



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROPUESTA METODOLÓGICA Y EXPERIMENTAL PARA DESCRIBIR
EMOCIONES PERCIBIDAS EN TRANSPORTE PÚBLICO MEDIANTE
INDICADORES PSICOFISIOLÓGICOS

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

CARLOS ANDRÉS BARRÍA ARRIAGADA

PROFESOR GUÍA:
CRISTIAN ANGELO GUEVARA CUÉ

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
ÁNGEL ANTONIO JIMÉNEZ MOLINA
SEBASTIÁN SERIANI AWAD

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por FONDECYT

SANTIAGO DE CHILE
2020

RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR
AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL
POR: CARLOS ANDRÉS BARRÍA ARRIAGADA
FECHA: 2020
PROF. GUÍA: CRISTIAN ANGELO GUEVARA CUÉ

PROPUESTA METODOLÓGICA Y EXPERIMENTAL PARA DESCRIBIR
EMOCIONES PERCIBIDAS EN TRANSPORTE PÚBLICO MEDIANTE
INDICADORES PSICOFISIOLÓGICOS

La presente propuesta metodológica y experimental buscan contribuir al desarrollo de herramientas que permitan representar las raíces del comportamiento que están detrás de los modelos de elección en transporte. Específicamente, se ahonda en la caracterización de la experiencia del usuario, la cual presenta dificultades al momento de intentar ser cuantificada; p. ej., medir carga cognitiva o el estrés de los pasajeros resulta ser una tarea compleja. En la literatura, la incorporación de estados afectivos en modelos de elección en transporte, principalmente se limita a incluir variables relacionadas a la satisfacción, pero no incorporan las emociones desde un punto de vista más amplio. Asimismo, generalmente se utilizan encuestas como mecanismo de recolección de datos, implicando una susceptibilidad a sesgos de reporte.

La propuesta experimental, y su aplicación, se basa en el marco teórico planteado para la incorporación de indicadores psicofisiológicos en modelos de elección en transporte por Castro et al. (2020). Con este fin, en una primera etapa, utilizando información de encuestas y aplicando técnicas estadísticas, se replica el modelo circumplejo de emociones de Russell (1980), el cual otorga un marco teórico para clasificar emociones. Además, se obtienen tres emociones representativas por cuadrante del modelo circumplejo, para describir cualquier emoción en un contexto de viaje en transporte público.

La segunda etapa de la propuesta considera un experimento de campo, en la cual participaron 55 alumnos de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la U. de Chile. En este experimento, a cada participante se le registró parte de la experiencia de un viaje en transporte público a través de indicadores psicofisiológicos capturados mediante un sensor llamado PCB y sus emociones declaradas a través de una aplicación para celulares llamada Status App. Además, se utiliza un sensor que captura señales ambientales llamado ContextINO.

Analizando, en forma descriptiva y a través de modelación de elecciones discretas, una submuestra de 16 participantes, se concluye primero que los eventos en transporte estudiados gatillan cambios emocionales. En particular, el bus convencional se asocia a mayores niveles de emociones negativas, el metro a emociones similares a “feliz” (positivas con alta activación) y el estar sentado durante el viaje a la disminución de emociones similares a “estresado” (negativas con alta activación). Por otro lado, se concluye que los indicadores psicofisiológicos se asocian a estados emocionales, lo cual guarda relación con la literatura estudiada. Por último, se concluye que las señales ambientales también se asocian a estados emocionales y que la ventana de tiempo óptima de registro de los sensores estaría entorno a los 6 segundos.

El aporte de esta memoria recae en haber diseñado y ejecutado con éxito un experimento que permite registrar emociones con información granular, fijando un precedente para futuros estudios sobre las decisiones de los usuarios del transporte público.

*Dedicado a mi familia, especialmente a mi padre Carlos y a mi tía Pecha.
“Al andar se hace camino, y al volver la vista atrás se ve la senda que nunca se ha de volver
a pisar” (Antonio Machado)*

Agradecimientos

A todos esos hijos de la educación municipal —sobre todo a mis compañeros de enseñanza básica— que desde pequeños ya tenían, lamentablemente, sus caminos trazados.

Gran parte de los aprendizajes que he recibido han sido fuera de la sala de clases y de proyectos como World-Class o el CEIN; pero sobre todo he recibido el apoyo y la amistad de muchísima gente que no alcancé a nombrar en esta plana. Muchas gracias a todos ellos.

