



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
ESCUELA DE INGENIERIA

MODELANDO LAS DECISIONES DE MOVILIDAD DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD A TRAVÉS DE MODELOS HÍBRIDOS DE ELECCIÓN DISCRETA

SERGIO IGNACIO DÍAZ ARTIGAS

Tesis para optar al grado de
Magíster en Ciencias de la Ingeniería

Profesor Supervisor:
PATRICIA GALILEA ARANDA
SEBASTIÁN RAVEAU FELIÚ

Santiago de Chile, Agosto 2021

© 2021, Sergio Ignacio Díaz Artigas



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
ESCUELA DE INGENIERIA

MODELANDO LAS DECISIONES DE MOVILIDAD DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD A TRAVÉS DE MODELOS HÍBRIDOS DE ELECCIÓN DISCRETA

SERGIO IGNACIO DÍAZ ARTIGAS

Tesis presentada a la Comisión integrada por los profesores:

PATRICIA GALILEA

SEBASTIÁN RAVEAU

RICARDO HURTUBIA

JUAN ANTONIO CARRASCO

SERGIO GUTIÉRREZ

Para completar las exigencias del grado de
Magíster en Ciencias de la Ingeniería

Santiago de Chile, Agosto 2021

A mi familia.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, me gustaría agradecer a mis profesores guía: Patricia Galilea y Sebastián Raveau. Ambos son razones fundamentales de por qué escogí la especialidad de Transporte, y fueron el complemento perfecto para apoyarme en realizar esta investigación.

En segundo lugar, quiero agradecer a todas las increíbles personas que conocí realizando esta investigación, en particular a Alicia Naranjo, Kristine France, Marcela Tenorio, Paulina Arango, Paula Cancino, Macarena Lizama, Camila Krautz y Fernanda Terminel. Cada una de ellas me ayudó a comprender y entender la discapacidad desde sus distintas disciplinas, con una vocación tremenda.

A mi familia, quienes me acompañaron en todo momento y tuvieron que soportar mis (múltiples) cambios de humor durante los últimos años de carrera. Muchas gracias.

Por supuesto, agradecer a mis amigos, en especial a Rosario, Mara, Simone, Felipe, Flo, Sofía, Vicente y a tantos otros. Además, muchas gracias a todos los que compartieron la encuesta y soportaron mi spam en todas mis redes sociales.

Mención especial a todos los artistas que me acompañaron 24/7 con su música al desarrollar investigación. Nunca faltó el reggaetón al escribir esta tesis.

Finalmente, agradecer al Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS), a Bus Rapid Transit Centre for Excellence (BRT+), a la Fundación Descúbreme, a la Vicerrectoría de Investigación de la Pontificia Universidad Católica y al Centro UC Síndrome de Down por apoyar el desarrollo de esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Hipótesis y objetivos	2
1.2. Contexto.....	3
1.3. Alcances.....	6
1.4. Contenido.....	7
2. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS.....	9
2.1. Formulación y aplicación de políticas públicas	9
2.2. Desarrollo de sistemas tecnológicos	11
2.3. Modelos econométricos y de comportamiento	13
2.4. Caracterización de patrones de movilidad.....	16
3. MARCO TEÓRICO.....	22
3.1. Modelos de elección discreta	22
3.2. Modelos híbridos de elección discreta	27
4. RECOLECCIÓN DE DATOS.....	30
4.1. Levantamiento de información de barreras	30
4.2. Diseño de la encuesta	33
4.3. Encuesta piloto.....	37
4.4. Realización de la encuesta	37

4.5. Obtención de niveles de servicio	41
5. CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA.....	44
5.1. Caracterización de la muestra	44
5.2. Corrección por sesgos	53
6. RESULTADOS DE MODELACIÓN	55
6.1. Estructura del modelo MIMIC.....	56
6.2. Estructura del modelo de elección discreta	58
6.3. Resultados empíricos.....	59
6.4. Discusión de resultados	66
7. CONCLUSIONES	70
BIBLIOGRAFÍA	75
ANEXOS	84
Anexo A: Encuesta final	84
Anexo B: Material de difusión	99
Anexo C: Material capacitación encuestadores.....	101
Anexo D: Invitación a fundaciones y municipalidades	109
Anexo E: Estimación costos de uso para automóvil.....	112
Anexo F: División político-administrativa de Santiago.....	114
Anexo G: Análisis factorial para la estimación del modelo.....	115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4-1: Preguntas para medir tipo y nivel de discapacidad.....	35
Tabla 4-2: Evaluación sobre principales preocupaciones al desplazarse	36
Tabla 4-3: Características del plan Paso a Paso	40
Tabla 5-1: Comparación distribución geográfica muestra.....	45
Tabla 5-2: Comparación ingresos muestrales	46
Tabla 5-3: Número de observaciones por automóviles en el hogar	47
Tabla 5-4: Observaciones por género e ingresos.....	47
Tabla 5-5: Comparación rangos etarios muestra.....	48
Tabla 5-6: Número de observaciones según ocupación.....	49
Tabla 5-7: Número de observaciones por nivel educacional alcanzado	50
Tabla 5-8: Indicadores de disponibilidad de modos.....	50
Tabla 5-9: Caracterización por tipo de discapacidad.....	51
Tabla 6-1: Información sobre el modelo.....	60
Tabla 6-2: Parámetros ecuaciones estructurales.....	61
Tabla 6-3: Parámetros ecuaciones de medición	61
Tabla 6-4: Parámetros modelo de elección	64
Tabla 6-5: Valores subjetivos para los tiempos.....	65

Tabla E-1: Estimación gastos fijos mensuales vehículo	112
Tabla E-2: Estimación gastos de explotación mensuales vehículo	113
Tabla F-1 Comunas RM por sector	114
Tabla G-1: Análisis factorial	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4-1: Mapa conceptual de barreras identificadas	32
Figura 5-1: Columnas agrupadas de elección de modo	52
Figura 5-2: Comparación distribución elección de modo muestra.....	53
Figura 6-1: Relaciones del modelo de variables latentes.....	57
Figura B-1: Afiche de reclutamiento de encuestadores	99
Figura B-2: Afiche de difusión de encuesta.....	100

RESUMEN

En esta investigación se utilizan modelos híbridos de elección discreta para caracterizar la elección por modo de transporte de personas con discapacidad y generar herramientas que permitan proponer y evaluar políticas de accesibilidad. Se utilizó información proveniente de una encuesta de viajes, diseñada para capturar demanda por viajes de personas sin discapacidad y personas con distintos tipos de discapacidad.

Los resultados indican que personas con discapacidad física enfrentan una sensación de inseguridad al desplazarse, lo que los lleva a preferir modos más seguros y costosos como automóvil, taxi y Uber. Por otro lado, personas con discapacidad sensorial experimentan una sensación de desorientación al utilizar el transporte, lo que los hace ser aversos al modo bicicleta.

Los resultados sugieren que subvencionar modos más caros podrían ser una medida efectiva y barata para fomentar la ejecución de viajes en personas con discapacidad. Y a más largo plazo, introducir servicios de paratransito subvencionados públicamente podrían ser una opción atractiva para satisfacer las necesidades por transporte de personas con discapacidad.

Palabras clave: movilidad, discapacidad, modelos híbridos de elección discreta

ABSTRACT

We use hybrid discrete choice models to characterize the choice for transport mode for people with disabilities and generate tools that allow the proposal and evaluation of transport policies. Data from a trip survey designed to capture the demand for trips of people with different types of disabilities and people without disabilities was used.

Results show that people with physical disabilities experiment a sensation of insecurity when travelling, which leads them to choose safer, more expensive modes like car, cabs or Uber. That said, people with sensory disabilities experiment a feeling of disorientation when travelling, which leads them to be averse to the mode bicycle.

Results suggest that subsidize more expensive and safer modes could be a cheap and effective way to encourage people with disabilities to make trips. Also, subsidized paratransit modes could be an attractive mode to meet the specific needs of transport of people with disabilities on a long term.

Keywords: mobility, disability, hybrid discrete choice models

1. INTRODUCCIÓN

La demanda por transporte es una demanda derivada. Esto significa que el motivo de un viaje es realizar una actividad en el destino, por lo que viajar es una condición importante para poder participar de forma activa en la sociedad. Para personas con discapacidad, el entorno plantea distintas barreras al momento de desplazarse (Bezyak et al., 2017; McKercher and Darcy, 2018), por lo que el estudio de sus decisiones de movilidad ha ganado interés las últimas décadas (Schmoker et al., 2008; Stern, 1993).

Para elaborar modelos que permitan entender el comportamiento de viajes de personas con discapacidad, se debe contar con una base de datos que, además de recopilar información sobre ejecución de viajes, entregue información detallada con respecto a tipo y nivel de discapacidad del usuario, pertenencia a programas de rehabilitación y apoyo, entre otros aspectos (Wasfi and Levinson, 2007).

Dentro del grupo de usuarios con discapacidad, “la investigación internacional se enfoca predominantemente en personas con discapacidad visual o limitaciones físicas funcionales, mientras que la situación para personas con discapacidad intelectual generalmente ha sido desatendida” (Rosenkvist et al., 2009). Estudios anteriores que han modelado la elección de modo de transporte tienden a no considerar la condición de discapacidad (Stern, 1993), y si lo hacen, no realizan una distinción clara entre personas con discapacidades del tipo físico o sensorial y personas con discapacidad intelectual

(además del grado de discapacidad que se padece), lo que no permite generalizar sus resultados (Wasfi et al., 2017).

La investigación científica sobre movilidad y discapacidad en general proviene de países europeos y/o con altos índices de desarrollo humano (Haveman et al., 2013; Lindqvist and Lundälv, 2012; Lindqvist and Sépulchre, 2016; Stjernborg, 2019; Sze and Christensen, 2017; Tillmann et al., 2013). Si bien en países pertenecientes al sur global se han realizado avances en esta materia (Rickert, 2001), la investigación demuestra que, en estas sociedades, un claro entendimiento de los desafíos de accesibilidad en el transporte, a un nivel de planificación, es fundamental para la promoción de los derechos de personas con discapacidad (Ahmad, 2015)

1.1. Hipótesis y objetivos

La hipótesis de esta investigación es que usuarios con discapacidad difieren en sus necesidades de movilidad, de acuerdo con sus características personales y tipo de discapacidad, por lo que su comportamiento es distinto al de usuarios sin discapacidad.

El objetivo general de esta investigación es producir modelos empíricos que permitan caracterizar las decisiones de movilidad de personas con discapacidad y generar herramientas que permitan proponer y evaluar el impacto de políticas públicas de accesibilidad en transporte enfocadas en estos usuarios en Santiago de Chile.

Los objetivos específicos de esta investigación son los siguientes:

- Levantar información respecto de las principales barreras que usuarios con discapacidad enfrentan al interactuar con distintos modos de transporte.
- Elaborar un instrumento que permita capturar la demanda por viajes de personas con discapacidad y personas sin discapacidad mediante técnicas de diseño universal.
- Obtener una base de datos a partir de una encuesta de viajes aplicada a distintos tipos de usuarios, para así establecer comparaciones entre la elección de modo de transporte según propósito, y caracterizar a los usuarios según sus percepciones al utilizar distintos modos de transporte.
- Modelar el comportamiento de usuarios con relación a sus patrones de movilidad en la ciudad de Santiago de Chile, mediante modelos de elección discreta, utilizando un enfoque de variables latentes.

1.2. Contexto

En la ciudad de Santiago, personas con altos ingresos presentan una alta partición modal en el uso de automóvil, mientras que personas con bajos ingresos usualmente viven en zonas periféricas y son, en general, usuarios cautivos del transporte público (Tiznado-Aitken et al., 2019). Además, en Chile la discapacidad está estrechamente relacionada con los ingresos (Servicio Nacional de la Discapacidad, 2015), lo que permite suponer que, en Santiago, un gran porcentaje de personas con discapacidad viven en zonas periféricas y dependen del transporte público para moverse.

El sistema de transporte público de Santiago presenta grandes deficiencias en términos de accesibilidad, en especial para grupos con movilidad reducida (Peña et al., 2018). El decreto 142 emanado por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT) establece que cierto número de asientos en los vehículos debe reservarse para el uso preferente de personas con discapacidad, determina “espacios suficientes” y medidas de fácil acceso para poder desplazarse, y un sistema de sonido diferenciado con iluminación que permite al conductor identificar que un usuario con discapacidad quiere descender del bus. No obstante, los requerimientos específicos de accesibilidad para infraestructura de transporte varían según el grado y tipo de discapacidad de los viajeros. Mientras que usuarios con discapacidad física y sensorial enfatizan falta de accesibilidad en términos de infraestructura de transporte, las necesidades de las personas con trastornos del neurodesarrollo se enfocan generalmente en aspectos sociales e interacciones interpersonales en el transporte público (Lindqvist & Lundälv, 2012).

La Ley 20.422 “Normas sobre Igualdad de Oportunidades e Inclusión Social de Personas con Discapacidad” establece una serie de beneficios y prestaciones sociales a los que pueden acceder personas con discapacidad, un ámbito normativo para la implementación de medidas que aseguren la igualdad de oportunidades y un reglamento relativo al transporte público de pasajeros, entre otros aspectos (Congreso Nacional, 2014). No obstante, a casi 9 años de la entrada en vigencia de esta ley, los avances realizados en el tema de accesibilidad universal en transporte público son insuficientes (Peña et al., 2018), y desproporcionados con el nivel de desarrollo del país.

Por otro lado, el año 2018, entró en vigencia la nueva Ley de Inclusión Laboral. Esta incentiva y amplía las posibilidades laborales de personas registradas con discapacidad o que sean asignatarias de pensiones de invalidez, debiendo las empresas con 100 o más trabajadores disponer del 1% de su dotación para tales efectos, junto con el establecimiento de modalidades de cumplimiento alternativo (Congreso Nacional, 2018). Este incentivo a la entrada laboral de personas con discapacidad genera inevitablemente cambios en la estructura de viajes de las ciudades del país, considerando que el 16,7% de la población nacional son personas con discapacidad (Ministerio de Desarrollo Social, 2015).

La Encuesta Origen Destino de Viajes (EOD) de la Secretaría de Planificación y Transporte (SECTRA), es uno de los principales insumos utilizados para realizar planificación de transporte en la región. La última versión, realizada el año 2012, asigna al encuestador la responsabilidad de identificar la discapacidad del usuario. El encuestador debe responder si el encuestado posee una condición observable que afecte eventualmente su desplazamiento (ceguera total, sordera total, mudez, lisiado/parálisis, deficiencia mental, obesidad, embarazo, edad avanzada) (Observatorio Social, 2014). Dado que esta información no permite identificar múltiples tipos de discapacidad o nivel de esta, se debe elaborar una nueva encuesta que caracterice de mejor forma a los viajeros en el aspecto de discapacidad.

1.3. Alcances

Este estudio constituye una primera aproximación a la elección de modo de transporte en la Región Metropolitana (RM) considerando aspectos de discapacidad, pues no existen estudios similares en la región en conocimiento del autor. El experimento, que pretende modelar la elección de modo de transporte de personas con y sin discapacidad, sólo considera la elección de 8 modos (caminata, bus, metro, bus/metro, automóvil, taxi, Uber y bicicleta), por lo que podrían existir combinaciones no contempladas en los modelos de elección presentados en este documento.

Para elaborar la base de datos, se elaboró y distribuyó una encuesta en línea mediante una promoción pagada en las plataformas Instagram y Facebook, y por los canales del Departamento de Ingeniería de Transporte y Logística (DITL) de la Pontificia Universidad Católica de Chile. No obstante, existen sesgos que surgen naturalmente al ser una encuesta virtual, por lo que la muestra no es representativa de toda la población de la RM. Si bien estos sesgos son abordados mediante el método de balanceo de factores de Furness, podrían existir ciertos sectores de la población subrepresentados.

En la encuesta, para cada viaje realizado por el usuario se preguntó el origen, destino, modo, día (día de semana o fin de semana), horario (mañana, mediodía, tarde y noche), modo de transporte y motivo. Para obtener los niveles de servicio del modo escogido y de cada una de las alternativas disponibles, se utilizó la API de Google Maps y la API de Openrouteservice para obtener una estimación de estos (tiempo de espera, tiempo de

caminata, tiempo en vehículo y distancia). La información obtenida mediante esta metodología sirvió para realizar la estimación de modelos de elección, pero no corresponde estrictamente a los niveles de servicio reales para cada una de las observaciones. Se podrían utilizar metodologías más exactas para obtener los tiempos y distancias, como realizar mediciones en terreno para las rutas mediante tecnología GPS (Arellana, 2012). No obstante, estas extienden los alcances y recursos de una tesis de Magíster.

1.4. Contenido

Este documento está estructurado de la siguiente forma. En el Capítulo 2 se encuentra una revisión de la investigación científica con respecto a movilidad y personas con discapacidad en el mundo, considerando distintos enfoques mediante variadas disciplinas.

En el Capítulo 3 se presenta el marco teórico de esta investigación. En particular, se muestra el modelo de elección discreta logit multinomial (MNL), discutiendo sus principales supuestos, alcances y limitaciones (junto a algunos métodos para enfrentarlas). Finalmente, se presentan los modelos híbridos de elección discreta (variables latentes), como una alternativa para representar heterogeneidad no observable entre los individuos.

En el Capítulo 4 se muestra el procedimiento para elaborar la encuesta de viajes que servirá como insumo de este trabajo. En primer lugar, se realizó una investigación cualitativa en conjunto a una revisión bibliográfica para levantar las principales barreras que enfrentan personas con discapacidad al movilizarse, y posteriormente se elaboró una

encuesta accesible con la ayuda de Fundación Descúbreme. Además, se describe el proceso de aplicación del instrumento elaborado.

En el Capítulo 5 se caracteriza la muestra mediante aspectos del hogar y aspectos personales. También, se hace un análisis de la elección de modo (aspecto que será modelado mediante modelos de elección discreta) y se presenta la metodología aplicada para intentar corregir los sesgos de la muestra.

En el Capítulo 6 se presenta el mejor modelo de elección obtenido, realizando un análisis de los valores de los parámetros, su significancia y una interpretación al modelo MIMIC (de variables latentes) planteado para caracterizar la heterogeneidad mediante indicadores de percepción.

Finalmente, en el capítulo 7 se presentan las conclusiones de este trabajo. Particularmente, se discuten los resultados de este trabajo, recomendaciones de política pública y futuras líneas de investigación.

2. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

Las personas con discapacidad son aquellas personas que “en relación a sus condiciones de salud física, psíquica, intelectual, sensorial u otras, al interactuar con diversas barreras contextuales, actitudinales y ambientales, presentan restricciones en su participación plena y activa en la sociedad” (Servicio Nacional de la Discapacidad, 2015).

