



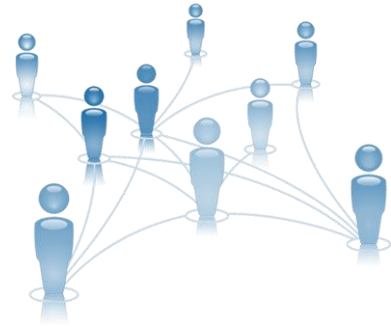
PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
CHILE

Entendiendo la elección modal de personas ciegas o con baja visión a través de variables latentes

María Fernanda Guajardo Ortega
Sebastián Raveau Feliú

21° Congreso Chileno de Ingeniería de
Transporte

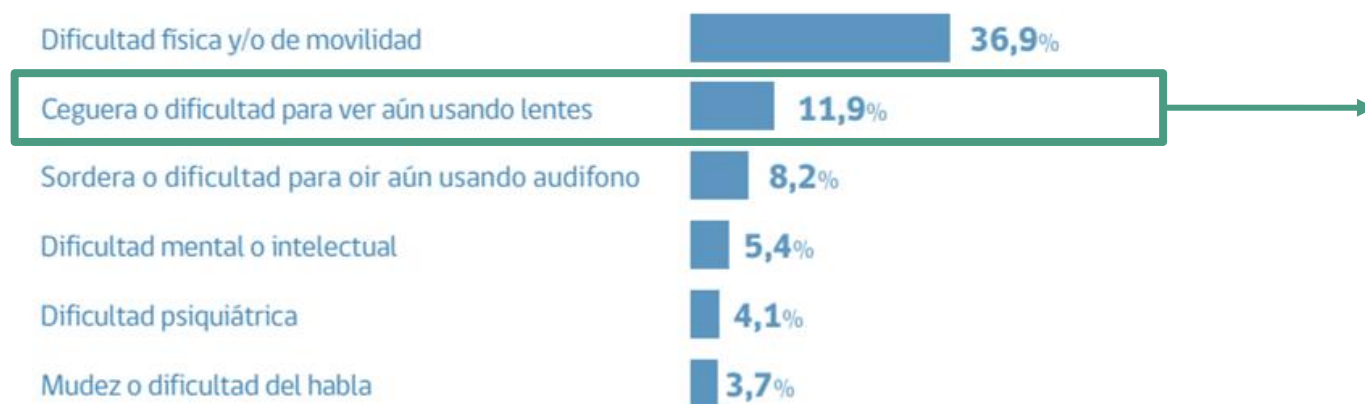
Introducción



- Los **sistemas de transporte permiten que diariamente** personas puedan acceder a:
 - Lugares de trabajo o estudio.
 - Servicios de salud.
 - Actividades sociales o de recreación.
- Personas con discapacidad, **pueden tener dificultades para ingresar a un sistema de transporte** que no tiene en cuenta sus necesidades (Hallgrimsdottir et al., 2016).
- Entender el comportamiento de las discapacidad para **prevenir la depresión, la pobreza y otros daños socioeconómicos** (Ermagun et al., 2016).
- **La exclusión social es a menudo el resultado de la imposibilidad de utilizar o acceder** a un sistema de transporte público (Park y Chowdhury, 2018).

Introducción

- “Las percepciones comunes tienden a centrarse en la provisión de acceso sin barreras para **personas con movilidad reducida**. Este grupo por supuesto es importante, **pero existen otros tipos de discapacidades, incluyendo personas con discapacidad visual**” (Low et al., 2020)



En Chile, **la segunda discapacidad más común** dentro de la población adulta con algún tipo de discapacidad, después de las dificultades físicas, es la discapacidad visual (MDS, 2016).

La **pérdida de visión o ceguera dificulta el movimiento de las personas y afecta su independencia al viajar** (Low et al., 2020)

Objetivos

El objetivo general es:

- Identificar los aspectos que afectan a las personas ciegas o con baja visión en la elección de modo.