Al profesor Angelo Guevara por darme la posibilidad de interiorizarme en un tema tan apasionante como el transporte y, por sobre todo, su prolijidad y paciencia en este proceso.

A todas las personas que participaron de los experimentos e hicieron este trabajo posible. Sobre todo a Cristian Retamal por su paciencia y significativos aportes y a Marya Fuentes, Valentina Gallardo, Gabriel Nova y Monserrat Morales; por su gran apoyo como monitores.

A mis amigos/as Angélica Verdugo, Cristian Aguayo, Javiera Bravo, Natalia Benítez, Ronald Leblebici, Tomás Soto y Valentina Contreras por ser claves en mi paso por la U.

Al grupo de los “comercialinos”, por su calidez humana y por hacer este proceso menos duro de lo que ha sido. De todo corazón se los agradezco.

A Fabiola Vargas y Lizsel Millapel, mis compañeras de liceo, que en estos años no resultaron ser directamente trascendentes en mi formación académica, sino para mi vida.

A mi tía Denise y a mi abuelita Maco, que debe estar mirando esto desde el cielo y muy emocionada. Sin el apoyo y el cariño de ambas durante estos años no estaría titulándome.

A mi tío Germán, mis primas Maca y Carla, y sobre todo, a mi tía Pecha que está leyendo esto desde el cielo. Gracias a ellos mi infancia y adolescencia saben a una torta de yogurt.

A mi hogar. Mi mamá Marlene, por permitirme emprender un vuelo asistido y por ser ese apoyo constante en mi vida. A mi hermana Tamara, por ser la persona que siempre me ha motivado a creer más en mí de lo que yo me siento capaz y a mi sobrinita Arlette, que junto a mi perrita Coquita, son las que más alegría y ternura inyectan en mi vida.

A mi papá Carlos, por confiar en todas mis decisiones y sobre todo en esta. Papá, no sé dónde estás, pero sí sé que me acompañas en esta “senda que nunca se ha de volver a pisar”. Los días pasan, pero no existe momento en que no piense que, gracias a ti, puedo perseguir mis sueños.

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Contextualización del experimento de campo	2
1.2.1. Transporte público de la ciudad de Santiago	2
1.2.2. Implicancias de la crisis social de 2019 en el diseño del experimento	3
1.3. Objetivo general	4
1.4. Objetivos específicos	4
1.5. Preguntas de investigación	4
1.6. Resumen metodológico	4
1.7. Estructura	5
2. Marco teórico	6
2.1. Revisión bibliográfica	6
2.1.1. Definición de emoción	6
2.1.2. Relación del sistema nervioso y las emociones	6
2.1.3. Clasificación de emociones: modelo circumplejo de emociones	7
2.1.4. Indicadores psicofisiológicos	9
2.1.5. Incorporación de estados afectivos a modelos de elección	11
2.2. Marco metodológico para la incorporación de indicadores psicofisiológicos a la modelación de transporte	14
2.3. Herramientas estadísticas	18
2.3.1. Conceptos estadísticos y muestreo	18
2.3.2. Prueba de hipótesis	19
2.3.3. Estimación de la diferencia entre las medias de dos poblaciones	19
2.3.4. Métodos no paramétricos	21
2.3.5. Análisis de varianza (ANOVA) de una vía	21
2.3.6. Análisis de componentes principales (ACP)	23
2.3.7. Escalamiento multidimensional (MDS)	23
2.3.8. Análisis de clúster o clustering	26
2.3.9. Importancia relativa de predictores	28
2.3.10. Modelos de elección discreta	29
3. Desarrollo de un modelo circumplejo aplicado a un contexto de viaje en transporte público	32
3.1. Metodología de la creación del modelo	32
3.2. Diseño y aplicación de los instrumentos de recolección de datos	33