A continuación, se procederá a revisar antecedentes de la investigación científica sobre movilidad accesibilidad para personas con discapacidad. Se clasificaron los artículos en las categorías (i) formulación y aplicación de políticas públicas; (ii) desarrollo de sistemas tecnológicos; (iii) modelos econométricos y de comportamiento; y (iv) caracterización de patrones de movilidad.

2.1. Formulación y aplicación de políticas públicas

La accesibilidad de personas con discapacidad a los distintos modos de transporte disponibles ha sido estudiada desde varios ámbitos. En la segunda mitad del siglo XX, Ronald Mace propuso el término de Diseño Universal para describir el concepto de diseñar los elementos y ambientes de modo que sean estéticos y puedan ser utilizados por la mayor cantidad de personas posibles, sin importar sus condiciones (Mace, 1998).

Bajo la influencia de este pensamiento, el sociólogo Tom Shakespeare propuso el modelo social de discapacidad, el cual plantea que la discapacidad se produce por la forma en la que está configurada la sociedad, la cual no permite que un grupo de personas en particular pueda realizar correcta y libremente sus actividades (Shakespeare, 2010). De esta manera,

el espectro se amplía y se pasa a considerar a las personas con discapacidad dentro del grupo personas con movilidad reducida, sumando a otros grupos de la sociedad que presentan dificultades al desplazarse, como personas embarazadas o de la tercera edad.

Bajo este nuevo paradigma sobre accesibilidad, los estudios relacionados al transporte de personas con discapacidad se han enfocado en distintos elementos. Algunos investigadores y expertos han propuesto guías operativas para sistemas de transporte masivos y ofrecido asesorías en la modificación de distintos programas de transporte, en el contexto de la aparición de distintas leyes que promueven la accesibilidad de personas al transporte público y la prohibición de la discriminación por motivos de discapacidad en países desarrollados. Entre estos programas, se puede destacar el *American with Disabilities Act* (ADA) de Estados Unidos, promulgado en 1990. En este contexto, Hunter-Zaworski & Hron (1993) indica líneas operativas y sugiere cambios tecnológicos, políticas y planes de entrenamiento para resolver los problemas de accesibilidad a los buses para personas con discapacidades físicas y cognitivas, en el contexto de la promulgación de ADA.

Posteriormente, Hunter-Zaworski & Hron (1999) notó que la legislación estadounidense, en específico el proyecto ADA, requiere que las agencias de tránsito provean buses accesibles o servicios equivalentes para personas con discapacidad física, sensorial o cognitiva, notando que usuarios con distintos tipos de discapacidad tienen necesidades específicas distintas entre sí. Los autores advirtieron que existe muy poca información sobre personas con discapacidad cognitiva, por lo que se llevaron a cabo encuestas y

entrevistas a distintos actores para comprender mejor la situación de cada uno de los usuarios. La conclusión principal obtenida en este estudio es que, para personas con discapacidad cognitiva, las soluciones tecnológicas no son las más adecuadas para mejorar la accesibilidad en buses. Se necesita interacción personal para resolver la situación individual del usuario, acompañada de programas de entrenamiento a usuarios con dificultades cognitivas para mejorar su experiencia en los vehículos. Otra conclusión obtenida es que para que las señales visuales sean efectivas, deben ser consistentes. Para cumplir con este objetivo, se deben conjugar de buena manera los elementos ubicación, iluminación, contraste y contenidos.

2.2. Desarrollo de sistemas tecnológicos

Ciertos autores se han enfocado en desarrollar y probar la efectividad de sistemas tecnológicos que faciliten el acceso de personas con discapacidad a distintos modos de transporte. En países desarrollados, se han creado distintas plataformas basadas en soluciones digitales que apoyen los viajes realizados por personas con discapacidad. El proyecto Mobility For All, desarrollado para el sistema de buses para la Universidad de Colorado (EE. UU.), tuvo como objetivo desarrollar un sistema digital utilizando el concepto de diseño centrado en las personas, especialmente enfocado en usuarios con discapacidad cognitiva. Los objetivos de este fueron analizar y comprender las barreras cognitivas en sistemas de transporte público, diseñar una arquitectura sociotécnica para reducir la carga cognitiva en sistemas de transporte público actuales, e implementar y reevaluar prototipos sociotécnicos en el mundo real (Fischer & Sullivan Jr., 2002).

Similarmente, Davies et al. (2010) evaluaron la utilidad de un software para la plataforma PDA denominado *Wayfinder*, implementado en el Reino Unido, que integra tecnología GPS para proveer avisos audiovisuales sobre la ubicación del pasajero, para permitir que personas con discapacidad naveguen de forma exitosa en un viaje en bus en el centro de la ciudad. En el estudio se logró demostrar que los usuarios que utilizaron esta plataforma tuvieron mayores tasas de éxito al completar un viaje en bus que usuarios que utilizaron un mapa y direcciones verbales para el mismo recorrido.

También se puede mencionar SAFEWAY2SCHOOL, el cual es un programa sueco basado en múltiples sistemas de información con el objetivo de reforzar la seguridad en el transporte de niños al colegio. Se realizó un estudio en Suecia para explorar si niños con discapacidad cognitiva serían capaces de comprender y utilizar este sistema, cuyos resultados sugieren que no existen grandes diferencias entre el uso de niños con discapacidad cognitiva y los del grupo control, lo que podría ser de gran utilidad para este tipo de usuarios (Falkmer et al., 2014).

El proyecto Mobile, del Ministerio Federal de Economía y Energía de Alemania, tuvo como objetivo brindar a las personas con discapacidad medios que los apoyen durante sus viajes en transporte público, donde se utiliza una mezcla de diferentes modos de transporte. Este apoya a usuarios que viajen en transporte público, tomando en cuenta sus restricciones personales y brindando información actualizada sobre su viaje. Para este objetivo, se desarrollaron dispositivos de apoyo y un sistema que une las características

de los vehículos y estaciones con los atributos personales de los viajeros (Bolten et al., 2015).

En países del denominado “sur global”, el desarrollo de soluciones tecnológicas para apoyar los viajes de personas con discapacidad ha sido más tardío, debido a que la implementación de políticas públicas que regulen las normas mínimas de accesibilidad en vehículos de transporte es más bien reciente, y presentan graves faltas de consistencia que no permiten una aplicación exitosa (Rickert, 2001). No obstante, a nivel local, se han desarrollado soluciones tecnológicas como el proyecto AudioTransantiago (Sánchez & Oyarzún, 2011). En este, se realizó un sistema de guía auditiva para planificar los viajes en Transantiago de personas no videntes. Una evaluación de impacto cognitivo durante viajes en micro asistidos por AudioTransantiago demostró que el software provee mayor autonomía y efectividad para los viajes de los usuarios, mejorando su orientación y movilidad.

En Chile, proyectos de este tipo han decantado en el lanzamiento de aplicaciones más recientes, disponibles en plataformas más extendidas, como LazarilloApp (disponible actualmente en Google Play y App Store), que brinda orientación y autonomía para personas con discapacidad visual al realizar viajes en transporte público.

2.3. Modelos econométricos y de comportamiento

Algunos autores han propuesto la elaboración de distintos modelos para evaluar la aplicación de políticas públicas que promuevan medidas de accesibilidad para personas

con discapacidad en distintos modos de transporte. Stern (1993) propone un modelo de regresión logística multinomial y un modelo de regresión de Poisson para medir los factores que afectan la demanda por distintos modos de transporte para adultos mayores y personas con discapacidad en regiones rurales del estado de Virginia, en Estados Unidos. Para reconocer a personas con discapacidad, se preguntó a los usuarios si tenían un problema para caminar. Los resultados de este estudio sugieren que personas con discapacidad realizan un número limitado de viajes en comparación a personas sin discapacidad, realizando los que son estrictamente necesarios (debido a la baja elasticidad con respecto al precio del modo o disponibilidad). Las principales conclusiones obtenidas son que (i) un sistema de tránsito para personas con discapacidad que va de puerta a puerta es altamente valorado por este grupo, (ii) los taxis son una alternativa potencial pero inferior incluso cuando está subsidiado, y, por último, (iii) los buses son una alternativa mala, especialmente en áreas rurales donde las distancias a los paraderos son largas.

Una metodología similar fue utilizada por Schmoker et al. (2008), con el objetivo de comprender las decisiones de elección de modo entre adultos mayores y personas con discapacidad en Londres, para determinar qué políticas pueden cumplir de mejor forma con sus necesidades de movilidad y patrón de actividades. Se clasificó a los usuarios con discapacidad como personas menores de 65 años con un problema de salud duradero que afecta su habilidad para viajar o moverse. Un resultado interesante de este estudio es que parece haber una preferencia por modos que ofrecen movilidad más autónoma (como conducir o utilizar transporte público) en comparación a ser pasajero en un vehículo

particular, lo que resalta la importancia de desarrollar sistemas de transporte que permitan un uso autovalente para todas las personas.

Por otro lado, y en un ámbito más local, Peña et al., (2018) presentan un estudio para obtener una valorización elementos de accesibilidad en el sistema de transporte público de Santiago de Chile, a través de un experimento de preferencias declaradas. Los resultados muestran que usuarios con movilidad reducida valoran a lo menos el doble la existencia de elementos de accesibilidad que personas sin movilidad reducida. El principal objetivo de esta investigación fue obtener la valoración de las personas para mejorar la accesibilidad del sistema de buses urbano, incorporando distintos elementos de Diseño Universal.

Grisé et al. (2019) notaron la necesidad de desarrollar una metodología que pueda ser utilizada por agencias de transporte público o agencias de discapacidad para destacar y cuantificar el rendimiento de sistemas de transporte público regionales, en términos de proveer servicios de tránsito a personas en silla de ruedas y compararlo con el mismo servicio ofrecido a personas que no están en silla de ruedas. Se evalúa en dos ciudades de Canadá la accesibilidad a puestos de trabajo entre personas usuarias y no usuarias de silla de ruedas. Se realiza una comparación entre los resultados de Montreal y Toronto, con lo que se puede analizar qué medidas pueden ser más efectivas para mejorar los niveles de accesibilidad en cada ciudad. Los autores discuten que la legislación no es el único antecedente que determina el nivel de accesibilidad de un sistema de transporte público,

sino que también influye de sobremanera el diseño original del sistema (tanto fuese accesible para sillas de ruedas de forma intencional o no).

Márquez et al. (2019) muestran los resultados de una encuesta en Tunja, Colombia, donde se realizó un experimento de preferencias declaradas, en el cual se clasificaron usuarios mediante un conjunto de indicadores de variables latentes y características socioeconómicas. Se estimó un modelo híbrido de elección discreta para identificar los factores socioeconómicos que afectan la autonomía personal y la accesibilidad percibida, y también se probó la hipótesis de que estas variables latentes son determinantes en el proceso de elección de modo de transporte urbano para personas con discapacidad. A pesar de que en muchos documentos de políticas utilizados por autoridades de planificación y transporte se indica que para mejorar la accesibilidad en transporte se deben adoptar metodologías de diseño universal, el estudio sugiere que cuando personas con movilidad reducida eligen un modo de transporte, toman en cuenta su autonomía personal y la accesibilidad percibida del sistema de transporte.

2.4. Caracterización de patrones de movilidad

Se han realizado estudios de corte más cualitativo para comprender con mayor profundidad los hábitos de movilidad de personas con discapacidad. Estos han abarcado aspectos como acceso a los distintos modos de transporte, participación en la fuerza laboral, entre otros.

Rosenkvist et al. (2009) notan que el problema de accesibilidad al transporte público enfrentado a personas con discapacidad cognitiva no ha sido suficientemente estudiado en comparación a los otros tipos de discapacidad. En esta investigación se toma un enfoque exploratorio para investigar las principales barreras al uso de transporte público para este grupo. La metodología de este estudio consiste en una serie de entrevistas realizadas a personas sobrevivientes de embolia cerebral, para comprender sus hábitos de movilidad. Se concluye que una forma de poner a disposición los modos de transporte público para estos grupos es asegurarse de que toda la cadena de viajes funcione, y que el personal trabajando en los buses o trenes posea un conocimiento adecuado de las limitaciones cognitivas funcionales para mostrar entendimiento y paciencia cuando interactúen con individuos con dificultades cognitivas. Una realidad importante notada por los autores es que en algunos casos no es el entorno actual el que constituye un obstáculo, sino las propias ideas del usuario con respecto a los modos de transporte.

En Malasia se realizó un estudio consistente en cuestionarios aplicados a usuarios con discapacidad que dependen del sistema de transporte público para realizar sus viajes diariamente en dos terminales (KL Central y Klang Central Station). El principal foco de este estudio fue explorar las necesidades de estos grupos de usuarios en torno a la infraestructura de los terminales. Los principales resultados obtenidos fueron que usuarios de la tercera edad (donde la mayoría son pensionados) son el mayor número de viajeros con movilidad reducida entre estas dos estaciones, mientras que usuarios en silla de ruedas aún creen que existen numerosas mejoras en la infraestructura actual que pueden ser

aplicadas para servir mejor a sus necesidades. Los resultados muestran que aún se necesitan múltiples esfuerzos de los organismos de gobierno, y que existe una gran demanda para rediseñar las instalaciones, con el fin de que la comunidad con discapacidad se sienta mejor aceptada en la sociedad y, asimismo, elevar su igualdad y accesibilidad en la comunidad malaya (Soltani et al., 2012).

Lindqvist & Lundälv (2012) explora experiencias vividas por personas con discapacidad relacionadas al transporte público y al mundo laboral. En particular, se buscó obtener un entendimiento más profundo del acceso físico, social y comunicacional al transporte y mundo laboral para personas con discapacidades físicas y cognitivas en el contexto sueco. Se utiliza el enfoque *Grounded Theory* (Teoría Fundamentada) para analizar los datos obtenidos de entrevistas con usuarios con discapacidad. Este permite una comprensión interpretativa de los resultados entregados por los sujetos. La conclusión más importante del estudio es que, mientras participantes con discapacidad física enfatizaron falta de accesibilidad en términos de infraestructura de transporte, personas con discapacidades neuropsiquiátricas se enfocaron en los aspectos sociales e interacciones del transporte público. Por otro lado, para este último grupo de usuarios, la participación en el mundo laboral es más impactada por la falta de flexibilidad en las tareas de trabajo y la organización de este, y el miedo de ser malinterpretado y percibido como incapaz.

Falkmer et al. (2015) identifican, desde el punto de vista de adultos en el espectro autista, barreras y facilitadores del uso de transporte público y sus preferencias en transporte, y contrastarlas contra los puntos de vista de adultos neurotípicos en Australia. Utilizan la

metodología *Q-Method*, utilizada normalmente en psicología y ciencias sociales para estudiar los puntos de vista de los individuos, pidiéndoles a estos que realicen una categorización de distintas proposiciones presentadas. Las conclusiones obtenidas en este estudio son que ambos grupos (personas con autismo y personas neurotípicas) advocan por el uso del transporte público, y tienen opiniones similares sobre el uso de este modo y conducir un vehículo particular. No obstante, las preferencias por el transporte público de adultos en el espectro autista pueden ser resultado de dificultades en obtener licencia de conducir en vez de una decisión deliberada. El primer facilitador en ambos grupos para el uso de modos de transporte público es el sistema de pago electrónico. La barrera primaria que presenta el grupo en el espectro estaría relacionada por aspectos sociales, por no querer utilizar el transporte público cuando está lleno de pasajeros (*horas peak*).

En un ámbito parecido, Deka et al. (2016) aplican una encuesta a adultos en el espectro autista en Nueva Jersey, Estados Unidos para aprender sobre sus patrones de viaje, la importancia de sus diferentes tipos de viajes y las barreras que encuentran al utilizar distintos modos de transporte. Los autores notaron que la literatura con respecto al transporte y personas con discapacidad cognitiva es casi inexistente. Estudios sólo mencionan el transporte en el contexto de acceder a programas de entrenamiento/terapia o trabajar. Generalmente, estos incluyen revisiones bibliográficas y discusiones, pero no proveen datos empíricos. Además, los estudios realizados tienen generalmente muestras muy pequeñas, por lo que resulta difícil generalizar los resultados obtenidos. Se le preguntó a los encuestados sobre los modos de transporte que habían utilizado durante los

últimos tres meses, considerando que personas con discapacidad cognitiva usan menos el transporte que la población general. El modo más utilizado por estos usuarios fue el auto particular manejado por otra persona (padres, voluntarios, amigos, fundaciones, entre otros). Por otro lado, como la caminata fue el segundo modo más utilizado, se resalta la importancia de que si adultos en el espectro autista viven en un área donde los polos de actividades se encuentran a una distancia caminable, mejoras en las veredas y cruces, además de la implementación de medidas que se enfoquen en calmar el tráfico, podrían tener gran implicancia en el bienestar de estos usuarios.

Bezyak et al. (2017) presentan los resultados de una encuesta en línea para levantar las principales barreras que enfrentan usuarios con distintos tipos de discapacidad en Estados Unidos. Los resultados reflejan la necesidad de un cambio en los espacios físicos, sistemas y componentes actitudinales para asegurar un acceso en igualdad de oportunidades al transporte público. Estos también indican que tres de las seis barreras más comunes identificadas por personas con discapacidad en el transporte público estaban relacionadas a las características del chofer, incluyendo que estos no anuncian las paradas, tienen actitudes inapropiadas y presentan falta de conocimiento frente a ciertas situaciones (como estrategias de comunicación alternativas y falta de comprensión frente a las necesidades especiales de personas con discapacidad). Las soluciones propuestas a las barreras identificadas se basan principalmente en la integración de sistemas de información con elementos audiovisuales en los vehículos que indiquen el progreso del viaje, además de la

implementación de programas de entrenamiento para el personal de los sistemas de transporte para tratar con las necesidades especiales de personas con discapacidad.

3. MARCO TEÓRICO

Para esta investigación, se utilizaron modelos híbridos de elección discreta como metodología. En este capítulo, se describirán los modelos de elección discreta con sus principales características y limitaciones, y a continuación, se describirán los modelos híbridos de elección discreta, con el objetivo de abordar algunas de las limitaciones planteadas.

3.1. Modelos de elección discreta

Los modelos de elección discreta afirman que la probabilidad de que los individuos elijan una determinada alternativa es función de sus características socioeconómicas y de la relativa atractividad de la alternativa. Para representar la atractividad de una alternativa se utiliza el concepto de utilidad. Para predecir si una alternativa es escogida por un usuario, el valor de la utilidad que esta le reporta se ha de comparar con el valor de las utilidades de las opciones alternativas y transformarse en un valor de probabilidad (Ortúzar & Willumsen, 2008).