Los objetivos específicos son:

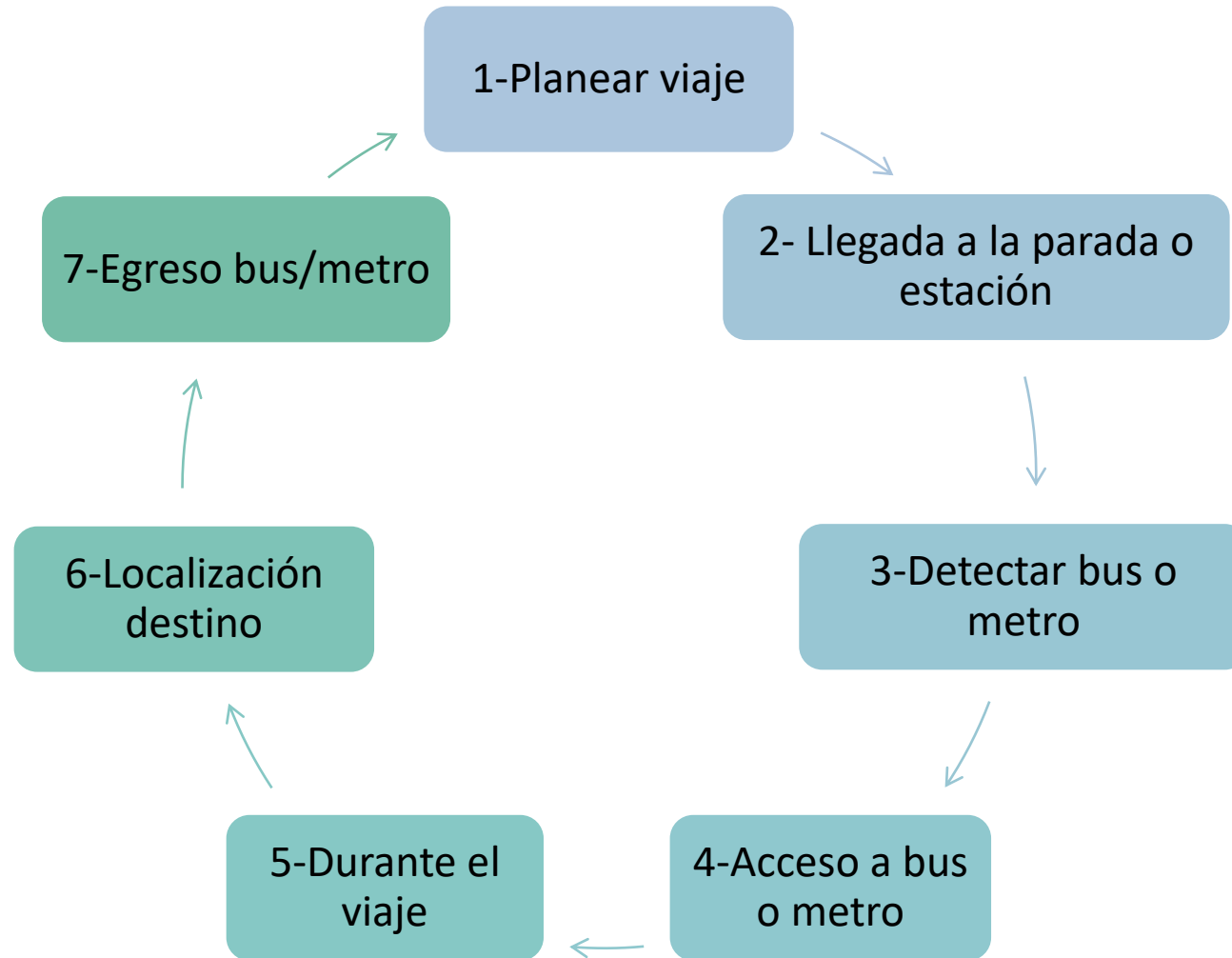
- Diseñar y aplicar una encuesta accesible de preferencias reveladas para obtener información de viajes de personas con discapacidad visual.
- Analizar la información y estimar modelos de elección discreta para modelar las elecciones modales de los individuos.