3.2.1.	Encuesta N°1: Emociones experimentadas en el transporte público . . .	34
3.2.2.	Encuesta N°2: Actividad de agrupamiento de emociones	35
3.3.	Análisis de los datos	37
3.3.1.	Caracterización de los participantes	37
3.3.2.	Frecuencia de emociones percibidas por los encuestados según modo de transporte	39
3.3.3.	Pruebas de diferencias de medias	42
3.4.	Creación del modelo circunplejo aplicado a un contexto de viaje en transporte público	44
4.	Experimento de campo	50
4.1.	Procedimiento experimental	51
4.1.1.	Etapas del experimento	51
4.1.2.	Requisitos de participación	53
4.2.	Trayecto y modos de transporte	53
4.2.1.	Trayecto “A”	57
4.2.2.	Trayecto “B”	58
4.3.	Sensores	59
4.3.1.	Sensor de señales ambientales: ContextINO	59
4.3.2.	Sensor de indicadores psicofisiológicos: Printed circuit board (PCB)	60
4.4.	Aplicaciones móviles	62
4.4.1.	Aplicación para el participante: <i>Status App</i>	62
4.4.2.	Aplicación para el monitor: <i>PsycoTrans</i>	64
5.	Modelamiento	66
5.1.	Caracterización de la submuestra	66
5.1.1.	Participantes	66
5.1.2.	Observaciones	67
5.1.3.	Descripción de modos utilizados	67
5.2.	Definición del conjunto de variables	68
5.2.1.	Descripción y procesamiento de los datos	68
5.2.2.	Variables provenientes de <i>Status App</i>	69
5.2.3.	Variables provenientes de <i>PsycoTrans</i>	70
5.2.4.	Señales provenientes del PCB	71
5.2.5.	Señales provenientes del ContextINO	71
5.2.6.	Definición de ventanas de tiempo	72
5.2.7.	Selección de variables	73
5.2.8.	Tratamiento de la data	74
5.3.	Análisis exploratorio	76
5.4.	Estrategia de modelamiento	84
5.5.	Justificación y planteamiento de modelos de elección discreta	85
5.5.1.	Justificación del uso de los modelos de elección discreta	85
5.5.2.	Definición de los modelos de elección discreta	86
5.6.	Hipótesis	87
5.7.	Elección de ventana de tiempo óptima y modelamiento de la variable tiempo	89
5.7.1.	Modos de transporte	90
5.7.2.	Indicadores psicofisiológicos y señales ambientales	90

5.7.3.	Elección de ventana de tiempo y transformación de la variable tiempo	93
5.8.	Resultados de modelos de elección discreta	93
5.8.1.	Valencia	94
5.8.2.	Activación	105
5.8.3.	Emoción	115
5.9.	Síntesis y discusión	129
5.9.1.	Variables de transporte	129
5.9.2.	Indicadores psicofisiológicos	131
5.9.3.	Señales ambientales	132
5.9.4.	Ajuste de los modelos	133
5.9.5.	Variables de control: tiempo y participantes	133
5.9.6.	Elección de ventanas de tiempo	134
6.	Conclusiones	136
6.1.	Implicancias para la creación de políticas públicas	138
6.2.	Limitaciones y extensiones	139
	Bibliografía	140
	Anexos	146
	A. Informe focus group	147
	B. Formularios de cuestionarios de Modelo Circumplejo	158
B.1.	Encuesta N°1: Cuestionario realizado	159
B.2.	Encuesta N°2: Instrucciones de la actividad	166
B.3.	Encuesta N°2: Hoja de respuesta	167
	C. Trayectos de viaje de los participantes	172
C.1.	Trayecto A	173
C.2.	Trayecto B	177
C.3.	Trayecto C	181
C.4.	Trayecto D	186
C.5.	Trayecto E	191
C.6.	Trayecto F	196
C.7.	Trayecto G	201
	D. Correlaciones de indicadores psicofisiológicos y señales ambientales	206
	E. Descripción de las bases de datos	213
	F. Tablas de tests de diferencias de medias y análisis de varianza	215
F.1.	Prueba de diferencia de medias aplicado a los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales, agrupados según valencia	215
F.2.	Prueba de diferencia de medias aplicado a los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales, agrupados según activación	216
F.3.	Análisis de varianza (ANOVA) de una vía aplicado a los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales, agrupados según cuadrantes de emociones	218

F.4. Análisis de varianza (ANOVA) de una vía aplicado a los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales, agrupados según modos de transporte . . .	220
G. Modelos de elección discreta	222
G.1. Modelos logit: Valencia	222
G.2. Modelos logit: Activación	227
G.3. Modelos logit multinomial: Emociones	231

