~ case_when(
9     . == "Totalmente en desacuerdo" ~ 1,
10    . == "En desacuerdo" ~ 2,
```

```
11 . == "Ni de acuerdo ni en desacuerdo" ~ 3,
12 . == "De acuerdo" ~ 4,
13 . == "Totalmente de acuerdo" ~ 5,
14 TRUE ~ suppressWarnings(as.numeric(.))
15 )
16 ))
17
18 datos$genero <- as.factor(datos$genero)
19 table(datos$genero)
20 datos_sin_AT$genero <- datos$genero
21
22 ajuste_genero_libre <- sem(modelo_final_sin_AT,
23                             data = datos_sin_AT,
24                             group = "genero",
25                             std.lv = TRUE)
26
27 ajuste_genero_restringido <- sem(modelo_final_sin_AT,
28                                 data = datos_sin_AT,
29                                 group = "genero",
30                                 group.equal = "regressions",
31                                 std.lv = TRUE)
32
33 anova(ajuste_genero_libre, ajuste_genero_restringido)
34 summary(ajuste_genero_libre, fit.measures = TRUE, standardized = TRUE)
```

Listing 8: Análisis de moderación por género.

```
1 summary(datos$Edad)
2 mediana_edad <- median(datos$Edad, na.rm = TRUE)
3
4 datos$grupo_edad <- ifelse(datos$Edad <= mediana_edad, "Menor", "Mayor")
5 datos$grupo_edad <- as.factor(datos$grupo_edad)
6 table(datos$grupo_edad)
7 datos_sin_AT$grupo_edad <- datos$grupo_edad
8
9 ajuste_edad_libre <- sem(modelo_final_sin_AT,
10                          data = datos_sin_AT,
11                          group = "grupo_edad",
12                          std.lv = TRUE)
13
14 ajuste_edad_restringido <- sem(modelo_final_sin_AT,
15                                data = datos_sin_AT,
16                                group = "grupo_edad",
17                                std.lv = TRUE,
18                                group.equal = c("regressions"))
19
20 anova(ajuste_edad_libre, ajuste_edad_restringido)
21 summary(ajuste_edad_libre, fit.measures = TRUE, standardized = TRUE)
```

Listing 9: Análisis de moderación por edad.

## Referencias

- Abad L. (2014). Diseño de programas de e-inclusión para alfabetización mediática de personas mayores. comunicar. *Revista Científica de Educomunicación*, 21(42):173–180. Recuperado el 16 de mayo de 2024, de Revista Científica de Educomunicación: [https://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/7770/diseño\\_de\\_programas.pdf?sequence=2](https://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/7770/diseño_de_programas.pdf?sequence=2).
- Aguilar S. M. y Mary M. (2020). Factores que determinan el uso de las tic en adultos mayores de chile. *Revista Científica*, 3(352–367):39. Recuperado el 26 de marzo de 2025, de: <https://doi.org/10.14483/23448350.16054>.
- Ajzen I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2):179–211. Recuperado el 03 de abril de 2025, de: [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T).
- Banco Mundial (2024). Población de 65 años o más (% del total). Recuperado el 16 de mayo de 2024, de: <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.65UP.TO.ZS>.
- Barrantes Cáceres R. y Cozzubo Chaparro A. (2015). *Edad para aprender, edad para enseñar : el rol del aprendizaje intergeneracional intrahogar en el uso de la internet por parte de los adultos mayores en Latinoamérica*. Recuperado el 10 de mayo de 2024, de: <https://repositorio.pucp.edu.pe/items/ffbb3a6d-3860-4ae6-8231-8f6fb2c3e65c>.
- Bentler P. M. (1990). Comparative fit indexes in structural models. *Psychological Bulletin*,

107(2):238–246. Recuperado el 08 de abril de 2025, de: <https://doi.org/10.1037/0033-2909.107.2.238>.

Bentler P. M. y Bonett D. G. (1980). Significance tests and goodness of fit in the analysis of covariance structures. *Psychological Bulletin*, 88(3):588–606. Recuperado el 08 de abril de 2025, de: <https://doi.org/10.1037/0033-2909.88.3.588>.