Toma de datos cualitativos

- **Una entrevista grupal semi-estructurada**
 - Logramos abarcar una variedad de edades, género y condición visual.



Marco conceptual: secuencia de viaje



Resultados

Características


- **Infraestructura y diseño**
 - Falta de infraestructura accesible y errores de diseños que buscan ser accesibles.
- **Servicio**
 - Tiempo de caminata, tiempos de espera, costo, entre otros.

Interacciones

- **Con otras personas**
 - Cordialidad, contar con la ayuda de personas, entre otros.
- **Con la tecnología**
 - Uso de la apps para guiarse y conocer tiempos de viaje.
- **Propias**
 - Prestar atención durante viaje, comenzar viaje con actitud positiva, relajarse, entre otros.

Experiencia de viaje

Aspectos de accesibilidad en la elaboración de la encuesta

- **Plataforma con testeo de accesibilidad** 
- **Se utilizaron los siguientes criterios en la elaboración de la encuesta:**
 - **Mantener al encuestado informado**
 - Duración encuesta con lector de pantalla.
 - Estructura de la encuesta
 - Cantidad preguntas por sección
 - Cantidad de alternativas.
 - **Evitar respuestas del tipo desplegables**
 - **Facilitar proceso de recuperación mental de información**
 - De más general a más específico



Proceso iterativo



Evaluador de accesibilidad web

Encuesta final

La encuesta se dividió en tres secciones:

1. Caracterización del individuo

- Información socioeconómica (edad, género, mayor grado académico, comuna residencia)
- **Condición visual y de movilidad** (condición visual, conocimiento braille, apoyo movilidad, movilidad reducida).

2. Viajes realizados desde el hogar (mín.1- máx.3)

- Caracterización de cada viaje (destino, motivo, día, hora, modo utilizado (considerando disponibilidad de modo según condición visual), entre otros)

3. Indicadores actitudinales

- 10 indicadores de actitud en relación a cuatro variables latentes.

Indicadores actitudinales

Uso de Tecnología

- UT_1 "Si voy a un lugar que no conozco utilizo aplicaciones tecnológicas para guiarme"
- UT_2 "Utilizo aplicaciones tecnológicas para tener conocimiento sobre los tiempos de mi viaje"

Interacciones humanas

- IH_1 "Me hace sentir seguro saber que hay personas a mi alrededor cuando viajo"
- IH_2 "Me importa ser tratado con cordialidad por personas que no conozco"

Comodidad

- C_1 "Me gusta distraerme cuando viajo (escucho música, leo un libro, escucho un audiolibro)"
- C_2 "Si alguien me ofrece un asiento para sentarme, lo acepto"
- C_3 "Me genera molestia el ruido cuando viajo"

Gasto cognitivo

- GC_1 "Me considero alguien que se ubica bien en Santiago de Chile"
- GC_2 "Presto atención durante mi viaje para no equivocarme"
- GC_3 "Planifico mi viaje para llegar con anticipación a mi destino"

Imputación de datos

• Niveles de Servicios [Distancias y tiempos]

- API Google 
- Se utilizó la siguiente información:
 - Día
 - Hora
 - Si evita caminata o transbordo
- Se utilizó el promedio de las rutas estimadas (entre 2 y 4) → **experiencia representativa de viaje**