Estos modelos se basan en la Teoría de Utilidad Aleatoria (McFadden, 1974). Esta se basa en tres hipótesis de modelación. En primer lugar, se asume que el tomador de decisiones q considera todas las alternativas en un conjunto de alternativas relevantes, le entrega a cada alternativa i un valor de utilidad percibida U_{iq} y escoge la alternativa i^* con el máximo valor de utilidad percibida $U_{i^*q} \geq U_{iq} \forall i \in A_q$. En segundo lugar, la utilidad percibida de cada alternativa se modela tomando en cuenta la incertidumbre con respecto

a la información incompleta disponible para cada usuario y también para el modelador. En tercer lugar, la utilidad percibida para cada alternativa se modela a través de una variable aleatoria continua. La media de la utilidad percibida se denomina utilidad sistemática, $V_{iq} = E[U_{iq}]$ (Cantarella et al., 2019).

Así, para cualquier variable aleatoria con media finita, el error aleatorio puede ser definido como $\varepsilon_{iq} = U_{iq} - E[U_{iq}] = U_{iq} - V_{iq}$ con $E[\varepsilon_{iq}] = 0$ y $\text{Var}[\varepsilon_{iq}] = \text{Var}[U_{iq}]$; la distribución de la componente de error puede obtenerse de la utilidad percibida.

Por lo tanto, la probabilidad p_{iq} de que el individuo q escoja la alternativa i está dada por la probabilidad de que la utilidad percibida sea mayor o igual a la utilidad percibida de cualquier otra alternativa.

$$p_{iq} = \Pr[U_{iq} \geq U_{jq}, \forall j \in A_q] = \Pr[V_{iq} - V_{jq} \geq \varepsilon_{jq} - \varepsilon_{iq}, \forall j \in A_q] \quad (3.1)$$

Sin pérdida de generalidad, se puede asumir que las componentes de error ε tienen media cero. Por lo tanto, la distribución de $\mathbf{U}$ tiene la misma distribución anterior $f(\mathbf{U})$, pero con media $\mathbf{V}$ en vez de 0, con lo cual, la Ecuación 3.1 puede escribirse de la siguiente forma.

$$p_{iq} = \int_{R_N} f(\boldsymbol{\varepsilon}) d(\boldsymbol{\varepsilon}) \quad (3.2)$$

Si se asume que la función de utilidad posee errores independiente e idénticamente distribuidos (i.i.d.), $f(\boldsymbol{\varepsilon})$ puede descomponerse de la siguiente forma.

$$f(\boldsymbol{\varepsilon}) = f(\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_J) = \prod_j g(\varepsilon_j) \quad (3.3)$$

donde $g(\varepsilon_j)$ representa la función de utilidad asociada a la alternativa j . De forma general, la probabilidad de escoger la alternativa i queda reducida a la siguiente expresión (Ortúzar & Willumsen, 2008).

$$p_{iq} = \int_{-\infty}^{+\infty} g(\varepsilon_{iq}) \left[\prod_{i \neq j} \int_{-\infty}^{V_{iq} - V_{jq} + \varepsilon_{iq}} g(\varepsilon_{jq}) d\varepsilon_{jq} \right] d\varepsilon_{iq} \quad (3.4)$$

3.1.1. Modelo Logit Multinomial

El Modelo Logit Multinomial (MNL) es el modelo de elección discreta más sencillo, y ha sido ampliamente utilizado en modelación de elección discreta. Se asume que los parámetros de error ε_j distribuyen i.i.d. Gumbel. De este modo, la probabilidad de elección de la alternativa i queda planteada de la siguiente forma.

$$p_{iq} = \frac{e^{\lambda V_{iq}}}{\sum_{j \in A_q} e^{\lambda V_{jq}}} \quad (3.5)$$

Generalmente, las funciones de utilidad V_{iq} tienen forma lineal en sus parámetros. También, el parámetro λ (cuyo valor en la práctica se normaliza a uno, porque no puede ser estimado separadamente de los parámetros de las funciones de utilidad V_{iq}) está asociado a la desviación estándar común de la variable Gumbel mediante la siguiente relación.

$$\sigma = \frac{\pi}{\lambda\sqrt{6}} \quad (3.6)$$

En este modelo, las utilidades son funciones de los atributos de las alternativas y/o características de los individuos. Las preferencias están determinadas por los parámetros de dichas utilidades.

Una limitación de este modelo radica en que el modelo no permite incluir variaciones en los gustos (i.e. que cada individuo tenga distintos parámetros θ en sus funciones de utilidad V_{iq}). Un enfoque de solución a esta limitación son las variaciones sistemáticas en los gustos, donde se caracterizan las diferencias en preferencias y percepciones de los individuos en sus funciones de utilidad. Por ejemplo, se podrían considerar distintos parámetros para el costo de cierta alternativa i dependiendo del ingreso del individuo q .

$$V_{iq} = ASC_i + \theta_t \cdot t_{iq} + (\theta_{c_0} + \theta_{c_1} \cdot \delta^{I_{medio}} + \theta_{c_2} \cdot \delta^{I_{alto}}) \cdot C_{iq} + \dots \quad (3.7)$$

3.1.2. Estimación de modelos

Para estimar los coeficientes θ_k de las funciones de utilidad V_{iq} a partir de una muestra aleatoria, se utiliza generalmente el Método de Máxima Verosimilitud (ML). Estos estimadores son el conjunto de parámetros que generan más frecuentemente la muestra observada.

Sea una muestra de I individuos para los cuales se observa su elección y los valores de g_{iq} que indican si el individuo q escogió la alternativa i . La función de verosimilitud viene

dada por el producto de las probabilidades de que cada individuo elija la opción que realmente seleccionó.

$$L(\theta) = \prod_{q=1}^Q \prod_{i \in A_q} (p_{iq})^{g_{iq}} \quad (3.8)$$

donde g_{iq} es una variable binaria ficticia tal que

$$g_{iq} = \begin{cases} 1 & \text{si } q \text{ escoge } i \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

Para maximizar la función de la Ecuación 3.8 se procede a tomar las derivadas parciales con respecto a θ e igualando a cero. En la práctica, se maximiza el logaritmo natural de $L(\theta)$ (función log-verosimilitud $l(\theta)$), ya que es más manejable y conduce al mismo óptimo.

$$l(\theta) = \sum_{q=1}^Q \sum_{i \in A_q} g_{iq} \log p_{iq} \quad (3.9)$$

Al maximizar la log-verosimilitud se obtiene un conjunto de estimadores θ^* distribuidos asintóticamente $N(\theta, S^2)$, donde

$$S^2 = - \left[E \left(\frac{\partial^2 l(\theta)}{\partial \theta^2} \right) \right]^{-1} \quad (3.10)$$

θ_k^* tiene una varianza estimada s_{kk}^2 calculada durante la estimación. Si su media es $\theta_k = \theta$, entonces

$$t = \frac{\theta_k^*}{s_{kk}} \quad (3.11)$$

sigue asintóticamente una distribución normal estándar $N(0,1)$, por lo que es posible comprobar si θ_k^* es significativamente distinto de 0. Valores suficientemente grandes de t (mayores que 1,96) para un nivel de confianza del 95% llevan a rechazar la hipótesis nula $\theta_k = 0$, y de esta forma aceptar que el k -ésimo atributo tiene un efecto significativo en las funciones de utilidad.

3.2. Modelos híbridos de elección discreta

Recientemente, se ha avanzado en la estimación de modelos híbridos de elección discreta. La ventaja de estos sobre modelos tradicionales radica en la incorporación de variables latentes (percepciones y actitudes no observables directamente) que pueden ser importantes en el proceso de elección (Walker, 2001).

3.2.1. Modelo MIMIC

Una variable latente es una variable que no puede ser observada directamente. Esta es una variable aleatoria usualmente caracterizada por una ecuación estructural. Las variables latentes se pueden modelar mediante la siguiente ecuación estructural.

$$\eta_{ilq} = \sum_r \alpha_{ilr} \cdot s_{irq} + v_{ilq} \quad (3.12)$$

donde s_{irq} corresponde a variables explicativas (observadas o latentes), α_{ilr} corresponde a un grupo de parámetros (que serán estimados a partir de una muestra aleatoria) y v_{ilq} es un término de error aleatorio. Los índices i corresponden a una alternativa, l a una variable latente, r a una variable explicativa y q a un individuo.

El analista obtiene información sobre la variable latente a través de indicadores, los que son mediciones indirectas. Estos indicadores son manifestaciones de la variable latente subyacente. Cuando el indicador es ordinal (como en una escala de Likert o una graduación), las ecuaciones de medición entre el indicador y la variable latente se muestran en las siguientes expresiones.

$$z_{ipq} = \sum_l \gamma_{ilp} \cdot \eta_{ilq} + \varsigma_{ipq} \quad (3.13)$$

$$y_{ipq} = \begin{cases} Y_1 & \text{si } \tau_{1ip} \leq z_{ipq} \\ Y_2 & \text{si } \tau_{1ip} < z_{ipq} \leq \tau_{2ip} \\ & \vdots \\ Y_N & \text{si } \tau_{(N-1)ip} < z_{ipq} \end{cases} \quad (3.14)$$

Los parámetros α_{ilr} y γ_{ilp} serán estimados, y v_{ilq} y ς_{ipq} son términos de error con media 0 y desviación estándar a ser estimada. Como los términos η_{ilq} son desconocidos, ambas ecuaciones deben considerarse en conjunto en el proceso de estimación de parámetros.

Ambos grupos de ecuaciones pertenecen al Modelo Multiple Indicators, Multiple Causes (MIMIC) (Bollen, 1989).

3.2.2. Estimación de modelos híbridos de elección discreta

Si se incluyen variables latentes del modelo MIMIC en la función de utilidad sistemática V_{iq} , se tiene el siguiente grupo de ecuaciones.

$$V_{iq} = \sum_k \theta_{ik} \cdot X_{ikq} + \sum_l \beta_{il} \cdot \eta_{ilq} \quad (3.15)$$

Como las variables latentes η_{ilq} son desconocidas, el modelo de elección discreta debe ser estimado en conjunto con las ecuaciones estructurales y de medición del modelo MIMIC. Existen dos metodologías para estimar modelos híbridos: estimación simultánea y estimación secuencial. Ambas difieren en cómo la información disponible es utilizada

Aunque la estimación de modelos híbridos de elección discreta ha avanzado notablemente los últimos años, su uso no está masificado en evaluación de políticas públicas. No obstante, variables actitudinales y de percepción (modeladas a través de análisis factorial o regresiones logísticas) han sido utilizadas para informar sobre políticas y evaluar proyectos (Yáñez et al., 2010).

4. RECOLECCIÓN DE DATOS

Dados los objetivos de investigación, se elaboró una encuesta que recoge viajes y percepciones de movilidad de personas con discapacidad y personas sin discapacidad. No obstante, debido a la falta de investigación a nivel local sobre movilidad y discapacidad intelectual, se realizó un estudio previo para comprender las barreras específicas que enfrentan estos usuarios al transportarse en la ciudad.

4.1. Levantamiento de información de barreras

Considerando la falta de investigación con respecto a barreras que enfrentan personas con discapacidad intelectual en comparación a los otros tipos de discapacidad, se realizó un estudio exploratorio de naturaleza cualitativa para comprender a cabalidad su situación y complementar con la información disponible en la revisión bibliográfica.

Este trabajo fue financiado por la Vicerrectoría de Investigación de la Pontificia Universidad Católica de Chile y el Centro UC Síndrome de Down, mediante el Concurso de Investigación Inclusión de Personas con Síndrome de Down 2019. Fue aprobada por el Comité Ético Científico (CEC) en Ciencias Sociales, Artes y Humanidades de la Pontificia Universidad Católica de Chile antes de iniciar su ejecución.

Para tales efectos, el proceso de recolección de información consideró dos fases: en una primera fase se realizó un mapeo inicial de carácter exploratorio con entrevistas a

Informantes Clave. El propósito era familiarizarse con la realidad a observar, ampliar la problemática de investigación a partir de una observación preliminar que permita adecuar las dimensiones a evaluar, y dar pistas de nuevas ideas para documentar la realidad que se propone abordar con la investigación.

En una segunda fase, se utilizó la técnica de entrevista en profundidad con usuarios de transporte público con discapacidad intelectual, de manera de recopilar temas emergentes (no necesariamente predecibles) al momento de iniciar la investigación. Se trata de un instrumento ideal para relevar narrativas y discursos, y, por tanto, profundizar en el significado que los individuos le otorgan a su experiencia y al entorno. Además de tratarse de un instrumento flexible de adecuar al tipo de usuario a entrevistar y al momento del levantamiento de los datos, permitió en el caso de esta investigación el uso de recursos audiovisuales que conectaran al entrevistado con las experiencias en el transporte vividas. Para lograr lo anterior, las entrevistas en profundidad buscan generar un espacio conversacional abierto, y así minimizar la distancia entrevistado-entrevistador que se genera comúnmente con instrumentos cuantitativos (Charmaz, 2014). Todas las entrevistas fueron ejecutadas por una socióloga.

La información recolectada fue analizada con la metodología Teoría Fundamentada. Los datos fueron recopilados de manera sistemática y analizados por medio de un proceso que relaciona los discursos entre los usuarios entrevistados, sin que los investigadores proyecten – en los hallazgos – teorías preconcebidas (Corbin & Strauss, 2015). La metodología de Teoría Fundamentada orienta el sistema de recolección y análisis de la

información para construir conocimiento desde el dato mismo, a partir de un proceso inductivo e interactivo desde los datos al análisis, y mecanismos comparativos de la información y análisis emergentes (Charmaz & Belgrave, 2009).

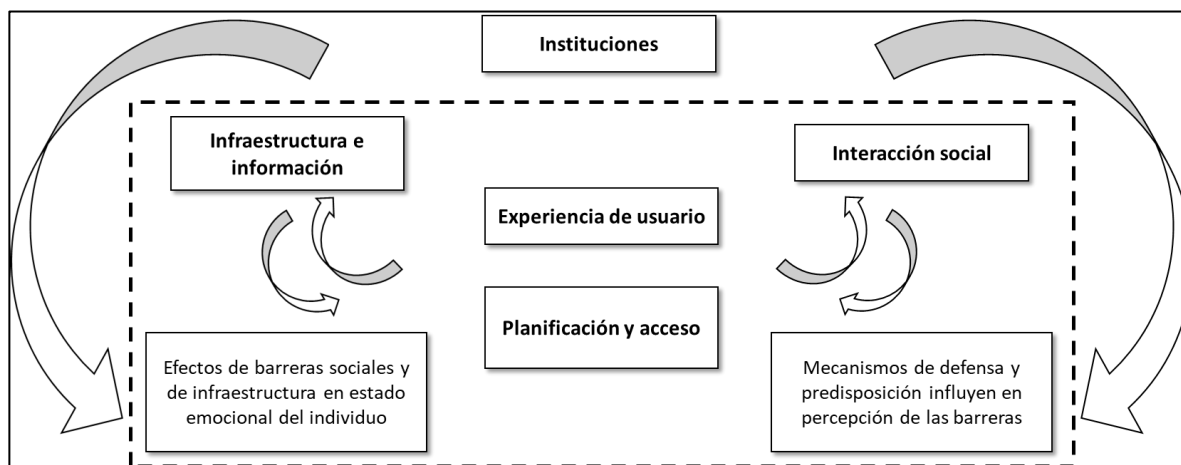


Figura 4-1: Mapa conceptual de barreras identificadas

Fuente: Elaboración propia

Las barreras identificadas pueden consultarse en la Figura 4-1. Estas operan en diferentes niveles de análisis.

- Las barreras de planificación y acceso, así como ciertas estrategias que funcionan como facilitadores, operan a nivel de la experiencia interna del usuario, tanto en el nivel cognitivo, como emocional.
- Las barreras de infraestructura y sociales, así como facilitadores en los mismos niveles, funcionan en un segundo nivel de interacción del usuario con su entorno y las personas.

- Las barreras institucionales operan a nivel del entorno o a nivel estructural, de las bases y condiciones para el funcionamiento del sistema de transporte público. Espacio donde el usuario no tiene contacto, y por tanto conciencia de este nivel.

La mayoría de los hallazgos coinciden con la investigación internacional sobre barreras e interacción de personas con discapacidad intelectual con el transporte público. En particular, se observan bastantes similitudes con el modelo social-ecológico de movilidad y participación de tráfico propuesto por Haveman et al. (2013) No obstante, surgen ciertas barreras específicas debido al contexto nacional, como daños en la infraestructura de transporte derivados de las numerosas protestas que han tenido lugar en Chile los últimos años.

4.2. Diseño de la encuesta

A partir de los resultados del levantamiento de información sobre decisiones de movilidad de personas con discapacidad intelectual, la información disponible en literatura sobre movilidad de personas con otros tipos de discapacidad y la revisión bibliográfica de instrumentos para modelar la demanda por modos de transporte, se elaboró una encuesta de viajes diseñada para capturar los viajes realizados por este grupo de usuarios.

Para asegurar que el diseño sea accesible y la carga cognitiva sea baja, el instrumento se elaboró en conjunto con la Fundación Descúbreme. Esta fundación fue creada en 2010 con la misión de promover la inclusión integral de las personas con discapacidad cognitiva en todos los ámbitos del desarrollo humano. Durante este período, han logrado

sistematizar y consolidar modelos de gestión sostenibles y eficientes en materia de inversión social, capacitación, incidencia, consultoría y estudios, siendo una de las principales organizaciones que promueve la construcción de una cultura inclusiva a nivel nacional (Fundación Descúbreme, 2021).

Con respecto a las preguntas de tipo personal, se le pregunta al usuario su domicilio, rango etario, género, nivel educacional y ocupación.

Para definir la disponibilidad de modos de transporte, se pregunta al usuario si posee licencia de conducir, tarjeta Bip, Tarjeta Nacional Estudiantil (TNE), Tarjeta de Adulto Mayor (TAM), y si sabe andar en bicicleta.

Con respecto a la información socioeconómica, se pregunta al usuario con quién vive, cuántas personas viven en el hogar, cuántos automóviles hay en el hogar y cuánto suman los ingresos del hogar.

Estudios anteriores tienden a no realizar una distinción clara entre personas con discapacidades del tipo físico o sensorial y personas con discapacidad intelectual, lo que no permite generalizar resultados (Rosenkvist et al., 2009). Por otro lado, estudios anteriores realizados no consideran el nivel de discapacidad, por lo que se implementó el instrumento *Short Set of Disability Questions* elaborado por el Washington Group on Disability Statistics para medir tipo y nivel de discapacidad en la encuesta de viajes (Washington Group, 2017). La implementación de este set de preguntas puede revisarse en la Tabla 4-1.