Byrne B. M. (2010). *Structural Equation Modeling with AMOS: Basic Concepts, Applications, and Programming*. Routledge. Recuperado el 07 de abril de 2025, de: <https://doi.org/10.4324/9780203805534>.

Chen K. y Chan A. H. (2011). A review of technology acceptance by older adults. *Gerontechnology*, 10(1):1–12. Recuperado el 25 de marzo de 2025, de: <https://doi.org/10.4017/gt.2011.10.01.006.00>.

Ciudades y Gobiernos Locales Unidos (CGLU) (2019). Ciudades inclusivas y accesibles: Documento de política. Recuperado el 10 de junio de 2024, de: <https://uclg.org/es/new/ciudades-inclusivas-y-accesibles-congreso-cglu-eje-cabildo-publico/>.

Contreras C. (2016). Modelos de ecuaciones estructurales: una manera eficiente de probar hipótesis de negocio. Technical report, ResearchGate. Recuperado el 07 de abril de 2025, de: [https://www.researchgate.net/publication/302157924\\_Modelos\\_de\\_ecuaciones\\_estructurales\\_una\\_manera\\_eficiente\\_de\\_probar\\_hipotesis\\_de\\_negocio](https://www.researchgate.net/publication/302157924_Modelos_de_ecuaciones_estructurales_una_manera_eficiente_de_probar_hipotesis_de_negocio).

Cortés Topete M. B. y Tavares Martínez R. A. (2022). Oportunidades de inclusión y bienestar

de las personas mayores en sus vecindarios. *Estudios demográficos y urbanos*, 37(2):719–746.

Recuperado el 16 de junio de 2024, de: <https://estudiosdemograficosyurbanos.colmex.mx/index.php/edu/article/view/2031/2388>.

Cupani M. (2012). Análisis de ecuaciones estructurales: conceptos, etapas de desarrollo y un ejemplo de aplicación. *Liberabit*, 18(2):109–121. Recuperado el 08 de abril de 2025, de: <https://www.researchgate.net/publication/274716879>.

Czaja S. J., Charness N., Fisk A. D., Hertzog C., Nair S. N., Rogers W. A., y Sharit J. (2006). Factors predicting the use of technology: Findings from the center for research and education on aging and technology enhancement. *Psychology and Aging*, 21(2):333–352. Recuperado el 25 de marzo de 2025, de: <https://doi.org/10.1037/0882-7974.21.2.333>.

Davis F. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3):319–340. Recuperado el 25 de marzo de 2025, de: <https://doi.org/10.2307/249008>.

Durán G. (2017). Tecnologías de información y comunicación como medios de inclusión y exclusión para los adultos mayores. Recuperado el 10 de mayo de 2024, de: [https://ri.iberro.mx/bitstream/handle/iberro/3875/DQG\\_Art\\_01.pdf?sequence=1](https://ri.iberro.mx/bitstream/handle/iberro/3875/DQG_Art_01.pdf?sequence=1).

Fishbein M. y Ajzen I. (1975). *Belief, attitude, intention, and behavior: An introduction to theory and research*. Addison-Wesley. Recuperado el 03 de abril de 2025.

Fundación Endesa (2014). Smart cities. Recuperado el 18 de mayo de 2024, de: <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educacion/recursos/smart-city#que>.

- Hair J. F., Black W. C., Babin B. J., y Anderson R. E. (2010). *Multivariate Data Analysis (7th ed.)*. Pearson Education. Recuperado el 07 de abril de 2025, de: <https://elibrary.pearson.de/book/99.150005/9781292035116>.
- Hu L. T. y Bentler P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1):1–55. Recuperado el 08 de abril de 2025, de: <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>.
- Instituto Nacional de Estadísticas de Chile (15 de abril de 2020). Adultos mayores en Chile: ¿cuántos hay, dónde viven y en qué trabajan? Recuperado el 10 de mayo de 2024, de Instituto Nacional de Estadísticas de Chile: <https://www.ine.gob.cl/estadisticas/sociales/seguridad-publica-y-justicia/seguridad-ciudadana/2020/04/15/adultos-mayores-en-chile-cu%C3%A1ntos-hay-d%C3%B3nde-viven-y-en-qu%C3%A9-trabajan>.