Índice de Tablas

2.1. Bondad del ajuste definido por J.B. Kruscal en <i>Multidimensional Scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis</i> para la función de estrés o Stress (s).	25
3.1. Preguntas realizadas en <i>Encuesta N°1</i>	34
3.2. Frecuencia de género con los cuáles se identifican los encuestados	37
3.3. Cantidad de días que los encuestados utilizan el transporte público	38
3.4. Distribución de las carreras en las cuales se encuentran los participantes de la encuesta	38
3.5. Distribución de la edad de los participantes de la actividad de clasificación	39
3.6. Cantidad de días que los participantes de la actividad utilizan el transporte público	39
3.7. Distribución de las carreras en las cuales se encuentran los participantes de la actividad de clasificación	39
3.8. Frecuencia promedio de emociones percibidas en metro y buses	40
3.9. Diferencias promedio de emociones percibidas en metro y buses, acompañados de los p-valores de los test de Student (normal) y test de rango con signo de Wilcoxon según si es de una o dos colas. Las zonas anaranjadas indican los p-valores menores a 0.1	44
4.1. Modos utilizados por los participantes del experimento.	54
5.1. Distribución de la edad de los participantes de la muestra estudiada del experimento de campo	67
5.2. Distribución de las carreras en las cuales se encuentran los participantes de la muestra estudiada del experimento de campo	67
5.3. Frecuencias y porcentajes de observaciones catalogadas según valencia (positiva o negativa)	78
5.4. Tabla de contingencia que muestra la frecuencia y porcentajes de observaciones catalogadas según activación (baja o alta)	78
5.5. Tabla de contingencia que muestra la frecuencia de observaciones catalogadas según valencia (positiva o negativa) y activación (alta o baja)	79
5.6. Frecuencia de los cuadrantes de las emociones de las observaciones	79
5.7. Promedio de las características de los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales de las observaciones, considerando una ventana temporal de 10 segundo, según si la emoción declarada corresponde a una de valencia positiva o negativa. Se incorpora el p-valor menores a 0.1 para un test de medias de dos colas correspondiente al valor de la diferencia entre los promedios de las características	80

5.8.	Promedio de las características de los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales de las observaciones, considerando una ventana temporal de 10 segundo, según si la emoción declarada corresponde a una de alta o baja activación. Se incorpora el p-valor menores a 0.1 para un test de medias de dos colas correspondiente al valor de la diferencia entre los promedios de las características	81
5.9.	Promedio de las características de los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales de las observaciones, considerando una ventana temporal de 10 segundo, según el cuadrante emocional. Se incorpora el p-valor menores a 0.1 para un análisis de varianza de una vía, para las características según los cuadrantes.	81
5.10.	Promedio de las características de los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales de las observaciones, considerando una ventana temporal de 10 segundo, según modo de transporte Se incorpora el p-valor menores a 0.1 para un análisis de varianza de una vía, para las características según los modos.	82
5.11.	Tabla de contingencia que evidencia la clasificación de las observaciones según valencia, activación y cuadrantes de emociones, desagregada por modo de transporte	82
5.12.	Hipótesis respecto a los signos de la variables relacionadas a los modos de transporte. El cuadrante emocional base es “Relajado”. Se destacan con color azul los valores menores a 0 y amarillo los mayores a 0.	88
5.13.	Valores del criterio de información de Akaike (AIC) de modelos que explican las variables <i>Valencia</i> , <i>Activación</i> y <i>Emoción</i> ; utilizando modos de transporte y el <i>tiempo</i> (lineal, cuadrático y logarítmico) como variables explicativas.	90
5.14.	Resultados de dos modelo logit donde la variable dependiente es la variable <i>Valencia</i> , utilizando los marcadores de transporte como variables explicativas. “Modelo I” utiliza solo los modos de transporte, el “Modelo II” utiliza los modos de transporte y si la persona iba sentada y el “Modelo III” utiliza los modos de transporte y el efecto de ir sentado según el modo. Las constantes por participante fueron omitidas. . . .	95
5.15.	Resultados de un modelo logit donde la variable dependiente es la variable <i>Valencia</i> , utilizando los indicadores psicofisiológicos de los participantes como variables independientes. Las constantes por participante fueron omitidas.	97
5.16.	Resultados de un modelo logit donde la variable dependiente es la variable <i>Valencia</i> , utilizando las señales ambientales del experimento de campo como variables independientes. Las constantes por participante fueron omitidas.	100
5.17.	Resultados de dos modelo logit donde la variable dependiente es la variable <i>Valencia</i> . Con una selección de los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales como variables independientes. Las constantes por participante fueron incorporadas para mediar el efecto, pero se omiten sus resultados.	102
5.18.	Resultados de dos modelo logit donde la variable dependiente es la variable <i>Activación</i> , utilizando los marcadores de transporte como variables explicativas. “Modelo I” utiliza solo los modos de transporte, el “Modelo II” utiliza los modos de transporte y si la persona iba sentada y el “Modelo III” utiliza los modos de transporte y el efecto de ir sentado según el modo. Las constantes por participante fueron omitidas.	106
5.19.	Resultados de un modelo logit donde la variable dependiente es la variable <i>Activación</i> , utilizando los indicadores psicofisiológicos de los participantes como variables independientes. Las constantes por participante fueron omitidas.	108
5.20.	Resultados de un modelo logit donde la variable dependiente es la variable <i>Activación</i> , utilizando las señales ambientales del experimento de campo como variables independientes. Las constantes por participante fueron omitidas.	111