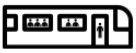
Tabla 4-1: Preguntas para medir tipo y nivel de discapacidad

	Pregunta	No tengo dificultad	Sí, un poco de dificultad	Sí, bastante dificultad	No puedo hacerlo
	¿Tienes dificultad para ver, incluso usando anteojos?				
	¿Tienes dificultad para escuchar, incluso usando un audifono?				
	¿Tienes dificultad para caminar o subir escaleras?				
	¿Tienes dificultad para recordar o concentrarte?				
	¿Tienes dificultad para bañarte o vestirse?				
	Usando tu idioma usual ¿Tienes dificultades para comunicarte?				

Fuente: Elaboración propia a partir de Washington Group, 2017

Con el objetivo de incorporar variables latentes en los modelos producidos, en la encuesta se realiza una evaluación sobre las principales preocupaciones que tiene el usuario a la hora de desplazarse por la ciudad, señalando las barreras reconocidas por los usuarios que participaron en este estudio y las barreras identificadas en la bibliografía. Estas se pueden consultar en la Tabla 4-2.

Tabla 4-2: Evaluación sobre principales preocupaciones al desplazarse

	Preocupación	No me preocupa	No sé	Me preocupa
	Mucha gente en el paradero.			
	Mucha gente en el bus.			
	Mucha gente en el metro.			
	Hablar con pasajeros.			
	Hablar con el conductor.			
	Subir al vehículo.			
	Reconocer mi parada.			
	Ser víctima de acoso.			
	Cruzar calles.			
	Saber dónde estoy.			
	Reconocer qué bus tomar.			
	Ser asaltado.			
	Tener un accidente.			
	Cargar mi tarjeta bip.			
	Pagar en efectivo.			

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, al usuario se le pregunta sobre los tres últimos viajes realizados. Para cada viaje, se pregunta el día (día de semana o fin de semana), lugar de origen, lugar de destino, horario (mañana, mediodía, tarde o noche), motivo y modo de transporte utilizado.

4.3. Encuesta piloto

Durante las tres primeras semanas de septiembre de 2020 se realizó una encuesta piloto a 10 usuarios con discapacidad intelectual y 5 usuarios con discapacidad visual, con el objetivo de asegurar que la encuesta fuese lo más accesible posible. La realización del piloto estuvo a cargo de un equipo de Fundación Descúbreme, quienes acompañaron a algunos usuarios participantes mediante videoconferencia para obtener retroalimentación mientras contestaban la encuesta.

Después de la realización del piloto, se realizaron modificaciones menores a la redacción de las preguntas, se adecuaron las ilustraciones utilizadas para apoyar a los usuarios y se decidió realizar una versión especial de la encuesta compatible con *software* de lectura de pantalla para usuarios con dificultades visuales. La versión final de la encuesta se puede revisar en el Anexo A.

Otro resultado de la retroalimentación de la encuesta piloto es que usuarios con discapacidad visual y discapacidad intelectual tienen altas dificultades para responder la encuesta de forma autónoma (incluso con las modificaciones realizadas). Por este motivo, se tomó la decisión de contar con encuestadores que aplicaran la encuesta para garantizar un mínimo de respuestas de usuarios con estos tipos de discapacidad.

4.4. Realización de la encuesta

Esta investigación fue aprobada por el CEC en Ciencias Sociales, Artes y Humanidades de la Pontificia Universidad Católica de Chile antes de aplicar la encuesta. La aprobación

se obtuvo el día 30 de octubre de 2020. Para el trabajo de campo, se contó con el financiamiento de los centros de investigación Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS) y Bus Rapid Transit Centre of Excellence (BRT+).

Considerando que esta investigación considera la participación de personas con discapacidad intelectual, el Artículo 28 de la Ley 20.584 indica que “en los casos en que se realice investigación científica con participación de personas con discapacidad psíquica o intelectual que tengan la capacidad de manifestar su voluntad y que hayan dado consentimiento informado, además de la evaluación ético científica que corresponda, será necesaria la autorización de la Autoridad Sanitaria competente, además de la manifestación de voluntad expresa de participar tanto de parte del paciente como de su representante legal” (Congreso Nacional, 2019). De este modo, se decidió que sólo personas mayores 18 de años que puedan expresar su voluntad pueden participar en este estudio. Además, para usuarios con discapacidad intelectual, se confeccionaron consentimientos especiales para el usuario y para el tutor responsable.

El instrumento se aplicó de forma virtual entre los días 1 y 20 de diciembre de 2020. Este fue difundido mediante los canales del DITL, incluyendo a los centros de investigación asociados CEDEUS y BRT+. Además, se recurrió a una campaña de publicidad pagada en las redes sociales Facebook e Instagram, con el objetivo de maximizar el número de respuestas. El material de difusión para la encuesta se puede consultar en el Anexo B. Entre los usuarios que respondieron la encuesta, se sortearon tres *giftcards* de \$50.000 del consorcio de centros comerciales Cencosud.

Debido a la pandemia por Covid-19, el Ministerio de Salud diseñó el plan de desconfinamiento Paso a Paso. Este es una estrategia gradual para enfrentar la pandemia según la situación sanitaria de cada zona en particular. Se trata de 5 escenarios o pasos graduales, que van desde la Cuarentena hasta la Apertura Avanzada, con restricciones y obligaciones específicas. El avance o retroceso de un paso particular a otro está sujeta a indicadores epidemiológicos, red asistencial y trazabilidad (Ministerio de Salud, 2020).

Durante la ejecución de esta encuesta, todas las comunas de la RM se encontraban en Fase 2, Fase 3 o Fase 4. Por otro lado, se encontraba vigente un toque de queda entre las 00:00 y las 5:00 hrs, lo que implica que en ese horario no se puede salir salvo que se tenga un salvoconducto por emergencia médica o funeral. A continuación, se pueden revisar las principales características de cada etapa.

Tabla 4-3: Características del Plan Paso a Paso

Fase	Prohibiciones
Fase 2 (Transición)	• Las reuniones en residencias particulares de más de 5 personas y cualquier evento o reunión durante el horario de toque de queda, o los sábados, domingos y festivos. • Las actividades con público con más asistentes de lo permitido o sin cumplir las condiciones requeridas según el tipo. • La atención de público en restaurantes o cafés en espacios cerrados. • La venta y consumo de alimentos en lugares cerrados de centros comerciales. • El funcionamiento de Clubes de Adultos Mayores y Centros de día de Adultos Mayores. • El funcionamiento de pubs, discotecas y lugares análogos. • El traslado a residencia no habitual y a otras regiones.
Fase 3 (Preparación)	• Las reuniones en residencias particulares de más de 15 personas y cualquier evento o reunión durante el horario de toque de queda. • Las actividades con público con más asistentes que lo permitido o sin cumplir las condiciones requeridas según tipo. • El funcionamiento de Clubes de Adultos Mayores y Centros de día de Adultos Mayores. • El funcionamiento de pubs, discotecas y lugares análogos. • El traslado a comuna en Paso 2 de otra región.
Fase 4 (Apertura inicial)	• Las reuniones en residencias particulares de más de 30 personas y cualquier evento o reunión durante el horario de toque de queda. • Las actividades con público con más asistentes que lo permitido o sin cumplir las condiciones requeridas según el tipo. • El funcionamiento de pubs, discotecas y lugares análogos. • El traslado a comuna en Paso 2 de otra región.

Fuente: Ministerio de Salud, 2020

Para garantizar un mínimo de respuestas de usuarios con discapacidad visual y discapacidad intelectual, se reclutó a 6 encuestadores mediante los canales del DITL.

Antes de la toma de datos, se les realizó una capacitación sobre discapacidad, los objetivos del estudio y estrategias para aplicar el instrumento. El material utilizado para la capacitación se puede consultar en el Anexo C. Los encuestadores realizaron un total de 25 encuestas a usuarios con discapacidad visual y 26 encuestas a usuarios con discapacidad intelectual.

Por otro lado, se realizó una invitación especial por correo electrónico a numerosas fundaciones que trabajan con personas con discapacidad en la RM, y a cada Municipalidad de la RM mediante la Dirección de Desarrollo Comunitario (DIDECO) o área de inclusión (si existía). Se puede consultar la invitación realizada en el Anexo D.

4.5. Obtención de niveles de servicio

En primer lugar, para obtener los niveles de servicio de cada observación, se debió definir la disponibilidad de modos de transporte para cada usuario. Se utilizaron los siguientes supuestos:

- Usuarios que no saben andar en bicicleta no tienen el modo disponible.
- Usuarios que no tienen licencia de conducir y no tienen automóviles en su hogar, no tienen el modo disponible.
- Usuarios que no poseen tarjeta bip, TAM o TNE no tienen los modos de transporte público disponibles.

Para cada viaje en la muestra, se cuenta con el origen, destino, rango horario (mañana, mediodía, tarde y noche), día (semana o fin de semana), motivo y modo de transporte.

Para estimar modelos de elección discreta, es necesario contar con los niveles de servicio de la red, con el objetivo de comparar la utilidad que le reporta al usuario su elección con las utilidades de las alternativas disponibles.

Los supuestos para realizar la obtención de niveles de servicio son los siguientes:

- Para un viaje en día de semana, se asume que se realizó un miércoles, y para un viaje en fin de semana, se asume que se realizó un sábado.
- Un viaje de mañana se realiza a las 8:00 hrs, uno al mediodía se realiza a las 12:00 hrs, uno a la tarde se realiza a las 17:00 hrs y uno a la noche se realiza a las 21:00 hrs.
- La estrategia para calcular las rutas en transporte público corresponde a realizar la menor cantidad de trasbordos posible.

Con el objetivo de obtener los niveles de servicio para cada observación, se implementó un programa en Python que recibe el origen, destino, día, horario y modo de transporte, y entrega los niveles de servicio distancia, tiempo de caminata, tiempo de espera, y tiempo en vehículo para cada modo de transporte disponible, basado en las rutas entregadas por la API de Google Maps. Para el modo bicicleta, se utilizó la API de OpenRoutesService desarrollada por el Heidelberg Institute for Geoinformation Technology (Weber, 2008).

Finalmente, en los casos que el programa no fue capaz de calcular una ruta para cierto modo de transporte, se decidió indicar que el modo no estaba disponible. Esto se puede deber a caminatas excesivas para el modo caminata, rutas de transporte público no

disponibles para un par origen destino o imposibilidad de calcular una ruta para un par origen destino en el modo bicicleta.

Para establecer los costos de cada modo de transporte, se realizaron los siguientes supuestos:

- El modo caminata no tiene costos.
- Los modos de transporte público (bus, metro, bus – metro) tienen los costos vigentes para el sistema de transporte RED en el año 2020. En particular, se consideró que usuarios que tienen pase escolar o TAM pagan tarifa rebajada, y se consideraron las diferentes tarifas según el horario en que se realizó el viaje.
- El modo automóvil tiene asociados un costo por kilómetro basado en una estimación de un vehículo Chevrolet Sail del año 2015 en Santiago. El detalle de esta estimación se puede consultar en el Anexo E.
- El modo taxi tiene un costo fijo de 300 pesos (CLP) para los 200 metros iniciales, y un costo variable de 120 pesos por cada 200 metros adicionales o 60 segundos transcurridos.
- El modo Uber tiene un 60% de la tarifa máxima asociadas a la plataforma Cabify indicadas en su sitio web para el año 2020 (dado que este sistema cuenta con tarifa dinámica y no es posible obtener una estimación más precisa).
- El modo bicicleta tiene asociada la tarifa vigente para el año 2020 para la plataforma de bicicletas compartidas Mobike (399 pesos por cada 20 minutos de uso).

5. CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA

5.1. Caracterización de la muestra

La encuesta obtuvo un total de 484 respuestas que contenían información de al menos un viaje. Tras realizar una depuración de la base de datos, donde se borraron viajes que contenían un origen o un destino fuera de la RM o que tenían el mismo origen y destino, se obtuvieron un total de 1203 observaciones, donde cada observación corresponde a un viaje.

5.1.1. Caracterización de hogares

En primer lugar, se procedió a caracterizar la muestra según lugar de residencia, utilizando la división político-administrativa de la RM. Esta división agrupa a las 52 comunas de la región en seis provincias (Santiago, Chacabuco, Cordillera, Maipo, Melipilla y Talagante). El detalle de la división administrativa se puede revisar en el Anexo F. A continuación, se muestra la comparación de la distribución de la muestra y la distribución real, según los datos del Censo 2017.

Tabla 5-1: Comparación distribución geográfica muestral

Sector	Distribución muestra	Distribución real
Chacabuco	2,24%	3,76%
Cordillera	5,07%	8,62%
Maipo	1,91%	6,97%
Melipilla	0,42%	2,61%
Santiago	89,28%	73,82%
Talagante	1,08%	4,22%

Fuente: Censo 2017

Para caracterizar la muestra según ingresos, se decidió preguntar por los ingresos totales mensuales por hogar a cada encuestado, para comparar de forma directa con los resultados de encuestas de caracterización socioeconómica como la CASEN (Observatorio Social, 2017).

Tabla 5-2: Comparación ingresos muestrales

Ingresos hogar (millones de pesos)	Distribución muestra	Distribución real
< 0.25	5,49%	7,46%
0.25 - 0.5	11,31%	16,45%
0.5 - 0.75	9,06%	15,37%
0.75 - 1	7,90%	12,82%
1- 1.5	11,39%	15,36%
1.5 - 2	10,72%	7,88%
>2	33,75%	14,26%
No responde	10,39%	10,39%

Fuente: CASEN 2017

Considerando que en los ingresos por hogar existe un 10.39% de la muestra que no respondió, se creó una proporción idéntica artificial en la distribución real para poder comparar los rangos fácilmente.

En la Tabla 5-2 se observa que existe un sesgo por ingresos, ya que la mayoría de las observaciones se concentran en los rangos de mayores ingresos.

De acuerdo con la muestra, la mayoría de las observaciones provienen de hogares con 1 automóvil, seguidas de observaciones que provienen de hogares sin automóvil. El detalle completo se puede consultar en la Tabla 5-3.

Tabla 5-3: Número de observaciones por automóviles en el hogar

Automóviles	Observaciones
0	379
1	429
2	250
3	90
4 o más	55
Total	1203

Fuente: Elaboración propia

5.1.2. Caracterización por características personales

De la muestra, 454 observaciones, correspondientes al 37,7%, corresponden a individuos de género masculino, y 749 observaciones, correspondientes al restante 62,3%, corresponden a individuos de género femenino. Esta tendencia se repite para todos los rangos de ingresos, como puede verificarse en la Tabla 5-4.

Tabla 5-4: Observaciones por género e ingresos

	Rango de ingresos hogar (millones de pesos)							
Género	< 0.25	0.25 - 0.5	0.5 - 0.75	0.75 - 1	1- 1.5	1.5 - 2	>2	N/R
Masculino	23	39	46	22	59	44	181	40
Femenino	43	97	63	73	78	85	225	85

Fuente: Elaboración propia

Una razón a este fenómeno puede ser que, si bien los hombres pasan más tiempo en internet, las mujeres tienden a utilizar más las redes sociales (Alnjadat et al., 2019), principal medio de difusión de esta encuesta. Considerando el alto número de

observaciones correspondientes al género femenino, la muestra deberá ser corregida además por este criterio para reproducir de mejor forma las proporciones de la población.

Debido a las indicaciones del CEC para la aprobación de este proyecto, se convocó a personas mayores de 18 años para participar en este estudio. A continuación, se muestra la comparación de los datos de la muestra con la distribución real para los rangos etarios.

Tabla 5-5: Comparación rangos etarios muestra

Rango edad	Distribución muestra	Distribución real
18 – 25	37,82%	17,08%
26 - 35	34,08%	21,80%
36 - 45	12,72%	17,99%
46 - 55	8,06%	16,99%
56 - 65	5,90%	13,06%
66 o más	1,41%	13,08%

Fuente: Censo 2017

De acuerdo con lo indicado en la Tabla 5-5, se observa una alta concentración de observaciones para los dos primeros rangos de edad. Una posible explicación a este hecho es que en Chile los grupos más jóvenes presentan un mayor uso de las redes sociales Instagram y Facebook (Nic, Levy & Nielsen, 2018), principales plataformas donde fue difundida la encuesta. Por este motivo, la muestra también deberá ser corregida de acuerdo con las proporciones reales de la población.

La mayoría de los encuestados declaró que su ocupación es trabajar, mientras que la segunda ocupación más común fue estudiar. El detalle de la muestra se puede consultar en la Tabla 5-6.

Tabla 5-6: Número de observaciones según ocupación

Ocupación	Observaciones
Trabajo	611
Estudio	302
Jubilado	20
Dueño de casa	70
Desempleado	200
Total	1203

Fuente: Elaboración propia

Con respecto al nivel educacional, la mayoría de los encuestados declaran tener educación universitaria (hecho que puede estar correlacionado con el sesgo de ingresos discutido anteriormente). A continuación, se presentan las observaciones por nivel educacional alcanzado.

Tabla 5-7: Número de observaciones por nivel educacional alcanzado

Nivel educacional	Observaciones
Escolar Básica	14
Escolar Especial	39
Escolar Media	238
Técnico Profesional	116
Universitaria	627
Postgrado	169
Total	1203

Fuente: Elaboración propia

Para definir la disponibilidad de modos en el modelo, se preguntó a los usuarios sobre si tenían licencia de conducir, tarjeta bip, TNE y TAM. También se preguntó a los usuarios si saben andar en bicicleta. Los resultados se resumen en la Tabla 5-8.

Tabla 5-8: Indicadores de disponibilidad de modos

	Tiene licencia	Tiene bip	Tiene TNE	Tiene TAM	Sabe andar en bicicleta
Sí	632	1045	467	8	994
No	571	158	736	1195	209

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se presenta la caracterización de las observaciones por tipo de discapacidad, según el criterio que será utilizado para medirla.

Tabla 5-9: Caracterización por tipo de discapacidad

Dificultad	No	Un poco	Bastante	No puedo
Ver	747	349	77	30
Escuchar	1114	77	6	6
Caminar o subir escaleras	1032	127	27	17
Recordar o concentrarse	852	289	56	6
Bañarse o vestirse	1113	59	18	13
Comunicarse	1093	64	32	14

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se puede ver que la población con dificultades para escuchar (asociado a la sordera) podría estar subrepresentada. Es complejo comparar estos datos con distribuciones reales de la población, ya que no se ha utilizado este mismo instrumento para medir la discapacidad en las encuestas de Censo.

5.1.3. Características de viajes

Al responder la encuesta, los usuarios tenían la posibilidad de escoger múltiples modos para cada viaje. Con el objetivo de simplificar la obtención de los niveles de servicio para cada viaje, se decidió simplificar la elección de modo a 8 alternativas. Para poder clasificar la elección de múltiples modos, si no es una combinación de modos de transporte público, se decidió considerar el modo utilizado más costoso en un mismo viaje (por ejemplo, si un usuario indica que realizó un viaje en Uber y en bus, se decidió considerar que escogió Uber para realizar su viaje).