- James L. R., Mulaik S. A., y Brett J. M. (1982). *Causal Analysis: Assumptions, Models, and Data*. Sage Publications. Recuperado el 08 de abril de 2025.
- Jöreskog K. G. y Sörbom D. (1993). *LISREL 8: Structural Equation Modeling with the SIMPLIS Command Language*. Scientific Software International. Recuperado el 08 de abril de 2025, de: <https://psycnet.apa.org/record/1993-97878-000>.
- Kline R. B. (2016). *Principles and Practice of Structural Equation Modeling (4th ed.)*. The Guilford Press. Recuperado el 07 de abril de 2025, de: <https://doi.org/10.1207/s15327917pmm040116>.

[//www.guilford.com/books/Principles-and-Practice-of-Structural-Equation-Modeling/Rex-Kline/9781462523344](http://www.guilford.com/books/Principles-and-Practice-of-Structural-Equation-Modeling/Rex-Kline/9781462523344).

Lloret-Segura S., Ferreres-Traver A., Hernández-Baeza A., y Tomás-Marco I. (2014). El análisis factorial exploratorio de los ítems: una guía práctica, revisada y actualizada. *Anales de Psicología*, 30(3):1151–1169. Recuperado el 08 de abril de 2025, de: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-97282014000300040](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-97282014000300040).

Matuz Ruiz M. y Ramírez Autrán R. (2016). *Capítulo 2. Evolución y perspectivas de las Ciudades Inteligentes en América Latina*. Recuperado el 18 de mayo de 2024, de: [https://dlwqtxtslxzle7.cloudfront.net/49813889/LibroCiudadesInteligentes-libre.pdf?1477250914=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DCiudadesInteligentes\\_en\\_Iberoamerica\\_ej.pdf&Expires=1716082838&Signature=dpmjimelNBPEakjKSIPXi5Q400gD~oEGiVI6](https://dlwqtxtslxzle7.cloudfront.net/49813889/LibroCiudadesInteligentes-libre.pdf?1477250914=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DCiudadesInteligentes_en_Iberoamerica_ej.pdf&Expires=1716082838&Signature=dpmjimelNBPEakjKSIPXi5Q400gD~oEGiVI6).

Ministerio de Desarrollo Social y Familia de Chile (31 de mayo de 2020). Personas mayores, envejecimiento y cuidados: Documento de resultados. Recuperado el 16 de mayo de 2024, de Observatorio Social, Ministerio de Desarrollo Social y Familia: [https://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/storage/docs/grupos-poblacion/Documento\\_de\\_resultados\\_Personas\\_mayores\\_envejecimiento\\_y\\_cuidados\\_31.07.2020.pdf](https://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/storage/docs/grupos-poblacion/Documento_de_resultados_Personas_mayores_envejecimiento_y_cuidados_31.07.2020.pdf).

Mitzner T. L., Boron J. B., Fausset C. B., Adams A. E., Charness N., Czaja S. J., y Rogers W. A. (2010). Older adults talk technology: Technology usage and attitudes. *Computers in Human*

*Behavior*, 26(6):1710–1721. Recuperado el 25 de marzo de 2025, de: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2010.06.020>.

Organización Mundial de la Salud (01 de octubre de 2022). Envejecimiento y salud. Recuperado el 13 de junio de 2024, de: <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/ageing-and-health#:~:text=Desde%20un%20punto%20de%20vista,%20ltima%20>.

Organización Mundial de la Salud (s.f.). Age-friendly environments in europe (afee). Recuperado el 10 de junio de 2024, de: [https://www.who.int/europe/initiatives/age-friendly-environments-in-europe-\(afee\)](https://www.who.int/europe/initiatives/age-friendly-environments-in-europe-(afee)).