5.21. Resultados de dos modelo logit donde la variable dependiente es la variable <i>Activación</i> . “Modelo I” corresponde a una selección de las variables psicofisiológicas y “Modelo II” utiliza selección de variables ambientales como variables independientes. Las constantes por participante fueron omitidas.	113
5.22. Resultados de un modelo logit multinomial donde la variable dependiente es la variable <i>Emoción</i> , utilizando los marcadores de transporte como variables explicativas. Las constantes por participante fueron omitidas.	117
5.23. Resultados de un modelo logit multinomial donde la variable dependiente es la variable <i>Emoción</i> , utilizando los marcadores de transporte como variables explicativas. Las constantes por participante fueron omitidas.	118
5.24. Resultados de un modelo logit multinomial donde la variable dependiente es la variable <i>Emoción</i> , utilizando los indicadores psicofisiológicos de los participantes como variables independientes. Las constantes por participante fueron omitidas.	120
5.25. Resultados de un modelo logit multinomial donde la variable dependiente es la variable <i>Emoción</i> , utilizando las señales ambientales del experimento de campo como variables independientes. Las constantes por participante fueron omitidas.	122
5.26. Resultados de dos modelo logit multinomial donde la variable dependiente es la variable <i>Emoción</i> . “Modelo I” corresponde a una selección de las variables psicofisiológicas y “Modelo II” utiliza selección de variables ambientales como variables independientes. Las constantes por participante fueron omitidas.	125
5.27. Características de los indicadores psicofisiológicos según variable explicada (<i>Valencia, Activación y Emoción</i>) y modelos de elección discreta creados. Simbología: “+” si el coeficiente es significativo y positivo, “-” si el coeficiente es significativo y negativo, y si se encuentra vacío, no es significativa. Se omitieron las características que no eran significativas para ningún modelo.	132
5.28. Características de las señales ambientales según variable explicada (<i>Valencia, Activación y Emoción</i>) y modelos de elección discreta creados. Simbología: “+” si el coeficiente es significativo y positivo, “-” si el coeficiente es significativo y negativo, y si se encuentra vacío, no es significativa. Se omitieron las características que no eran significativas para ningún modelo.	133
5.29. Valores de la métrica R^2 de McFadden para los modelos que explican las variables <i>Valencia, Activación y Emoción</i> , según el tipo de variables explicativas.	133
5.30. Síntesis de los porcentajes del aporte de las variables relacionadas a las <i>dummies</i> de los participantes y las variables del tiempo, para los modelos que explican las variables <i>Valencia, Activación y Emoción</i> , según el tipo de variables explicativas.	134
E.1. Descripción de las bases de datos obtenidas por participante.	213
E.2. Descripción de las bases de datos complementarias para cada participante.	213
E.3. Descripción de las bases de datos derivadas de las bases de datos de los participantes.	214
F.1. Promedio de las características de las señales psicofisiológicas y ambientales de las observaciones, considerando una ventana temporal de 10 segundo, según si la emoción declarada corresponde a una de valencia positiva o negativa.	215
F.1. Promedio de las características de las señales psicofisiológicas y ambientales de las observaciones, considerando una ventana temporal de 10 segundo, según si la emoción declarada corresponde a una de valencia positiva o negativa.	216