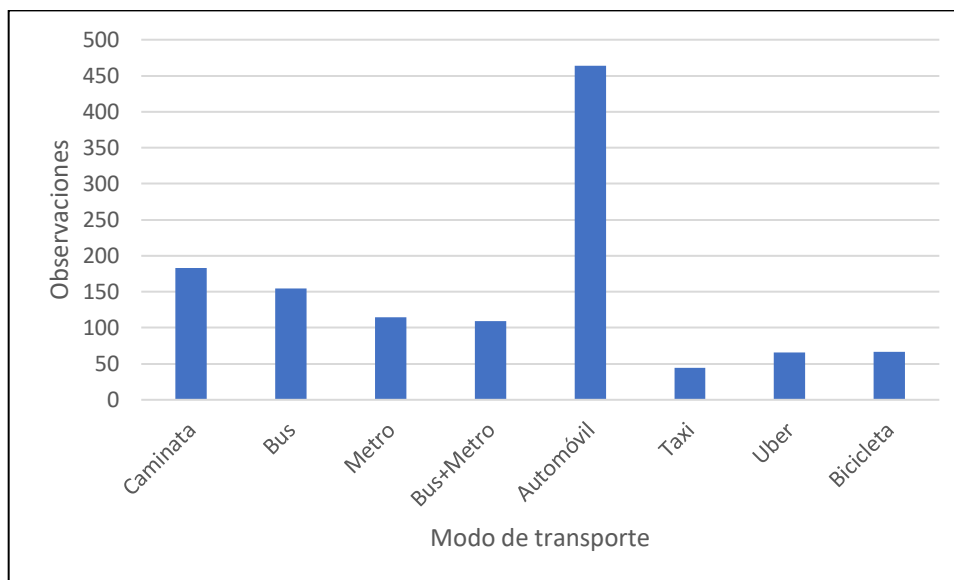


Figura 5-1: Columnas agrupadas de elección de modo

Fuente: Elaboración propia

Para comparar la distribución de la elección de modo de la muestra con la EOD, se procedió a juntar los modos taxi y colectivo de la EOD, y comparar con los modos taxi y Uber de la muestra. También, se agruparon los modos de transporte público de la muestra. La comparación se puede observar en la siguiente figura.

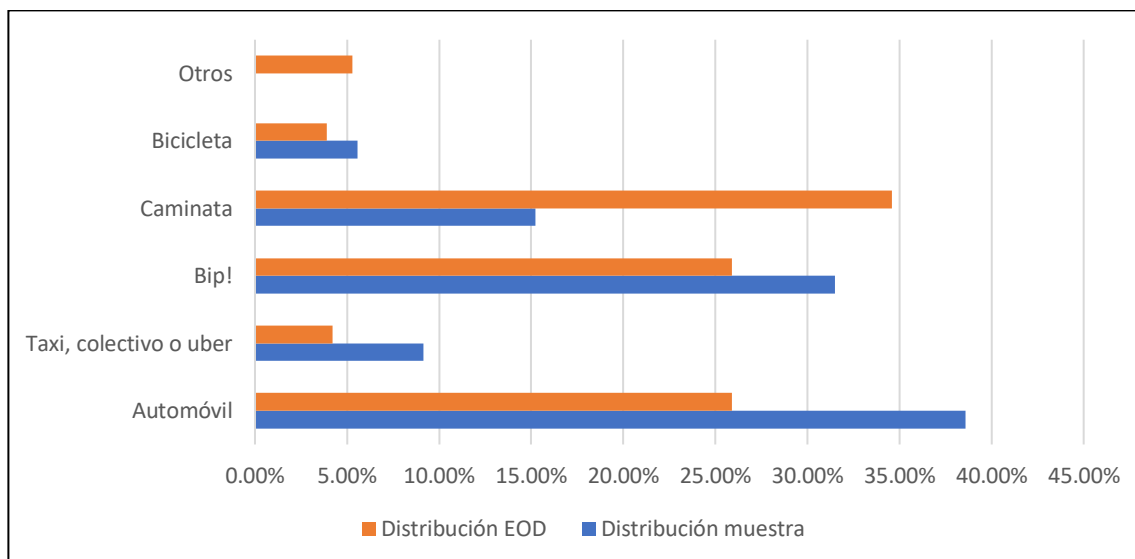


Figura 5-2: Comparación distribución elección de modo muestral

Fuente: EOD 2012

A partir de esta información, puede concluirse que los viajes de caminata están subrepresentados. Esto podría deberse a que los usuarios tienden a no considerar viajes cortos para responder este tipo de encuestas de movilidad sin asistencia de un encuestador. Por otro lado, es importante mencionar que la ejecución de viajes está alterada debido a las medidas de reducción de movilidad emanadas del Gobierno de Chile debido a la pandemia por COVID-19.

5.2. Corrección por sesgos

Con el objetivo de reproducir las proporciones reales de la población, se realizó una corrección simultánea por género, edad e ingresos por hogar, considerando las distribuciones reales de la RM. Las distribuciones por género y edad se obtuvieron del

Censo 2017 (Instituto Nacional de Estadísticas, 2018), y las distribuciones de los ingresos por hogar se obtuvieron de la Encuesta CASEN 2017 (Observatorio Social, 2017).

A partir de las diferencias porcentuales de la distribución, se aplicó a la muestra el método de balanceo de factores de Furness. Una iteración de este método consiste en:

1. Obtener factores de balanceo para los ingresos por hogar, que consisten en el cociente entre el valor de la distribución de la muestra y el valor de la distribución real para cada observación.
2. Multiplicar cada observación por el factor de balanceo que corresponde según el rango de ingresos por hogar al que pertenece.
3. Realizar nuevamente los pasos 1 y 2 para el género, y a continuación para los rangos de edad.

Finalmente, se realizaron 1.000 iteraciones de este algoritmo utilizando un programa implementado en el lenguaje de programación Python, logrando reproducir las proporciones para los tres indicadores.

6. RESULTADOS DE MODELACIÓN

Para la estimación de modelos de elección de modo, se utilizó el paquete PandasBiogeme (Bierlaire, 2020). Este está diseñado para estimar parámetros de modelos mediante estimación de máxima verosimilitud, aunque está particularmente diseñado para la estimación de modelos de elección discreta. PandasBiogeme es un paquete del lenguaje de programación Python, escrito en Python y C++. En este informe, se presentará y analizarán los resultados del mejor modelo híbrido de elección discreta obtenido, en base a criterios de significancia de los parámetros y consistencia de signos en base a teoría microeconómica.

Para modelar la elección de modo, y siendo consistentes con el diseño de la encuesta, se utilizaron modelos híbridos de elección de modo para representar variables latentes en el proceso de elección.

Antes de la estimación, se eliminaron las observaciones en las cuales el sujeto eligió un modo que no estaba disponible de acuerdo con los supuestos realizados. También, se ajustaron los niveles de servicio correspondientes al tiempo para estar expresados en minutos, y se escalaron los costos para estar expresados en miles de pesos (CLP).

Dado que un mismo individuo tiene entre una y tres observaciones, la probabilidad que aporta en esa verosimilitud fue ajustada, se elevó esta probabilidad al inverso multiplicativo del número de viajes para ese individuo.

6.1. Estructura del modelo MIMIC

Las ecuaciones estructurales del modelo MIMIC fueron examinadas después de realizar un análisis factorial para guiar su especificación. Los resultados del análisis factorial se pueden consultar en el Anexo G. En particular, las preocupaciones “me preocupa sufrir un accidente” y “me preocupa sufrir un asalto” fueron agrupadas con respecto a los valores obtenidos para el factor 0 del análisis. Similarmente, las preocupaciones “me preocupa reconocer mi parada”, “me preocupa cruzar calles” y “me preocupa saber dónde estoy” fueron agrupadas considerando los valores obtenidos para el factor 1 del análisis.

Finalmente, se consideraron dos variables latentes: (i) inseguridad y (ii) desorientación.

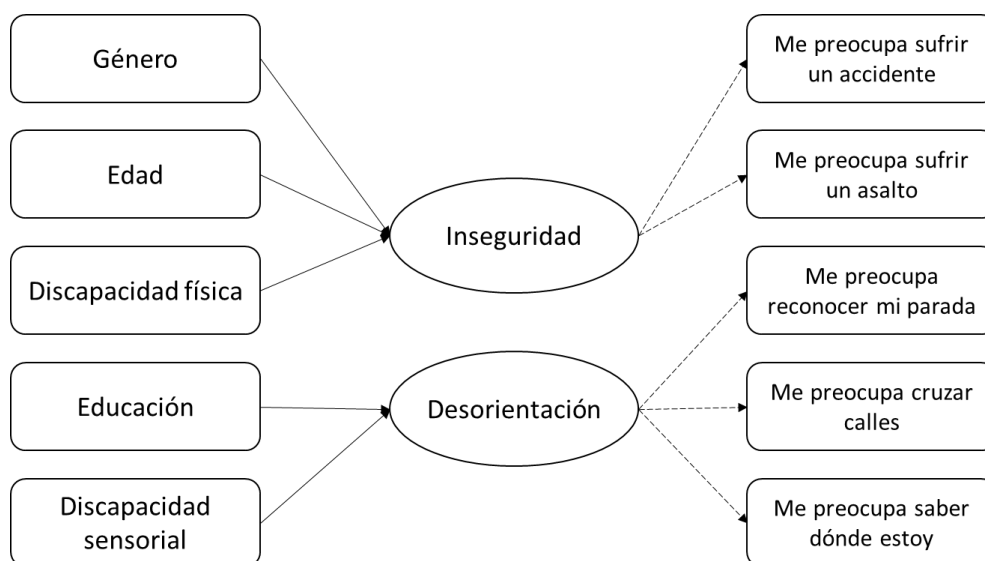


Figura 6-1: Relaciones del modelo de variables latentes

Fuente: Elaboración propia

Las relaciones de este modelo se pueden consultar en la Figura 6-1. Las variables latentes se muestran en óvalos, las variables explicativas se encuentran en rectángulos a la izquierda, y los indicadores de percepción se encuentran en rectángulos a la derecha. Las relaciones causales se muestran como flechas sólidas, y las relaciones de medición se muestran como flechas discontinuas.

Los indicadores de percepción fueron medidos en la encuesta, y son ordinales (las respuestas posibles para cada afirmación eran “no me preocupa”, “no sé” y “me preocupa”). Para mayor detalle, consultar la Tabla 4-2.

Se incluyeron 5 variables explicativas en el modelo MIMIC: género (binaria que toma el valor de uno si el sujeto es mujer), edad (binaria que toma el valor de uno si el sujeto es mayor de 55 años), discapacidad física (binaria que toma el valor de uno si el sujeto

expresa problemas para caminar, subir escaleras, bañarse, vestirse o utiliza un aparato de movilidad asistida), educación (binaria que toma el valor de uno si el sujeto tiene educación universitaria o postgrado) y discapacidad sensorial (binaria que toma el valor de uno si el sujeto expresa problemas de audición incluso al utilizar un audífono o de visión incluso al utilizar anteojos). Cabe mencionar que se trató de incluir variables relacionadas a discapacidad intelectual (como haber cursado educación especial, manifestar problemas para recordar o para comunicarse), pero no se obtuvieron parámetros significativos en las ecuaciones estructurales de ambas variables latentes.

6.2. Estructura del modelo de elección discreta

Al mismo tiempo de estimación del modelo MIMIC, se estimó un modelo de elección discreta para la elección de modo, utilizando un método simultáneo. La especificación de la utilidad para cada modo corresponde a un modelo MNL, donde se incluyen las variables latentes como variaciones sistemáticas por gustos.

En general, las funciones de utilidad presentan una constante específica por modo y cuatro parámetros asociados a los niveles de servicio tiempo de caminata, tiempo de espera y tiempo en el vehículo y costo. Además, los modos metro y bus – metro tienen asociado un parámetro asociado a una variable binaria que indica si es que existe una estación de metro a menos de 500 metros del origen o del destino; el modo automóvil tiene un parámetro asociado al cociente entre el número de automóviles disponibles en el hogar y el número de integrantes del hogar; los modos automóvil, taxi y Uber tienen un parámetro

específico por modo asociado a la variable latente inseguridad; y el modo bicicleta tiene un parámetro asociado a la variable latente desorientación.

Una vez planteado el modelo MNL, se probaron distintos modelos Logit Jerárquico (HL) para abordar la correlación entre modos, con distintas combinaciones (como modos de transporte público, Uber y taxi, caminata y bicicleta, entre otros). No obstante, al ser estimados en conjunto con el modelo MIMIC, los parámetros de nido colapsaban a un modelo MNL, por lo que finalmente esta opción fue descartada.

No se utilizaron umbrales para la estimación de (i) parámetros de la función de utilidad, (ii) parámetros de las ecuaciones estructurales, (iii) parámetros de las ecuaciones de medición y (iv) varianzas de las ecuaciones estructurales. Para la estimación de los umbrales ordinales para indicadores de percepción, se utilizó 0 como umbral inferior y 10 como umbral superior.

6.3. Resultados empíricos

En la Tabla 6-1 se presentan algunos criterios de información sobre el modelo y los estadígrafos correspondientes.

Tabla 6-1: Información sobre el modelo

Número de observaciones	1167
Parámetros estimados	34
$l(\theta)$	-3425,741
ρ^2	0,232
$\overline{\rho^2}$	0,225

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en esta tabla, algunas observaciones fueron eliminadas al momento de estimar el modelo. Esto se debe a que se establecieron reglas para que un usuario que no tiene un modo disponible no pueden escogerlo.

A continuación, se presentan los resultados de los parámetros obtenidos para el mejor modelo estimado. Para cada estimador se presenta el valor de su respectivo test-t de significancia. Si el valor para el test-t de un parámetro es mayor a 1.96 en valor absoluto, el parámetro es significativo con un nivel de 95% de confianza.

Tabla 6-2: Parámetros ecuaciones estructurales

Variable latente	Parámetro	Valor	Test-t
Inseguridad	Constante específica	0,67	4,64
	Género	1,05	5,65
	Edad	1,30	4,73
	Discapacidad física	1,49	1,49
Desorientación	Constante específica	-0,33	-2,73
	Educación	-0,45	-3,30
	Discapacidad sensorial	0,56	2,76

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6-3: Parámetros ecuaciones de medición

Variable latente	Indicador de percepción	Valor	Test t
Inseguridad	Me preocupa sufrir un accidente	0,74	8,44
	Me preocupa sufrir un asalto	1,00*	-
Desorientación	Me preocupa reconocer mi parada	1,00*	-
	Me preocupa cruzar calles	0,43	2,39
	Me preocupa saber dónde estoy	0,64	3,39

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 6-2 se encuentran los valores para los parámetros de las ecuaciones estructurales, y en la Tabla 6-3 se encuentran los parámetros estimados de las ecuaciones de medición para el modelo MIMIC. Los valores con un asterisco (*) fueron fijados con fines de identificabilidad del modelo.

Con respecto a la variable latente inseguridad, los resultados sugieren que ser mujer, tener más de 55 años y tener una discapacidad física son factores que inciden directamente en tener una sensación de inseguridad al viajar (lo que se demuestra por las preocupaciones planteadas en los indicadores de percepción, relacionadas a preocupaciones sobre sufrir un asalto o un accidente).

Con respecto a la variable latente desorientación, los resultados sugieren que tener una discapacidad sensorial implica una mayor sensación de desorientación al viajar. Por otro lado, tener estudios universitarios o de nivel postgrado implicarían una menor sensación de desorientación al viajar. Esto se puede inferir debido a los indicadores de percepción asociados a esta variable latente, que corresponden a preocupaciones sobre reconocer la parada de buses, cruzar calles y saber dónde se encuentra el usuario (ubicación espacial).

Los parámetros estimados, y sus respectivos valores de test-t de significancia, indican que ambas variables latentes son factores decisivos en el proceso de elección de modo de transporte.

Como se puede ver en la Tabla 6-4, todos los signos son correctos (consistentes con teoría microeconómica). Además, la relación entre los coeficientes de tiempo es la esperada ($\theta_{T \text{ viaje}} < \theta_{T \text{ espera}} < \theta_{T \text{ caminata}}$).

Todos los parámetros son significativos con un nivel de significancia del 95% (excepto el parámetro $\theta_{inseguridad,uber}$). No obstante, se decidió dejar este parámetro debido a que

de igual forma cuenta con un buen nivel de significancia, y su signo es consistente con la interpretación realizada para la variable latente.

Tabla 6-4: Parámetros modelo de elección

Parámetro	Valor	Test t
$ASC_{caminata}$	0*	-
ASC_{bus}	-1,26	-8,19
ASC_{metro}	-2,35	-11,40
$ASC_{bus+metro}$	-2,32	-11,00
$ASC_{automóvil}$	-1,79	-6,35
ASC_{taxi}	-5,87	-9,64
ASC_{uber}	-3,65	-10,40
$ASC_{bicicleta}$	-4,18	-8,08
$\theta_T caminata$	-0,05	-12,00
$\theta_T espera$	-0,02	-2,38
$\theta_T vehículo$	-0,02	-3,18
θ_{costo}	-0,07	-2,81
$\theta_{metro cerca}$	0,80	4,31
$\theta_{automóviles}$	1,68	5,54
$\theta_{inseguridad,auto}$	0,20	2,08
$\theta_{inseguridad,taxi}$	0,97	4,36
$\theta_{inseguridad,uber}$	0,16	1,16
$\theta_{desorientación,bicicleta}$	-1,93	-2,51

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la interpretación de la variable latente inseguridad en el modelo, se tienen parámetros positivos para las funciones de utilidad de los modos automóvil, taxi y Uber (dos de ellos son significativos con un nivel de confianza del 95%). Una posible

interpretación a este hecho es que una persona que presenta una mayor sensación de inseguridad al viajar tiende a elegir modos más seguros, donde estaría menos expuesta a sufrir accidentes (ya que no debe realizar trasbordos o interactuar con infraestructura de transporte público) o sufrir asaltos al desplazarse.

Para la variable latente desorientación, se tiene un parámetro negativo (y estadísticamente significativo con un nivel de confianza del 95%) para el modo bicicleta. Esto sugiere que una persona que se siente desorientada a la hora de realizar viajes presenta más aversión al modo bicicleta, un modo activo, caracterizado por requerir una planificación de los viajes y tomar numerosas decisiones al desplazarse.

En la Tabla 6-5 se encuentran los valores subjetivos para los tiempos de caminata, de espera y en vehículo.