Pinto Fernandez S., Muñoz Sepúlveda M. E., y Leiva Caro J. A. (2018). Uso de tecnologías de información y comunicación en adultos mayores chilenos. *Revista Iberoamericana de Ciencias, Tecnología y Sociedad*, 13(39):52. Recuperado el 18 de mayo de 2024, de: <https://ojs.revistacts.net/index.php/CTS/article/view/84>.

Ruiz M. A., Pardo A., y San Martín R. (2010). Modelos de ecuaciones estructurales. *Papeles del Psicólogo*, 31(1):34–45. Recuperado el 08 de abril de 2025, de: <https://www.redalyc.org/pdf/778/77812441004.pdf>.

Sandoval N. C. y Plaza V. (2018). *Capítulo 1: Envejecimiento poblacional en Chile: oportunidades y desafíos a un fenómeno reciente*. Recuperado el 16 de mayo de 2024, de: [https://www.researchgate.net/publication/350710280\\_Capitulo\\_1\\_Envejecimiento\\_poblacional\\_en\\_Chile\\_oportunidades\\_y\\_desafios\\_a\\_un\\_fenomeno\\_reciente\\_Nicolas\\_Cisternas\\_Sandoval](https://www.researchgate.net/publication/350710280_Capitulo_1_Envejecimiento_poblacional_en_Chile_oportunidades_y_desafios_a_un_fenomeno_reciente_Nicolas_Cisternas_Sandoval).

- Schmitz A. (2019). Análisis internacional de uso de las vídeo consultas médicas: una adaptación de la teoría utaut2. Technical report. Recuperado el 03 de abril de 2025, de Universidad Autónoma de Madrid: <https://repositorio.uam.es/handle/10486/690293>.
- Sevilla Caro M., Salgado Soto M. d. C., y Osuna Millán N. (2015). Envejecimiento activo. las tic en la vida del adulto mayor. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 6(11):13. Recuperado el 10 de mayo de 2024, de: <https://www.redalyc.org/pdf/4981/498150319034.pdf>.
- Sommaya M., Holumkhe Rajesh M., y Tripathi S. (2018). Rising of yokohama, keihanna, kitakyushu, and toyota smart cities in the land of the rising sun. En *Smart Cities: Development and Governance Frameworks*. Springer. Recuperado el 18 de mayo de 2024, de: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-76669-0\\_10](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-76669-0_10).
- Steiger J. H. (1990). Structural model evaluation and modification: An interval estimation approach. *Multivariate Behavioral Research*, 25(2):173–180. Recuperado el 08 de abril de 2025, de: [https://doi.org/10.1207/s15327906mbr2502\\_4](https://doi.org/10.1207/s15327906mbr2502_4).
- Venkatesh V. y Bala H. (2008). Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. *Decision Sciences*, 39(2):273–315. Recuperado el 03 de abril de 2025, de: <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.2008.00192.x>.
- Venkatesh V. y Davis F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management Science*, 46(2):186–204. Recuperado el 03 de abril de 2025, de: <https://doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926>.
- Venkatesh V., Morris M. G., Davis G. B., y Davis F. D. (2003). User acceptance of information

technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3):425–478. Recuperado el 26 de marzo de 2025, de: <https://doi.org/10.2307/30036540>.

Venkatesh V., Thong J. Y. L., y Xu X. (2012). Consumer acceptance and use of information technology: Extending the unified theory of acceptance and use of technology. *MIS Quarterly*, 36(1):157–178. Recuperado el 03 de abril de 2025, de: <https://doi.org/10.2307/41410412>.

Weston R. y Gore P. (2006). A brief guide to structural equation modeling. *The Counseling Psychologist*, 34(5):719–751. Recuperado el 08 de abril de 2025, de: <https://doi.org/10.1177/0011000006286345>.

Yang C.-C., Liu C., y Wang Y.-S. (2022). The acceptance and use of smartphones among older adults: Differences in utaut determinants before and after covid-19. *Library Hi Tech*, 41(5):1357–1375. Recuperado el 26 de marzo de 2025, de: <https://doi.org/10.1108/LHT-12-2021-0432>.