F.2.	Promedio de las características de las señales psicofisiológicas y ambientales de las observaciones, considerando una ventana temporal de 10 segundo, según si la emoción declarada corresponde a una de alta o baja activación.	217
F.2.	Promedio de las características de las señales psicofisiológicas y ambientales de las observaciones, considerando una ventana temporal de 10 segundo, según si la emoción declarada corresponde a una de alta o baja activación.	218
F.3.	Promedio de las características de las señales psicofisiológicas y ambientales de las observaciones, considerando una ventana temporal de 10 segundo, según el cuadrante emocional. Además, se adjunta p-valor para un análisis de varianza de una vía. . .	218
F.3.	Promedio de las características de las señales psicofisiológicas y ambientales de las observaciones, considerando una ventana temporal de 10 segundo, según el cuadrante emocional. Además, se adjunta p-valor para un análisis de varianza de una vía. . .	219
F.4.	Promedio de las características de las señales psicofisiológicas y ambientales de las observaciones, considerando una ventana temporal de 10 segundo, según modo de transporte Se incorpora el p-valor para un análisis de varianza de una vía, para las características según los modos	220
F.4.	Promedio de las características de las señales psicofisiológicas y ambientales de las observaciones, considerando una ventana temporal de 10 segundo, según modo de transporte Se incorpora el p-valor para un análisis de varianza de una vía, para las características según los modos	221
G.1.	Resultados de dos modelo logit donde la variable dependiente es la variable “Valencia”, utilizando los marcadores de transporte como variables explicativas. “Modelo I” utiliza solo los modos de transporte, el “Modelo II” utiliza los modos de transporte y si la persona iba sentada y el “Modelo III” utiliza los modos de transporte y el efecto de ir sentado según el modo. En todos los modelos se controla por participante. . .	222
G.2.	Resultados de un modelo logit donde la variable dependiente es la variable “Valencia”, utilizando una ventana de tiempo de 6 segundos para las señales psicofisiológicas de los participantes como variables independientes. Se controla también por participante.	223
G.3.	Resultados de un modelo logit donde la variable dependiente es la variable “Valencia”, utilizando una ventana de tiempo de 6 segundos para las señales ambientales del experimento de campo como variables independientes. Se controla también por participante.	224
G.4.	Resultados de dos modelo logit donde la variable dependiente es la variable “Valencia”. El primero corresponde a una selección de las indicadores psicofisiológicos para una ventana de 6 segundos como variables independientes y el segundo utiliza una selección de señales ambientales para una ventana de 6 segundos como variables independientes. En ambos modelos se controla por participante.	225
G.5.	Resultados de dos modelo logit donde la variable dependiente es la variable “Activación”, utilizando los marcadores de transporte como variables explicativas. “Modelo I” utiliza solo los modos de transporte, el “Modelo II” utiliza los modos de transporte y si la persona iba sentada y el “Modelo III” utiliza los modos de transporte y el efecto de ir sentado según el modo. En todos los modelos se controla por participante.	227
G.6.	Resultados de un modelo logit donde la variable dependiente es la variable “Activación”, utilizando una ventana de tiempo de 6 segundos para las señales psicofisiológicas de los participantes como variables independientes. Se controla también por participante.	227