Tabla 6-5: Valores subjetivos para los tiempos

Parámetro	Valor subjetivo (CLP/hr)
Tiempo de caminata	42.051
Tiempo de espera	20.427
Tiempo en vehículo	15.983

Fuente: Elaboración propia

Los valores obtenidos son notablemente altos. Una investigación de elección de modo en Santiago llegó a valores subjetivos 3.015, 2.064 y 906 (CLP/hr) para los tiempos de caminata, espera y en vehículo, respectivamente, ajustados por IPC al año 2021 (Yáñez et al., 2010). Una posible explicación a este resultado anómalo es el impacto de las medidas

de confinamiento emanadas por el Gobierno de Chile debido a la pandemia por Coronavirus. Tal como se revisó en la Figura 5-2, la partición modal de la muestra utilizada para estimar este modelo difiere con la partición modal de la EOD 2012 de la Región Metropolitana. Particularmente, se observa que el modo más utilizado en la muestra es el automóvil. Este modo es más costoso que el modo más utilizado en la EOD, que es la caminata.

Por otro lado, los niveles de servicio utilizados para la estimación del modelo corresponden a estimaciones realizadas a partir de la base de datos de Google Maps, Openrouteservice y estimaciones de los costos en base a supuestos, por lo que no son realmente los niveles de servicios enfrentados por los usuarios.

6.4. Discusión de resultados

Los resultados del modelo sugieren que variables latentes como inseguridad y desorientación podrían tener efectos significativos en la elección de modo para grupos vulnerables, como personas con discapacidad sensorial, discapacidad física, mujeres y adultos mayores, ya que además de representar la situación de elección, se intenta capturar percepciones subjetivas de los sujetos mediante los indicadores de percepción. Estos indicadores fueron elaborados especialmente para esta encuesta. Variables latentes similares podrían ser utilizadas en nuevos estudios, para confirmar el efecto en la elección de modo de transporte por parte de personas con discapacidad.

No existen estudios que hayan utilizado variables latentes similares en un contexto de elección de modo de transporte y discapacidad en conocimiento del autor, por lo que resulta difícil realizar comparaciones de los parámetros obtenidos. Un estudio similar utiliza las variables latentes. Un estudio similar utiliza las variables latentes “accesibilidad percibida” y “autonomía personal” en el contexto de elección de modo de personas con discapacidad.

No fue posible incluir en el modelo MIMIC variables relacionadas a la discapacidad intelectual (los parámetros asociados a estas variables en las ecuaciones estructurales no resultaron significativos a un nivel de 95% de confianza). Otra opción para caracterizar la heterogeneidad de preferencias por modo entre usuarios con distintos tipos de discapacidad sería realizar un modelo MNL con constantes asociadas por modo y tipo de discapacidad, pero se perdería la riqueza de información que entrega la componente MIMIC del modelo.

Los resultados sugieren que usuarios con distintos tipos de discapacidad difieren en sus preferencias por modo de transporte, por lo que se valida parcialmente una de las hipótesis de esta investigación (ya que no fue posible caracterizar las preferencias de personas con discapacidad intelectual o trastornos cognitivos con el enfoque de variables latentes).

Otro aspecto importante para considerar es la especificación del nivel de acuerdo para los indicadores de percepción. Dado que la encuesta fue diseñada para tener una baja carga cognitiva y ser amigable con personas con trastornos cognitivos, se utilizaron sólo tres niveles (no me preocupa, no sé y me preocupa). En el futuro, se podrían realizar estudios

específicos a distintos grupos de la población y mejorar la complejidad de los indicadores, con el objetivo de capturar la heterogeneidad de mejor forma.

La variable discapacidad física tiene el mayor parámetro en la ecuación estructural de la variable latente inseguridad entre sus variables explicativas. Al ver los resultados del modelo híbrido, usuarios que manifiestan sensación de inseguridad al viajar expresan mayor preferencia por los modos automóvil, taxi y Uber. No obstante, estos modos son costosos en relación con los modos de transporte público. En Chile, la situación de discapacidad está estrechamente relacionada con los ingresos (Servicio Nacional de la Discapacidad, 2015).

Una posible alternativa serían los servicios *door-to-door* subsidiados para personas con discapacidad. Estos servicios de transporte privado corresponden a vehículos que pueden ser agendados con anterioridad por los usuarios, y están generalmente adaptados a las necesidades especiales de sus usuarios (como personas con distintos tipos de discapacidad). El uso de este servicio para grupos con discapacidad ha sido ampliamente estudiado en países desarrollados (Carmien et al., 2005; Crabtree et al., 2009; Maynard, 2007; Schmöcker et al., 2005; Stern, 1993; Velho, 2019) , y en menor grado en países en vías de desarrollo (Márquez et al., 2019). No obstante, a conocimiento del autor, no existen servicios similares disponibles en Chile ni se ha estudiado su implementación (algunas municipalidades tienen un subsidio por transporte para personas con discapacidad de bajos ingresos, que cubre traslados con motivo de estudio).

7. CONCLUSIONES

Este estudio utiliza modelos híbridos de elección discreta para capturar heterogeneidad en las preferencias por modo de transporte entre personas con distintos tipos de discapacidad y personas sin discapacidad. Los datos se obtuvieron es una encuesta de preferencias reveladas, en la cual se preguntó al usuario por los tres últimos viajes realizados y se le preguntó sobre sus preocupaciones al desplazarse la ciudad, centrándose en barreras de movilidad generalmente identificadas por personas con discapacidad.

La elaboración de la encuesta es un aporte de esta investigación, ya que se diseñó un instrumento accesible para grupos vulnerables (como personas ciegas y personas con trastornos cognitivos), pero que a la vez es capaz de capturar información suficiente para modelar la elección de modo de transporte. El uso de técnicas de lectura fácil, la validación de las preguntas en el piloto, el apoyo con imágenes para facilitar la comprensión de las preguntas y el uso de una versión adaptada para personas no videntes resultaron exitosos para llegar a la población con discapacidad.

El modelo presentado en esta investigación corresponde a un modelo híbrido de elección discreta, donde se reconocieron dos variables latentes que influyen directamente en la elección de modo de transporte: inseguridad y desorientación.

En particular, se tiene que usuarios con discapacidad física tienen una mayor sensación de inseguridad al desplazarse, en comparación a personas sin esta discapacidad. Los resultados sugieren que personas con esta sensación de inseguridad tienden a preferir

modos de transporte como automóvil, taxi y Uber, que resultan más costosos que otros modos, pero el usuario sería menos vulnerable a sufrir asaltos o perderse.

Por otro lado, usuarios con discapacidad sensorial tendrían una mayor sensación de desorientación al desplazarse, en comparación a personas sin este tipo de discapacidad. Al integrar esta variable en el modelo de elección, se encontró que este grupo de usuarios es más averso a la bicicleta.

En Chile existen, a nivel de algunas municipalidades, programas de subvención al transporte, como el programa Vitaintegración de la Municipalidad de Vitacura. Este programa entrega una subvención a personas con discapacidad de bajos ingresos para que realicen viajes con fines educacionales en el modo de su preferencia. Dado que usuarios con discapacidad tienden a presentar una preferencia por modos que resultan más costosos, esto podría ser una buena solución a corto plazo para incentivar la ejecución de viajes. No obstante, considerando que Vitacura es una comuna de altos ingresos (Observatorio Social, 2017) y que el alcance de estos programas es a nivel comunal, se propone ampliar este tipo de subsidios, sobre todo a comunas de menores ingresos.

En el corto plazo, se propone que una alternativa de transporte potencialmente beneficiosa para usuarios con discapacidad sería un servicio de paratransito con subsidio. Estos servicios, comunes en Estados Unidos o países de Europa Occidental, permiten al usuario con discapacidad fijar con antelación sus viajes en vehículos adaptados con un conductor. Este modo de transporte elimina numerosas barreras para usuarios con distintos tipos de discapacidad, ya que provee infraestructura adecuada para distintos tipos de limitaciones

funcionales, además que posee un personal entrenado que es capaz de atender las necesidades especiales de personas con discapacidad.

En el largo plazo, el trabajo se debe enfocar en planificar los sistemas de transporte, de tal manera que personas con discapacidad no enfrenten sentimientos de inseguridad y desorientación al viajar. En particular, se pueden realizar programas de capacitación a conductores de vehículos de transporte público, para poder atender de forma efectiva necesidades específicas de transporte de personas con distintos tipos de discapacidad. También se pueden realizar programas de capacitación a personas con discapacidad, entregando herramientas para planificar y realizar viajes de forma efectiva. Además, se deben tener en cuenta elementos de infraestructura de transporte, como rampas, espacios adaptados, e integrando elementos de accesibilidad cognitiva.

En esta investigación no fue posible integrar variables asociadas a la discapacidad intelectual en el proceso de elección (como manifestar problemas de lenguaje o para recordar, o haber tenido educación especial). Futuras líneas de investigación en movilidad y discapacidad deberían integrar discapacidad intelectual y trastornos cognitivos, ya que estudios similares en la región (y en el ámbito internacional) tienden a enfocarse en discapacidad física y sensorial.

La muestra utilizada para estimar el modelo tiene sesgos que se intentaron abordar con el Método de Furness. Se obtuvieron valores subjetivos para el tiempo de caminata, tiempo de espera y tiempo de viaje notablemente altos en comparación a estudios de elección de modo en la Región Metropolitana. Esto se puede atribuir a la situación anómala con

respecto a la movilidad al momento de realizar la recolección de datos, debido a las consecuencias de la pandemia por Coronavirus.

Este estudio de preferencias reveladas sugiere que personas con distintos tipos de discapacidad presentan heterogeneidad en sus preferencias por modo de transporte. Futuros estudios podrían realizarse en poblaciones específicas con algún tipo de discapacidad, para caracterizar de mejor forma sus patrones de movilidad. Por otro lado, se podrían realizar estudios de preferencias declaradas, para evaluar la implementación de nuevos sistemas de transporte adaptados para las necesidades de personas con discapacidad.

Por otro lado, estudios masivos de movilidad como la EOD podrían incluir el *Short Set of Questions on Disability* (Washington Group, 2017) para caracterizar a los usuarios en términos de discapacidad. Encuestas como la CASEN ya incluyen este tipo de preguntas, y se podría obtener información muy valiosa sobre los patrones de movilidad de personas con discapacidad, con el objetivo de generar mejores políticas públicas de accesibilidad en infraestructura de transporte con un enfoque basado en evidencia científica.

Como perspectiva de trabajo futuro, se propone que se realicen estudios similares en otras ciudades de Chile. A pesar de las limitaciones del sistema de transporte público de Santiago con respecto a su accesibilidad, este presenta adaptaciones para personas con discapacidad en sus vehículos y estaciones. Sería interesante conocer cómo cambian las decisiones de movilidad de personas con discapacidad en ciudades pequeñas del país,

donde no se cuenta con servicios de transporte subterráneo y Uber, y los buses no están adaptados para las necesidades de personas con discapacidad.

BIBLIOGRAFÍA

Ahmad, M., 2015. Independent-Mobility Rights and the State of Public Transport Accessibility for Disabled People: Evidence From Southern Punjab in Pakistan. *Adm. Soc.* 47, 197–213. <https://doi.org/10.1177/0095399713490691>

Alnjadat, R., Hmaid, M.M., Samha, T.E., Kilani, M.M., Hasswan, A.M., 2019. Gender variations in social media usage and academic performance among the students of University of Sharjah. *J. Taibah Univ. Med. Sci.* 14, 390–394. <https://doi.org/10.1016/j.jtumed.2019.05.002>

Arellana, J., 2012. Modelos de elección de la hora de inicio de viaje.

Bezyak, J.L., Sabella, S.A., Gattis, R.H., 2017. Public Transportation: An Investigation of Barriers for People With Disabilities. *J. Disabil. Policy Stud.* 28, 52–60. <https://doi.org/10.1177/1044207317702070>

Bierlaire, M., 2020. A Short Introduction to PndasBiogeme. *Ec. Polytech. Fed. Lausanne* 13–43.

Bierlaire, M., 2018. Estimating choice models with latent variables with PndasBiogeme. *Lausanne*.

Bollen, K.A., 1989. Structural Equations with Latent variables, *Journal of Applied Econometrics*. John Wiley and Sons, Chichester. <https://doi.org/10.1002/9781118619179>

Bolten, T., Schlingensiepen, J., Schmitz, S., Ressel, C., Christen, O., Naroska, E., 2015.

Empowering People with Disabilities Using Urban Public Transport. *Procedia Manuf.* 3, 2349–2356. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.382>

Cantarella, G.E., Watling, D.P., de Luca, S., Di Pace, R., 2019. Dynamics and Stochasticity in Transportation Systems. Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/C2017-0-01089-3>

Carmien, S., Dawe, M., Fischer, G., Gorman, A., Kintsch, A., Sullivan Jr., J.F., 2005. Socio-Technical Environments Supporting People with Cognitive Disabilities Using Public Transportation.

Charmaz, K., 2014. Constructing Grounded Theory, 2nd ed. SAGE.

Charmaz, K., Belgrave, L., 2009. Grounded Theory Grounded Theory. *Sociol. J. Br. Sociol. Assoc.* 12, 4–8. <https://doi.org/http://www.anpad.org.br/admin/pdf/enanpad2003-epa-0186.pdf>

Congreso Nacional, 2019. Ley 20.584 Regula los derechos y deberes que tienen las personas en relación con acciones vinculadas a su atención en salud, Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.

Congreso Nacional, 2018. Incentiva la inclusión de personas con discapacidad al mundo laboral, Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.

Congreso Nacional, 2014. Aprueba Reglamento de la Ley N°20.422, que Establece Normas Sobre la Igualdad de Oportunidades e Inclusión Social de Personas con

Discapacidad, Relativo al Transporte Público de pasajeros, Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.

Corbin, J., Strauss, A., 2015. Basics of Qualitative Research. SAGE Publications, Inc.

Crabtree, J.L., Troyer, J.D., Justiss, M.D., 2009. The intersection of driving with a disability and being a public transportation passenger with a disability. *Top. Geriatr. Rehabil.* 25, 163–172. <https://doi.org/10.1097/TGR.0b013e3181a1043a>

Davies, D.K., Stock, S.E., Holloway, S., Wehmeyer, M.L., 2010. Evaluating a GPS-based transportation device to support independent bus travel by people with intellectual disability. *Intellect. Dev. Disabil.* 48, 454–463. <https://doi.org/10.1352/1934-9556-48.6.454>

Deka, D., Feeley, C., Lubin, A., 2016. Travel Patterns, Needs, and Barriers of Adults with Autism Spectrum Disorder. *Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board* 2542, 9–16. <https://doi.org/10.3141/2542-02>

Falkmer, M., Barnett, T., Horlin, C., Falkmer, O., Siljehav, J., Fristedt, S., Lee, H.C., Chee, D.Y., Wretstrand, A., Falkmer, T., 2015. Viewpoints of adults with and without Autism Spectrum Disorders on public transport. *Transp. Res. Part A Policy Pract.* 80, 163–183. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.07.019>

Falkmer, T., Horlin, C., Dahlman, J., Dukic, T., Barnett, T., Anund, A., 2014. Usability of the SAFEWAY2SCHOOL system in children with cognitive disabilities. *Eur. Transp. Res. Rev.* 6, 127–137. <https://doi.org/10.1007/s12544-013-0117-x>

Fischer, G., Sullivan Jr., J.F., 2002. Human-centered public transportation systems for persons with cognitive disabilities: Challenges and insights for participatory design. *Particip. Des. Conf.* 194–198.

Fundación Descúbreme, 2021. Fundación Descúbreme - Quiénes Somos [WWW Document]. URL <http://www.descubreme.cl/descubrenos/quienes-somos/>

Grisé, E., Boisjoly, G., Maguire, M., El-Geneidy, A., 2019. Elevating access: Comparing accessibility to jobs by public transport for individuals with and without a physical disability. *Transp. Res. Part A Policy Pract.* 125, 280–293. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.02.017>

Haveman, M., Tillmann, V., Stöppler, R., Kvas, Š., Monninger, D., 2013. Mobility and Public Transport Use Abilities of Children and Young Adults With Intellectual Disabilities: Results From the 3-Year Nordhorn Public Transportation Intervention Study. *J. Policy Pract. Intellect. Disabil.* 10, 289–299. <https://doi.org/10.1111/jppi.12059>

Hunter-Zaworski, K., Hron, M., 1993. Improving Bus Accessibility Systems for Persons with Sensory and Cognitive Impairments.

Hunter-Zaworski, K., Hron, M.L., 1999. Bus Accessibility for People with Cognitive Disabilities. *Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board* 1671, 40–47. <https://doi.org/10.3141/1671-07>

Instituto Nacional de Estadísticas, 2018. Síntesis de Resultados - Censo 2017.

Lindqvist, R., Lundälv, J., 2012. Participation in Work Life and Access to Public Transport – Lived Experiences of People with Disabilities in Sweden. *Aust. J. Rehabil. Couns.* 18, 148–155. <https://doi.org/10.1017/jrc.2012.15>

Lindqvist, R., Sépulchre, M., 2016. Active citizenship for persons with psychosocial disabilities in Sweden. *Alter* 10, 124–136. <https://doi.org/10.1080/15017419.2015.1105288>

Mace, R.L., 1998. Universal Design in Housing. *Assist. Technol.* 10, 21–28. <https://doi.org/10.1080/10400435.1998.10131957>

Márquez, L., Poveda, J.C., Vega, L.A., 2019. Factors affecting personal autonomy and perceived accessibility of people with mobility impairments in an urban transportation choice context. *J. Transp. Heal.* 14, 100583. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2019.100583>

Maynard, A., 2007. The economic appraisal of transport projects: the incorporation of disabled access.

McFadden, D., 1974. The measurement of urban travel demand. *J. Public Econ.* 3, 303–328. [https://doi.org/10.1016/0047-2727\(74\)90003-6](https://doi.org/10.1016/0047-2727(74)90003-6)

McKercher, B., Darcy, S., 2018. Re-conceptualizing barriers to travel by people with disabilities. *Tour. Manag. Perspect.* 26, 59–66. <https://doi.org/10.1016/j.tmp.2018.01.003>

Ministerio de Desarrollo Social, 2015. Segundo Estudio Nacional de la Discapacidad 30.

Ministerio de Salud, 2020. Paso a Paso [WWW Document]. URL

<https://www.gob.cl/pasoapaso/>

Nic, N., Levy, D.A.L., Nielsen, R.K., 2018. Reuters Institute Digital News Report 2018. Reuters Inst. Digit. News 1, 1–139.

Observatorio Social, 2017. Ingresos de los hogares, Casen 2017.

Observatorio Social, 2014. Actualización y recolección de información del sistema de transporte urbano, IX Etapa: Encuesta Origen Destino Santiago 2012. Encuesta origen destino de viajes 2012 (Documento Difusión).