Tiempo caminata

Tiempo espera

Tiempo vehículo

Transbordos

Entre otros

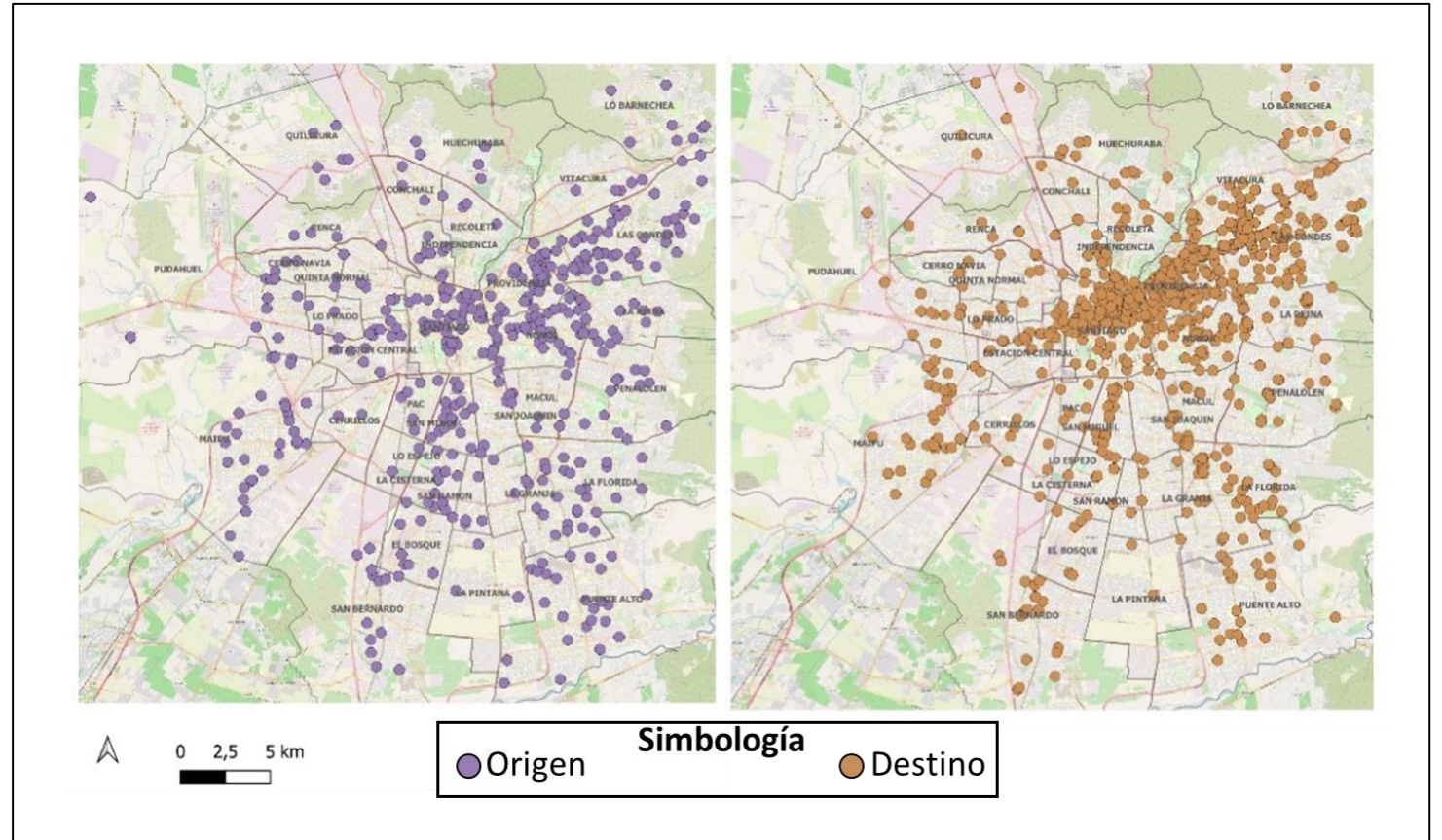
Aplicación de la encuesta

- Desde agosto de 2021 a marzo de 2022 se realizó el proceso de toma de datos.
- Las siguientes organizaciones compartieron entre sus contactos la encuesta:



Análisis de la muestra

- Se recopilaron 511 respuestas.
- 484 respuestas tras la depuración:
 - 25 respuestas con 1 viaje
 - 80 respuestas con 2 viajes
 - 379 respuestas con 3 viajes
- **Obtuvimos entonces 1322 viajes.**

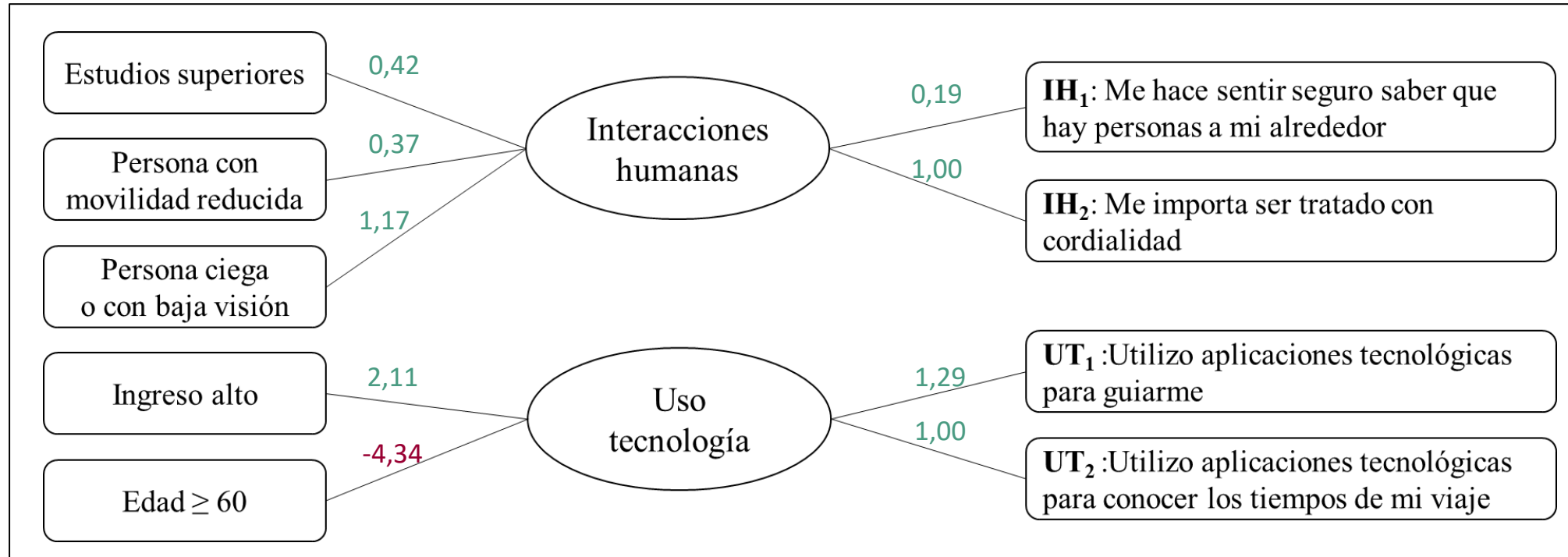


Análisis factorial



Sinbología	Indicador de actitud	Factor 1	Factor 2
UT ₁	Utilizo Apps para guiarme	0,72	-0,08
UT ₂	Utilizo Apps para conocer los tiempos de mi viaje	0,79	-0,04
IH ₁	Me hace sentir seguro saber que hay personas a mi alrededor cuando viajo	0,003	0,29
IH ₂	Me importa ser tratado con cordialidad por personas que no conozco	-0,02	0,52
C ₁	Me gusta distraerme cuando viajo	0,19	0,03
C ₂	Si alguien me ofrece un asiento para sentarme, lo acepto	0,12	0,33
C ₃	Me genera molestia el ruido cuando viajo	-0,06	0,23
GC ₁	Me considero alguien que se ubica bien en Santiago de Chile	0,06	0,07
GC ₂	Presto atención durante mi viaje para no equivocarme	0,06	0,33
GC ₃	Planifico mi viaje para llegar con anticipación a mi destino	0,07	0,23