Ortúzar, J. de D., Willumsen, L., 2008. Modelos de Transporte, Universida. ed. Universidad de Cantabria, Santander.

Peña, E., Galilea, P., Raveau, S., 2018. How much do we value improvements on the accessibility to public transport for people with reduced mobility or disability? Res. Transp. Econ. 69, 445–452. <https://doi.org/10.1016/J.RETREC.2018.08.009>

Rickert, T., 2001. Mobility for the Disabled Poor.

Rosenkvist, J., Risser, R., Iwarsson, S., Wendel, K., Ståhl, A., 2009. The Challenge of Using Public Transport Descriptions by People with Cognitive Functional Limitations.

Sánchez, J., Oyarzún, C., 2011. Mobile audio assistance in bus transportation for the blind. Int. J. Disabil. Hum. Dev. 10, 365–371. <https://doi.org/10.1515/IJDHD.2011.053>

Schmöcker, J.D., Quddus, M.A., Noland, R.B., Bell, M.G.H., 2005. Estimating trip generation of elderly and disabled people: Analysis of London data. Transp. Res. Rec. 9–

18. <https://doi.org/10.3141/1924-02>

Schmoker, J., Quddus, M., Noland, R., Bell, M., 2008. Mode choice of older and disabled people : a case study of shopping trips in London.

Servicio Nacional de la Discapacidad, 2015. II ESTUDIO NACIONAL DE LA DISCAPACIDAD EN CHILE Edición Ingrid Medel, II Estudio Nacional de la Discapacidad en Chile.

Shakespeare, T., 2010. Shakespeare , Tom . “ The Social Model of Disability .” The Disability Studies Reader . Disabil. Stud. Read. 266–73.

Soltani, S.H.K., Sham, M., Awang, M., Yaman, R., 2012. Accessibility for Disabled in Public Transportation Terminal. Procedia - Soc. Behav. Sci. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.02.066>

Stern, S., 1993. A disaggregate discrete choice model of transportation demand by elderly and disabled people in rural Virginia. Transp. Res. Part A 27, 315–327. [https://doi.org/10.1016/0965-8564\(93\)90004-5](https://doi.org/10.1016/0965-8564(93)90004-5)

Stjernborg, V., 2019. Accessibility for all in public transport and the overlooked (social) dimension-A case study of Stockholm. Sustain. 11. <https://doi.org/10.3390/su11184902>

Sze, N.N., Christensen, K.M., 2017. Access to urban transportation system for individuals with disabilities. IATSS Res. <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2017.05.002>

Tillmann, V., Haveman, M., Stöppler, R., Kvas, Š., Monninger, D., 2013. Public Bus

Drivers and Social Inclusion: Evaluation of Their Knowledge and Attitudes Toward People With Intellectual Disabilities. *J. Policy Pract. Intellect. Disabil.* 10, 307–313. <https://doi.org/10.1111/jppi.12057>

Tiznado-Aitken, I., Muñoz, J.C., Iglesias, V., Giraldez, F., 2019. Las inequidades de la movilidad urbana: Brechas entre los grupos socioeconómicos en Santiago de Chile 1–8.

Velho, R., 2019. Transport accessibility for wheelchair users: A qualitative analysis of inclusion and health. *Int. J. Transp. Sci. Technol.* <https://doi.org/10.1016/j.ijtst.2018.04.005>

Walker, J., 2001. Extended Discrete Choice Models: Integrated Framework, Flexible Error Structures, and Latent Variables. *Environ. Eng.* 208.

Wasfi, R., Levinson, D., 2007. The Transportation Needs of People with Developmental Disabilities.

Wasfi, R., Steinmetz-Wood, M., Levinson, D., 2017. Measuring the transportation needs of people with developmental disabilities: A means to social inclusion. *Disabil. Health J.* 10, 356–360. <https://doi.org/10.1016/j.dhjo.2016.10.008>

Washington Group, 2017. The Washington Group Short Set on Functioning.

Weber, P., 2008. User-Generated street Maps. October 12–18.

Yáñez, M.F., Raveau, S., Ortúzar, J. de D., 2010. Inclusion of latent variables in Mixed Logit models: Modelling and forecasting. *Transp. Res. Part A Policy Pract.* 44, 744–753.

<https://doi.org/10.1016/j.tra.2010.07.007>

ANEXOS

Anexo A: Encuesta final

A continuación, se presenta la encuesta de viajes, en su versión para personas sin discapacidad intelectual y sin discapacidad visual.

La versión para discapacidad intelectual incluye dos consentimientos informados: uno para que el tutor responsable autorice la participación de su representado, y un consentimiento informado accesible diseñado para el usuario con discapacidad intelectual.

La versión de la encuesta para personas con discapacidad visual corresponde a una versión amigable para *software* de lectura de pantalla. Esta carece de ilustraciones, y las preguntas de matriz fueron reemplazadas por preguntas simples de alternativas.

Tu participación en esta encuesta es voluntaria.
 Si tienes dudas o comentarios, puedes contactar al investigador responsable.
 Su nombre es Sergio Díaz.
 Su teléfono es 9 9095 2655.
 Su correo electrónico es sdiaz2@uc.cl.
 Las preguntas con un asterisco (*) son obligatorias.

Consentimiento Informado



Consentimiento Informado

Por favor lea esta información cuidadosamente antes de decidir su participación en el estudio.

Título de la Investigación: Modelando las decisiones de movilidad de personas con discapacidad.

Financiamiento: Concurso de Investigación Inclusión de Personas con Síndrome de Down 2019, BRT+ Centre of Excellence, CEDEUS.

El objetivo de esta investigación: comprender los patrones de movilidad de personas **sin discapacidad y personas con discapacidad**, entendiendo que estos varían según el nivel, tipo de discapacidad y características personales. Para lograrlo, se armará una base de datos mediante una encuesta de viajes a distintos tipos de usuarios, sobre la cual se podrán estimar modelos matemáticos que permitan conocer las decisiones de transporte de los usuarios y evaluar la efectividad de políticas públicas de accesibilidad.

Su participación: Contestar un cuestionario online de 20 minutos. Usted ha sido convocado por **tener más de 18 años y residir en la Región Metropolitana**. Una vez entregada la encuesta, usted no volverá a ser contactado por el equipo investigador, o por la institución que lo contactó por motivo de esta investigación (sólo si es el ganador de una de las tres giftcards de \$ 50.000 que se sortearán).

Sin riesgos: No existe ningún riesgo anticipado asociado a participar en este estudio, más allá de aquellos relacionados con

ver una pantalla de computador durante 20 minutos y contestar un cuestionario sobre la información que verá en pantalla.

Beneficios: Mediante su participación, contribuirá al conocimiento general sobre las necesidades y decisiones de movilidad de personas con discapacidad, y construir modelos que permitan evaluar la efectividad de políticas públicas de accesibilidad y diseño universal enfocadas en personas con movilidad reducida. Si lo desea, puede enviar un correo electrónico al investigador responsable, Sergio Díaz Artigas (sdiaz2@uc.cl), para enviarle una copia de las publicaciones que se escriban basadas en esta investigación.

Confidencialidad: Toda opinión o información que U.d. nos entregue será tratada de manera confidencial. Nunca revelaremos su identidad. En las presentaciones que se hagan sobre los resultados de esta investigación no usaremos su nombre ni tampoco revelaremos detalles suyos ni respuestas que permitan individualizarlo. Sus datos serán resguardados en un archivo digital al que sólo tendrá acceso mediante clave el investigador y los ayudantes de investigación, quienes también han firmado una garantía de confidencialidad. Los datos serán utilizados exclusivamente para fines científicos de esta investigación y podrán utilizarse en investigaciones futuras que sigan la misma línea investigativa. Los datos serán almacenados por un período de 5 años una vez terminada la investigación (julio 2021).

Participación voluntaria: Su participación es completamente voluntaria. Se puede retirar del estudio en el momento que estime conveniente. Para ello, basta que cierre u abandone la página web con el cuestionario.

Contacto: Si usted tiene alguna consulta o preocupación respecto a sus derechos como participante de este estudio, puede contactar a la presidenta del Comité de Ética de Ciencias Sociales, Artes y Humanidades de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Sra. Inés Contreras Valenzuela, al siguiente email: eticadeinvestigacion@uc.cl.

Nombre

Correo electrónico

¿Está Ud. dispuesto a completar el cuestionario que le presentaré a continuación? Si es así, por favor haga clic en el siguiente botón.

Información personal



Ingresa tu dirección o nombra la esquina (2 calles) más cercana a tu casa.*



Indica tu comuna.*



Indica tu edad.*

- ☐ Menor de 18 años
- ☐ Entre 18 y 25 años
- ☐ Entre 26 y 35 años
- ☐ Entre 36 y 45 años
- ☐ Entre 46 y 55 años
- ☐ Entre 56 y 65 años
- ☐ 65 años o más

¿Cuál es tu género?*

- ☐  Femenino
- ☐  Masculino
- ☐ Otro



¿Cuál es el último nivel educacional que tienes?*

- ☐ Educación escolar básica
- ☐ Educación escolar especial
- ☐ Educación escolar media
- ☐ Educación técnico profesional
- ☐ Educación universitaria
- ☐ Postgrado



¿A qué te dedicas principalmente?*

Puedes marcar más de una alternativa.

- ☐ Trabajo
- ☐ Estudio
- ☐ Soy jubilado
- ☐ Soy dueño de casa
- ☐ Estoy desempleado

 ¿Tienes licencia de conducir?*

- ☐  Sí
- ☐  No

 ¿Tienes tarjeta Bip?*

- ☐  Sí
- ☐  No

 ¿Tienes la Tarjeta Nacional Estudiantil (TNE) o pase escolar?*

- ☐  Sí
- ☐  No

 ¿Tienes la Tarjeta de Adulto Mayor (TAM)?*

- ☐  Sí
- ☐  No

 ¿Sabes andar en bicicleta?*

- ☐  Sí
- ☐  No

Información del hogar

 ¿Con quién vives?*

- ☐ Solo
- ☐ Con familiares
- ☐ Otro

 ¿Cuántas personas viven en tu hogar incluyéndote?*

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6
- ☐ 7 o más



¿Cuántos automóviles hay en tu hogar?*

- ☐ 0
- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4 o más



¿Cuánto suman los ingresos de tu hogar al mes?

- ☐ Menos de \$250.000
- ☐ Entre \$250.000 y \$500.000
- ☐ Entre \$500.000 y \$750.000
- ☐ Entre \$750.000 y \$1.000.000
- ☐ Entre \$1.000.000 y \$1.500.000
- ☐ Entre \$1.500.000 y \$2.000.000
- ☐ Más de \$2.000.000
- ☐ Prefiero no responder

Información sobre discapacidad

Contesta las siguientes preguntas.*

	 No tengo dificultad	 Si un poco de dificultad	 Si bastante dificultad	 No puedo hacerlo
 ¿Tienes dificultad para ver, incluso usando anteojos?	☐	☐	☐	☐
 ¿Tienes dificultad para escuchar, incluso usando un audífono?	☐	☐	☐	☐
 ¿Tienes dificultad para caminar o subir escaleras?	☐	☐	☐	☐
	 No tengo dificultad	 Si un poco de dificultad	 Si bastante dificultad	 No puedo hacerlo
 ¿Tienes dificultad para recordar o concentrarte?	☐	☐	☐	☐
 ¿Tienes dificultad para bañarte o vestirse?	☐	☐	☐	☐
 Si tienes un idioma ¿Tienes dificultades para comunicarte?	☐	☐	☐	☐
	 No tengo dificultad	 Si un poco de dificultad	 Si bastante dificultad	 No puedo hacerlo

 ¿Has recibido apoyo para aprender a utilizar el transporte público?*

- ☐  Si
- ☐  No

 ¿Utilizas un aparato de movilidad asistida?*

Un aparato de movilidad asistida puede ser muletas, bastones, andadores, sillas de ruedas, triciclos motorizados u otros.

- ☐ Si
- ☐ No

¿Qué aparato de movilidad asistida utilizas?

Puedes marcar más de una alternativa.

- ☐ Muletas
- ☐ Bastones
- ☐ Andador
- ☐ Silla de ruedas
- ☐ Triciclo motorizado

☐ Otro

Información sobre transporte

Pensando en cuando te mueves en la ciudad y utilizas el transporte público.

¿Cuáles son tus preocupaciones?*

	 No me preocupa	 No sé	 Me preocupa
 Mucha gente en el paradero	☐	☐	☐
 Mucha gente en el bus	☐	☐	☐
 Mucha gente en el metro	☐	☐	☐
 Viajar con pasajeros	☐	☐	☐
	 No me preocupa	 No sé	 Me preocupa
 Hablar con el conductor	☐	☐	☐
 Subir al vehículo	☐	☐	☐
 Reconocer mi parada	☐	☐	☐
 Ser víctima de acoso	☐	☐	☐
	 No me preocupa	 No sé	 Me preocupa
 Cruzar calles	☐	☐	☐
 Saber dónde estoy	☐	☐	☐
 Reconocer qué bus tomar	☐	☐	☐
 Ser asaltado	☐	☐	☐
	 No me preocupa	 No sé	 Me preocupa
 Tener un accidente	☐	☐	☐
 Cargar mi tarjeta bipi	☐	☐	☐
 Pagar en efectivo	☐	☐	☐
	 No me preocupa	 No sé	 Me preocupa

Si tienes otras preocupaciones al utilizar el transporte público, escríbelas a continuación.



Un viaje es un traslado que se hace de una parte a otra.
Ejemplo: ir desde mi casa a comprar al supermercado es **un viaje**. Luego, ir desde el supermercado a mi casa es **otro viaje**.
En total, **hice dos viajes**.

Pensando en la semana anterior (de lunes a domingo).
¿Cuántos viajes hiciste?*

Primer viaje

A continuación, debes responder sobre los **tres últimos viajes que has hecho**.

Se te preguntará por el **primer viaje**, por el **segundo viaje** y por el **tercer viaje**.

El lugar donde terminaste el **primer viaje** es el lugar donde parte el **segundo viaje**.

El lugar donde terminaste el **segundo viaje** es el lugar donde parte el **tercer viaje**.



Esta pregunta es sobre tu **primer viaje**.
¿En qué día realizaste el viaje?

- ☐ Día de semana
☐ Fin de semana



Esta pregunta es sobre tu **primer viaje**.
¿Dónde comenzaste el viaje?*

- ☐ Hogar
☐ Otro



Esta pregunta es sobre tu **primer viaje**.
Ingresa la dirección o nombra la esquina más cercana a donde comenzaste el viaje (2 calles).*



Esta pregunta es sobre tu **primer viaje**.

¿En qué comuna comenzaste el viaje?*



Esta pregunta es sobre tu **primer viaje**.

Ingresa la dirección o nombra la esquina más cercana a donde fuiste (2 calles).*



Esta pregunta es sobre tu **primer viaje**.

¿A qué comuna fuiste?*



Esta pregunta es sobre tu **primer viaje**.

¿En qué horario viajaste?*

- ☐ Mañana
- ☐ Mediodía
- ☐ Tarde
- ☐ Noche

Esta pregunta es sobre tu **primer viaje**.

¿Cuál fue el motivo del viaje?*

- ☐  Ir al trabajo
- ☐  Ir de compras
- ☐  Recrearme
- ☐  Visitar amigos o familiares
- ☐  Ir a estudiar

- ☐  Ir al doctor o terapia
- ☐  Hacer trámites
- ☐  Volver a casa.
- ☐ Otro

Esta pregunta es sobre tu **primer viaje**.

Indica el motivo del viaje.

Esta pregunta es sobre tu **primer viaje**.

¿Qué medio de transporte utilizaste?*

Puedes marcar más de un medio de transporte.

- ☐  Caminar
- ☐  Bus
- ☐  Metro
- ☐  Taxi o colectivo
- ☐  Uber, Cabify u otros
- ☐  Conduciendo un automóvil
- ☐  Pasajero en automóvil de un cercano
- ☐  Bicicleta
- ☐  Motocicleta
- ☐  Scooter eléctrico
- ☐ Otro

Esta pregunta es sobre tu **primer viaje**.

Indica el medio de transporte que utilizaste.

Segundo viaje

Ya contestaste sobre tu primer viaje.

Esta pregunta es sobre tu **segundo viaje**.

Tu segundo viaje comienza en el lugar donde terminaste tu primer viaje.



¿En qué día realizaste el viaje?

- ☐ Día de semana
- ☐ Fin de semana



Esta pregunta es sobre tu **segundo viaje**.

Ingresa la dirección o nombra la esquina más cercana a donde fuiste (2 calles).*



Esta pregunta es sobre tu **segundo viaje**.

¿A qué comuna fuiste?*



Esta pregunta es sobre tu **segundo viaje**.
¿En qué horario viajaste?*

- ☐ Mañana
☐ Mediodía
☐ Tarde
☐ Noche

Esta pregunta es sobre tu **segundo viaje**.
¿Cuál fue el motivo del viaje?*

- ☐ Ir al trabajo
☐ Ir de compras

☐ Recrearme
☐ Visitar amigos o familiares
☐ Ir a estudiar
☐ Ir al doctor o terapia
☐ Hacer trámites
☐ Volver a casa
☐ Otro

Esta pregunta es sobre tu **segundo viaje**.
Indica el motivo del viaje.

Esta pregunta es sobre tu **segundo viaje**.
¿Qué medio de transporte utilizaste?*

Puedes marcar más de un medio de transporte.

- ☐ Caminar
☐ Bus
☐ Metro
☐ Taxi o colectivo
☐ Uber, Cabify u otros
☐ Conduciendo un automóvil
☐ Pasajero en automóvil de un cercano
☐ Bicicleta
☐ Motocicleta
☐ Scooter eléctrico
☐ Otro

Esta pregunta es sobre tu **segundo viaje**.
Indica el medio de transporte que utilizaste.

Tercer viaje

Ya contestaste sobre tu segundo viaje.

Esta pregunta es sobre tu **último viaje**.

Tu último viaje comienza en el lugar donde terminaste tu segundo viaje.



¿En qué día realizaste el viaje?

☐ Día de semana

☐ Fin de semana



Esta pregunta es sobre tu **último viaje**.

Ingresa la dirección o nombra la esquina más cercana a donde fuiste (2 calles).*



Esta pregunta es sobre tu **último viaje**.

¿A qué comuna fuiste?*



Esta pregunta es sobre tu **último viaje**.

¿En qué horario viajaste?*

- ☐ Mañana
☐ Mediodía
☐ Tarde
☐ Noche

Esta pregunta es sobre tu **último viaje**.

¿Cuál fue el motivo del viaje?*

- ☐  Ir al trabajo

☐  Ir de compras
☐  Recrearme
☐  Visitar amigos o familiares
☐  Ir a estudiar
☐  Ir al doctor o terapia
☐  Hacer trámites
☐  Volver a casa.
☐ Otro

Esta pregunta es sobre tu **último viaje**.