Variables latentes

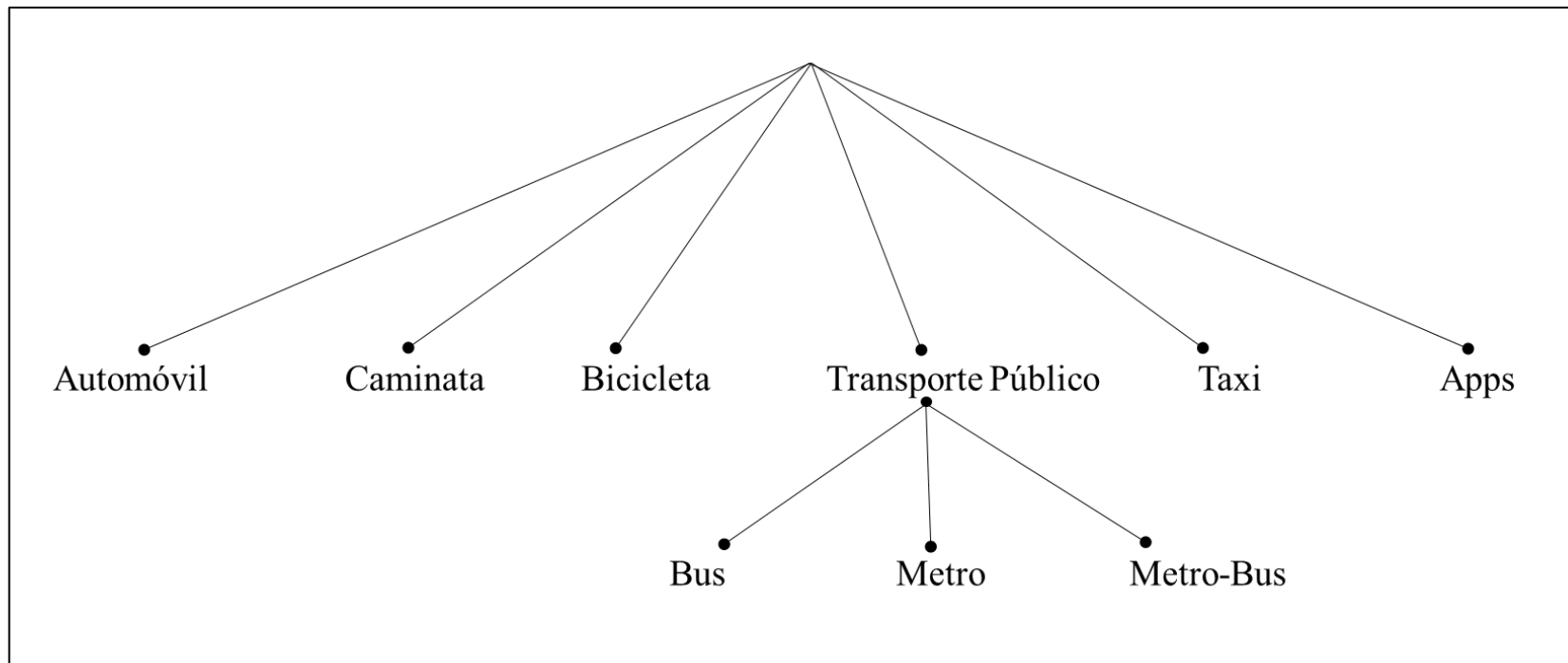


Observaciones:

- Con respecto a la variable **latente interacciones humanas**, tener **educación superior**, **movilidad reducida** y presentar **ceguera o baja visión** son factores que inciden en asignarle importancia a las interacciones humanas.
- Con respecto a la variable latente **uso de tecnología**, el **ser de ingreso alto** y **menor a 60 años** son factores que afectan al uso de la tecnología.