Indica el motivo del viaje.

Esta pregunta es sobre tu **último viaje**.

¿Qué medio de transporte utilizaste?*

Puedes marcar más de un medio de transporte.

- ☐  Caminar
☐  Bus
☐  Metro
☐  Taxi o colectivo
☐  Uber, Cabify u otros
☐  Conduciendo un automóvil
☐  Pasajero en automóvil de un cercano
☐  Bicicleta
☐  Motocicleta
☐  Scooter eléctrico
☐ Otro

Esta pregunta es sobre tu **último viaje**.

Indica el medio de transporte que utilizaste.

Anexo B: Material de difusión

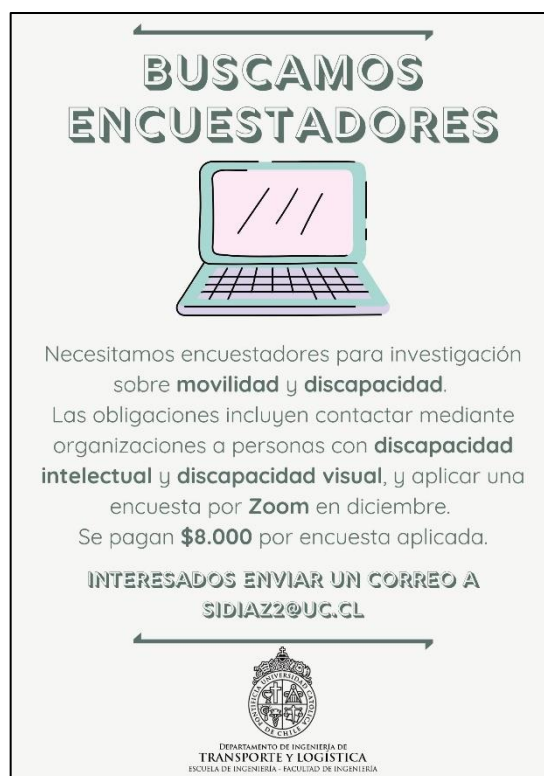


Figura B-1: Afiche de reclutamiento de encuestadores

Fuente: Elaboración propia



Figura B-2: Afiche de difusión de encuesta

Fuente: Elaboración propia

Anexo C: Material capacitación encuestadores



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE
TRANSPORTE Y LOGÍSTICA
ESCUELA DE INGENIERÍA - FACULTAD DE INGENIERÍA

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE
TRANSPORTE Y LOGÍSTICA**

**MODELANDO LAS
DECISIONES DE
MOVILIDAD DE
PERSONAS CON
DISCAPACIDAD**

Sergio Díaz
Patricia Galilea
Sebastián Raveau

DISCAPACIDAD

ALGUNOS DATOS

En relación a sus condiciones de salud física, psíquica, intelectual, sensorial u otras, al interactuar con diversas barreras contextuales, actitudinales y ambientales, presentan restricciones en su participación plena y activa en la sociedad (SENADIS, 2017).



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE
TRANSPORTE Y LOGÍSTICA
ESCUELA DE INGENIERÍA - FACULTAD DE INGENIERÍA

DISCAPACIDAD

ALGUNOS DATOS

2.836.818 personas tienen una discapacidad en Chile (SENADIS, 2016).

Ingreso promedio de \$416.377.

38,3% de las personas con discapacidad tienen 60 años o más.

Poseen menos años de escolaridad que personas sin discapacidad.



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE
TRANSPORTE Y LOGÍSTICA
ESCUELA DE INGENIERÍA - FACULTAD DE INGENIERÍA

EL ESTUDIO

OBJETIVO

Producir modelos empíricos que permitan valorizar el impacto de **políticas públicas de accesibilidad** enfocadas en **personas con discapacidad** en la partición modal de **transporte** en Santiago de Chile.



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE
TRANSPORTE Y LOGÍSTICA
ESCUELA DE INGENIERÍA - FACULTAD DE INGENIERÍA

EL ESTUDIO

METODOLOGÍA



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE
TRANSPORTE Y LOGÍSTICA
ESCUELA DE INGENIERÍA - FACULTAD DE INGENIERÍA

Se aplicará una encuesta de viajes online a **usuarios sin discapacidad** y **usuarios con distintos tipos de discapacidad** en la Región Metropolitana. En esta encuesta se pretende caracterizar el usuario en los aspectos sociodemográficos y aspectos de discapacidad. Finalmente, se pedirá a los voluntarios que completen un **diario de viajes**, en el cual se deben indicar los **últimos tres viajes realizados**.



¿QUÉ ES UN VIAJE?

Un viaje es un traslado que se hace de una parte a otra.

**Ejemplo: ir desde mi casa al trabajo es un viaje.
Luego, ir desde el trabajo a mi casa es otro viaje. En total, hice dos viajes.**

EL ESTUDIO

ÉTICA Y SEGURIDAD EN INVESTIGACIÓN



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE
TRANSPORTE Y LOGÍSTICA
ESCUELA DE INGENIERÍA - FACULTAD DE INGENIERÍA

Esta investigación fue aprobada por el **Comité Ético Científico en Ciencias Sociales, Artes y Humanidades** de la **Pontificia Universidad Católica de Chile** antes de iniciar su ejecución. La aprobación se obtuvo el día 30 de octubre de 2020.

Toda información entregada será tratada de manera confidencial. Los datos serán resguardados en un archivo digital al que sólo tendrá acceso mediante clave el investigador y los ayudantes de investigación, quienes también han firmado una garantía de confidencialidad.

EL ESTUDIO

METODOLOGÍA



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE
TRANSPORTE Y LOGÍSTICA
ESCUELA DE INGENIERÍA - FACULTAD DE INGENIERÍA

Una vez recopilada la base de datos, se pretenden realizar modelos de regresión logística sobre la información recopilada, que permitan **caracterizar la demanda actual por transporte** y evaluar cómo se comportarían los usuarios ante eventuales cambios en la oferta.

LA ENCUESTA

DISEÑO Y APLICACIÓN

Bloques:

- Consentimiento informado.
- Información personal.
- Información del hogar.
- Información sobre discapacidad.
- Información sobre transporte.
- Diario de viajes.

La encuesta se aplicará entre los días 1 y 15 de diciembre de 2020.



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE
TRANSPORTE Y LOGÍSTICA
ESCUELA DE INGENIERÍA - FACULTAD DE INGENIERÍA

LA ENCUESTA

DIFUSIÓN

Objetivo: 500 - 1000 respuestas en total.

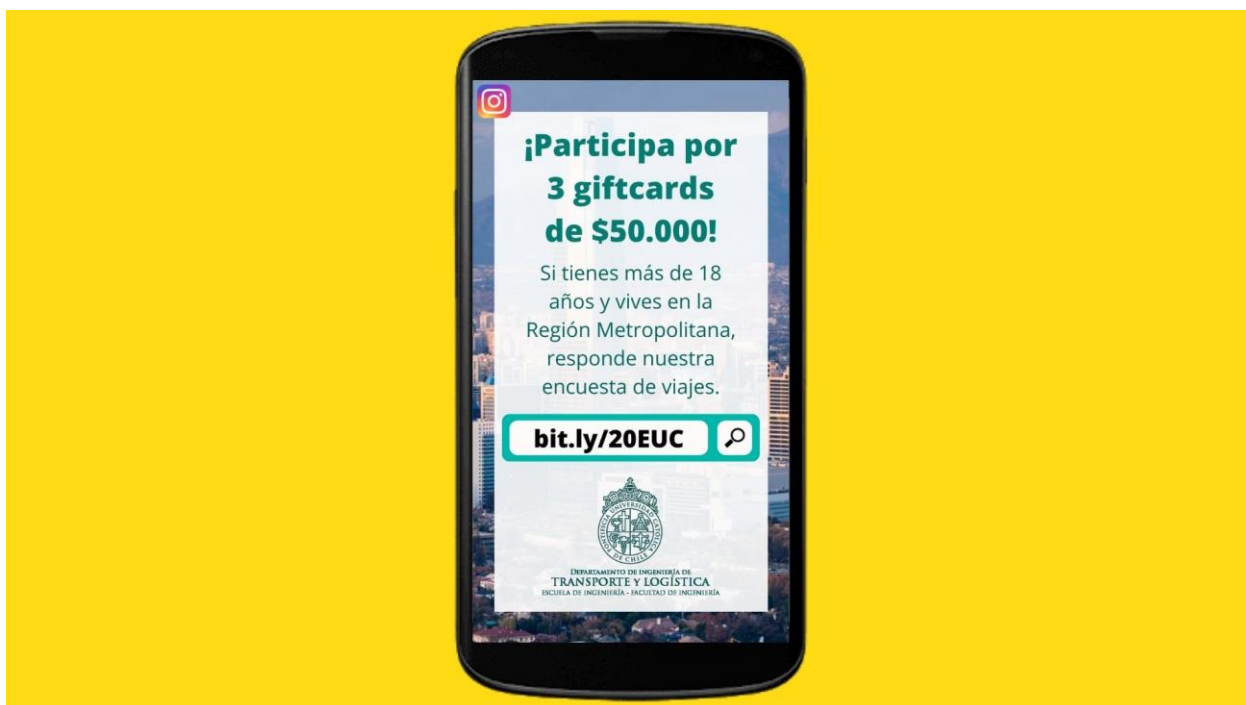
Difusión por **redes sociales**. Se sortearán **3 giftcards** de **\$50.000** entre las personas que respondan la encuesta.

Encuestadores:

- 25 respuestas de personas con discapacidad intelectual.
- 25 respuestas de personas con discapacidad visual.



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE
TRANSPORTE Y LOGÍSTICA
ESCUELA DE INGENIERÍA - FACULTAD DE INGENIERÍA



LA ENCUESTA APLICACIÓN

Tareas:

- Contactar a personas con **discapacidad intelectual** y con **discapacidad visual** a través de fundaciones/organizaciones/redes de contactos.
- Aplicar la encuesta mediante **videoconferencia** o de manera **telefónica***.
- Ustedes manejarán **2 enlaces distintos** para aplicar la encuesta
- **Informar** a investigador responsable antes de aplicar una encuesta.



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE
TRANSPORTE Y LOGÍSTICA
ESCUELA DE INGENIERÍA - FACULTAD DE INGENIERÍA

LA ENCUESTA

PAGO

- Se pagarán \$8.000 por cada encuesta aplicada mediante **transferencia bancaria**.
- No es necesario emitir boletas de honorarios.
- El pago se realizará el día **16 de diciembre de 2020**.



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE
TRANSPORTE Y LOGÍSTICA
ESCUELA DE INGENIERÍA - FACULTAD DE INGENIERÍA

LA ENCUESTA

TIPS

Con una persona con discapacidad visual:

- Identifícate antes de interactuar con ella, dile tu nombre y razón por la que te comunicas.

Con una persona con discapacidad intelectual:

- Pueden ser jóvenes o adultos... ¡Trátalos como tal! No los subestimes.
- Relaciónate con naturalidad y si tienes dudas... pregúntales directamente.
- Además del consentimiento del usuario, se requiere el consentimiento de su tutor responsable.



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE
TRANSPORTE Y LOGÍSTICA
ESCUELA DE INGENIERÍA - FACULTAD DE INGENIERÍA

ENLACES

ENCUESTA DE VIAJES

DISCAPACIDAD INTELECTUAL

https://survey.cal.qualtrics.com/jfe/form/SV_7Wp8ppCt1OjwAE5

DISCAPACIDAD VISUAL

https://survey.cal.qualtrics.com/jfe/form/SV_eXUPGTwXbWXMr9H



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE
TRANSPORTE Y LOGÍSTICA
ESCUELA DE INGENIERÍA - FACULTAD DE INGENIERÍA

CONTACTO

SERGIO DÍAZ - INVESTIGADOR RESPONSABLE

CORREO ELECTRÓNICO

sidiaz2@uc.cl

TELÉFONO

+56 9 9095 2655



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE
TRANSPORTE Y LOGÍSTICA
ESCUELA DE INGENIERÍA - FACULTAD DE INGENIERÍA

Anexo D: Invitación a fundaciones y municipalidades

Estimado/a:

Junto con saludar, me dirijo a usted para invitar a usuarios mayores de 18 años de su organización a participar en el estudio “**Modelando las decisiones de movilidad de personas con discapacidad**”, de los investigadores Patricia Galilea, Sebastián Raveau y Sergio Díaz. Se trata de un proyecto con potencial impacto social, que propone modelar el comportamiento de adultos con discapacidad con relación a sus patrones de movilidad en la Región Metropolitana, generando herramientas que permitan evaluar la implementación de políticas públicas de accesibilidad.

Para poder cumplir con este objetivo, se pretende generar una base de datos a partir de una encuesta de viajes aplicada a **usuarios con discapacidad y usuarios sin discapacidad**, para así establecer comparaciones entre la elección de modo de transporte según propósito.

El proyecto considera la participación de usuarios con distintos tipos de discapacidad que asistan a cursos o actividades impartidas por su organización. Estos deberán responder una encuesta de viajes, y al hacerlo participarán por **tres giftcards de \$50.000**.

Se adjunta en este correo un **esquema de la encuesta** que será aplicada a los voluntarios. La aplicación de esta encuesta se realizará **entre los días 1 y 15 de diciembre de este año**.

Para garantizar la correcta conducción del proyecto, cumpliendo los requerimientos éticos de la investigación con personas, a todos los actores invitados a participar se les solicitará su **consentimiento informado**, y en el caso de personas con discapacidad intelectual, también se solicitará el consentimiento informado de su tutor responsable, según lo indicado por el artículo 28 de la ley 20.584.

La participación en el estudio implica apoyar la realización de las siguientes acciones:

- Realizar una **invitación** (imagen adjunta en este correo) a la **participación en este estudio** en las redes sociales de su organización, el cual consiste en completar una **encuesta de viajes**. Esta encuesta contiene preguntas sobre información personal, actividades que se llevan a cabo de forma regular y medios de transporte que se utilizan para realizar estas actividades.

Si el usuario desea participar en el estudio, debe enviar un correo electrónico al investigador responsable, el cual le enviará un enlace durante los días de la realización del estudio. En este enlace, están todas las instrucciones para participar en el estudio, y se le pedirá al usuario completar un documento de consentimiento informado de forma virtual.

La encuesta está adaptada para ser respondida por usuarios con distintos tipos de discapacidad. En particular, para usuarios con discapacidad visual, contamos con una versión compatible con software de lectura de pantalla. No obstante, para usuarios con discapacidad intelectual o discapacidad visual, se puede agendar una sesión de videoconferencia con un voluntario para tomar esta encuesta. En este caso, preguntaremos a los voluntarios por correo electrónico si desean esta asistencia.

Frente a cualquier duda que le suscite la participación en este proyecto, Ud. podrá contactarse con el investigador responsable (Sergio Ignacio Díaz Artigas, correo sidiaz2@uc.cl, dirección Vicuña Mackenna 4860, comuna de Macul, teléfono 9 90952655) y/o con el Comité Ético Científico de Ciencias Sociales, Artes y Humanidades de la Universidad Católica, cuya presidenta es Inés Contreras Valenzuela, e-mail de contacto: eticadeinvestigacion@uc.cl.

Agradezco de antemano la acogida y valioso apoyo que usted pueda brindar a este proyecto.

Saludos cordiales.

Sergio Díaz Artigas

Estudiante de Magíster en Ciencias de la Ingeniería

Pontificia Universidad Católica de Chile

Anexo E: Estimación costos de uso para automóvil

Tabla E-1: Estimación gastos fijos mensuales vehículo

Gastos Fijos	
Costo	Cuota mensual
Depreciación del vehículo	\$40816
Seguro del vehículo y SOAP	\$35000
Revisión técnica	\$816
Impuestos del vehículo	\$2916
Mantenimiento	\$2083
Total	\$81633

Fuente: Autocostos

Tabla E-2: Estimación gastos de explotación mensuales vehículo

Gastos de explotación	
Costo	Cuota mensual
Combustible <i>5 día(s) por semana que vas al trabajo en tu vehículo</i> <i>Conduces 7 kilómetros entre tu casa y el trabajo</i> <i>Conduces 8 kilómetros en promedio, los días que no utilizas el vehículo para ir al trabajar</i> <i>Conduces una media de 339.2 km por mes (~30.5 días)</i> <i>Eficacia del combustible de tu vehículo: 15.6 km/ltr</i> <i>Gasto promedio de combustible: \$ 773/l</i>	\$16805
1/2 Mantenimiento <i>50000 Pesos por año</i>	\$2083
Reparaciones y mejoras <i>50000 Pesos por año</i>	\$4166
Estacionamiento	\$30000
Peaje <i>500 Pesos durante 20 días por mes</i>	\$10000
Lavado y limpieza <i>15000 Pesos por trimestre</i>	\$5000
TOTAL	\$68056

Fuente: Autocostos

Anexo F: División político-administrativa de Santiago

Tabla F-1 Comunas RM por sector

Sector	Comunas
Chacabuco	Colina, Lampa, Til Til
Cordillera	Pirque, Puente Alto, San José de Maipo
Maipo	Buin, Calera de Tango, Paine, San Bernardo
Melipilla	Alhué, Curacaví, María Pinto, Melipilla, San Pedro
Santiago Norte	Quilicura, Huechuraba, Conchalí, Independencia, Recoleta
Santiago Poniente	Renca, Cerro Navia, Pudahuel, Quinta Normal, Lo Prado, Estación Central, Cerrillos, Maipú
Santiago Centro	Santiago
Santiago Oriente	Providencia, Ñuñoa, Macul, Peñalolén, La Reina, Las Condes, Vitacura, Lo Barnechea
Santiago Sur	PAC, San Miguel, San Joaquín, Lo Espejo, La Cisterna, La Granja, San Ramon, El Bosque, La Pintana, La Florida
Talagante	El Monte, Isla de Maipo, Padre Hurtado, Peñaflor, Talagante

Fuente: Elaboración propia

Anexo G: Análisis factorial para la estimación del modelo

A continuación, se muestra el análisis factorial que sirvió para guiar la especificación del modelo de variables latentes.

Tabla G-1: Análisis factorial

Preocupación	Factor 1	Factor 2	Factor 3
gente_paradero			0.555
gente_bus			0.926
gente_metro			0.735
hablar_pasajeros	0.476		
hablar_conductor	0.555		
subir_vehiculo	0.522		
reconocer_parada		0.670	
sufrir_acoso			
cruzar_calles	0.446		
saber_donde_estoy		0.691	
reconocer_bus		0.796	
sufrir_asalto	0.400		
sufrir_accidente	0.596		
cargar_bip			
pagar_efectivo			

Fuente: Elaboración propia