Estructura jerárquica

- Sistema de Transporte Público en Santiago se encuentra tanto **físicamente** como **tarifariamente integrado** en su totalidad (DTPM, 2022)

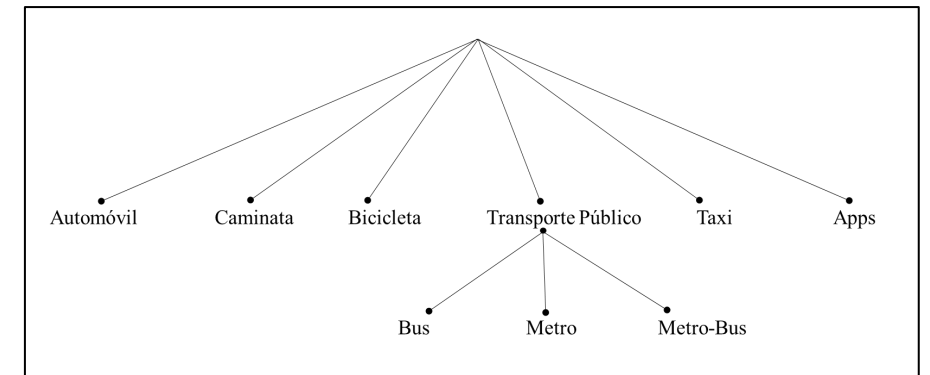


Resultados modelo elección discreta en modelo híbrido

Parameter	Value	T-test
$\lambda_{\text{Transporte Público}}$	2.86	7.63
$\beta_{\text{Transb.Bus-Bus}}$	-0.108	-2.75
β_{costo}	-0.753	-7.52
$\beta_{\text{TiempoBicicleta}}$	-5.18	-3.28
$\beta_{\text{TiempoCaminata}}$	-3.4	-10.30
$\beta_{\text{TiempoVehículo}}$	-0.898	-3.68
$\beta_{\text{TiempoEspera}}$	-1.60	-4.46
$\alpha_{\text{TiempoCaminataPersCiega}}$	-1.12	-2.37
$\theta_{\text{UsoTecnología}}$	0.389	3.66
$\theta_{\text{InteraccionesHumanasApps}}$	2.64	2.74
$\theta_{\text{InteraccionesHumanasTaxi}}$	3.82	3.79

Estructura jerárquica

- El valor del test-t con respecto a 1 del parámetro λ_{TP} es 4,95, es decir, **la estructura jerárquica es correcta**. La **correlación** de las alternativas **dentro del nido** de transporte público es de un **87,8%**.



Resultados modelo elección discreta en modelo híbrido

Parameter	Value	T-test
$\lambda_{\text{Transporte Público}}$	2.86	7.63
$\beta_{\text{Transb.Bus-Bus}}$	-0.108	-2.75
β_{costo}	-0.753	-7.52
$\beta_{\text{TiempoBicicleta}}$	-5.18	-3.28
$\beta_{\text{TiempoCaminata}}$	-3.4	-10.30
$\beta_{\text{TiempoVehículo}}$	-0.898	-3.68
$\beta_{\text{TiempoEspera}}$	-1.60	-4.46
$\alpha_{\text{TiempoCaminataPersCiega}}$	-1.12	-2.37
$\theta_{\text{UsoTecnología}}$	0.389	3.66
$\theta_{\text{InteraccionesHumanasApps}}$	2.64	2.74
$\theta_{\text{InteraccionesHumanasTaxi}}$	3.82	3.79

Resultados modelo elección discreta en modelo híbrido

Valor parámetros del tiempo

$$|\beta_{\text{TiempoVehículo}}| < |\beta_{\text{TiempoEspera}}| < |\beta_{\text{TiempoCaminata}}| < |\beta_{\text{TiempoBicicleta}}|$$

$$|-0.898| < |-1.60| < |-3.4| < |-5.18|$$

Valor subjetivo del tiempo

Atributo	VST [CLP/h]
Tiempo en vehículo	1.125
Tiempo de espera	2.005
Tiempo de caminata para personas sin ceguera o baja visión	4.261
Tiempo caminata para personas ciegas o con baja visión	5.664

Valorización de transbordos entre buses

Valorización	Valor
Monetaria	135 [CLP/transbordo _{BB}]
En relación con tiempo en vehículo	7,2 [min/transbordo _{BB}]

Resultados modelo elección discreta en modelo híbrido

Parameter	Value	T-test
$\lambda_{\text{Transporte Público}}$	2.86	7.63
$\beta_{\text{Transb.Bus-Bus}}$	-0.108	-2.75
β_{costo}	-0.753	-7.52
$\beta_{\text{TiempoBicicleta}}$	-5.18	-3.28
$\beta_{\text{TiempoCaminata}}$	-3.4	-10.30
$\beta_{\text{TiempoVehículo}}$	-0.898	-3.68
$\beta_{\text{TiempoEspera}}$	-1.60	-4.46
$\alpha_{\text{TiempoCaminataPersCiega}}$	-1.12	-2.37
$\theta_{\text{UsoTecnología}}$	0.389	3.66
$\theta_{\text{InteraccionesHumanasApps}}$	2.64	2.74
$\theta_{\text{InteraccionesHumanasTaxi}}$	3.82	3.79

Los parámetros θ_{IH_Taxi} y θ_{IH_Apps} son estadísticamente diferentes con un 90% de confianza dado que el valor del *test-t* es de 1,68.

Resultados modelo elección discreta en modelo híbrido

Parameter	Value	T-test
$\lambda_{\text{Transporte Público}}$	2.86	7.63
$\beta_{\text{Transb.Bus-Bus}}$	-0.108	-2.75
β_{costo}	-0.753	-7.52
$\beta_{\text{TiempoBicicleta}}$	-5.18	-3.28
$\beta_{\text{TiempoCaminata}}$	-3.4	-10.30
$\beta_{\text{TiempoVehículo}}$	-0.898	-3.68
$\beta_{\text{TiempoEspera}}$	-1.60	-4.46
$\alpha_{\text{TiempoCaminataPersCiega}}$	-1.12	-2.37
$\theta_{\text{UsoTecnología}}$	0.389	3.66
$\theta_{\text{InteraccionesHumanasApps}}$	2.64	2.74
$\theta_{\text{InteraccionesHumanasTaxi}}$	3.82	3.79

- **Personas que usan tecnologías** (personas con un nivel socioeconómico alto y menores a 60 años) tienden a **escoger modos de Apps**.
- **Personas que perciben relevante las interacciones humanas** (personas con educación superior, movilidad reducida y presentar ceguera o baja visión) **tienden a elegir modos con contacto directo con el conductor** (taxi-apps).

Conclusiones

- Fue posible realizar una **encuesta accesible de PR** para **personas ciegas o con baja visión**.
- A través del **modelo híbrido estimado** se pudo determinar:
 - La elección de modos del transporte público tiene un **87% de correlación**.
 - El **tiempo de caminata afecta en un 30% más** a personas ciegas o con baja visión.
 - Los **transbordos entre buses afectan negativamente** a las personas y se valorizan como **7,2 min en veh/transb**
 - **Personas con un nivel socioeconómico alto y menores a 60 años** le asignan importancia al **uso de la tecnología** y tienden a realizar más viajes en servicios como Uber, Cabify y Didi.
 - **Personas ciegas o con baja visión, movilidad reducida y con estudios superiores** le asignan importancia a las **interacciones humanas** y tienden a elegir modos con contacto directo con el conductor.