G.7. Resultados de un modelo logit donde la variable dependiente es la variable “Activación”, utilizando una ventana de tiempo de 6 segundo para las señales ambientales del experimento de campo como variables independientes. Se controla también por participante.	228
G.8. Resultados de dos modelo logit donde la variable dependiente es la variable “Activación”. El primero corresponde a una selección de los indicadores psicofisiológicos para una ventana de 6 segundo como variables independiente y el segundo utiliza una selección de señales ambientales para una ventana de 6 segundos como variable independiente. En ambos modelos se controla por participante.	230
G.9. Resultados de un modelo logit multinomial donde la variable dependiente es la variable “Emoción”, utilizando los marcadores de transporte como variables explicativas. Se controla también por participante.	231
G.10. Resultados de dos modelo logit multinomial donde la variable dependiente es la variable “Emoción”, utilizando los marcadores de transporte como variables explicativas. El “Modelo I” utiliza los modos de transporte y si la persona iba sentada y el “Modelo II” utiliza los modos de transporte y el efecto de ir sentado según el modo. En todos los modelos se controla por participante.	232
G.11. Resultados de un modelo logit multinomial donde la variable dependiente es la variable “Emoción”, utilizando las señales psicofisiológicas de los participantes como variables independientes considerando una ventana de tiempo de 6 segundos. Se controla también por participante.	234
G.12. Resultados de un modelo logit multinomial donde la variable dependiente es la variable “Emoción”, utilizando las señales ambientales del experimento de campo como variables independientes considerando una ventana de tiempo de 6 segundos. Se controla también por participante.	236
G.13. Resultados de dos modelo logit multinomial donde la variable dependiente es la variable “Emoción”. El primero corresponde a una selección de los indicadores psicofisiológicos y el segundo utiliza selección de señales ambientales como variables independientes. En ambos modelos se controla por participante y consideran una ventana de 6 segundos.	239

Índice de Ilustraciones

1.1.	El ítem de transporte público considera los modos con tarjeta <i>bip!</i> , taxi colectivo, bus urbano no integrado, bus interurbano o rural y tren. El transporte privado considera el automóvil, taxi básico y motocicleta. Por último, los viajes activos o no motorizados consideran la caminata y bicicleta.	2
1.2.	Mapa de la “zona cero”	3
2.1.	Modelo circuplejo de emociones. Combinación lineal entre la dimensión de valencia y la de activación	8
2.2.	Marco canónico.	15
2.3.	Marco metodológico incorporando indicadores psicofisiológicos.	16
2.4.	Tres formas distintas de realizar clustering a un mismo conjunto de puntos	27
3.1.	Distribución de la edad de los participantes de la encuesta	37
3.2.	Boxplot (1/2) de frecuencia de emociones percibidas en buses, por parte de los encuestados. El color azul representan las emociones que tuvieron un promedio menor a 2, el blanco entre 2 a 3 y, por último, el naranja representando un promedio mayor a 3.	41
3.3.	Boxplot (2/2) de frecuencia de emociones percibidas en buses, por parte de los encuestados. El color azul representan las emociones que tuvieron un promedio menor a 2, el blanco entre 2 a 3 y, por último, el naranja representando un promedio mayor a 3.	41
3.4.	Boxplot (1/2) de frecuencia de emociones percibidas en metro, por parte de los encuestados. El color azul representan las emociones que tuvieron un promedio menor a 2, el blanco entre 2 a 3 y, por último, el naranja representando un promedio mayor a 3.	42
3.5.	Boxplot (2/2) de frecuencia de emociones percibidas en metro, por parte de los encuestados. El color azul representan las emociones que tuvieron un promedio menor a 2, el blanco entre 2 a 3 y, por último, el naranja representando un promedio mayor a 3.	42
3.6.	Escalamiento multidimensional (modelo no paramétrico de Kruskal) utilizando datos de la <i>Encuesta N°2</i> - Actividad de agrupamiento de emociones.	45
3.7.	Análisis de Componentes Principales aplicados a los datos de la actividad de agrupamiento de emociones (<i>Encuesta N°2</i>)	46
3.8.	Clustering jerárquico aplicado a los datos de la actividad de clasificación de emociones	48
3.9.	Modelo circuplejo con selección emociones aplicadas a un contexto de viaje en transporte público.	49

4.1. Marco metodológico propuesto por Castro et al. (2020) que incorpora indicadores psicofisiológicos. Las zonas amarillas señalan la relación entre los dispositivos y aplicaciones creadas con el tipo de señal registrada.	50
4.2. Mapa del trayecto realizado por los participantes en el experimento.	54
4.3. Trayecto seguido por los participantes durante el periodo de estimulación, donde se contemplan 7 tramos y 4 tipos de modos: bus eléctrico, bus convencional, metro y caminata.	55
4.4. Tipos de tramos de caminata hechos por los participantes.	56
4.5. Imágenes del ContextINO	59
4.6. PCB colocado en muñeca de una persona	60
4.7. Imágenes de los sensores del PCB.	61
4.8. Señal fotopleitismograma suavizado para una submuestra de los datos de uno de los participantes. Se destacan los <i>peaks</i> de la señal con color amarillo y el intervalo entre latidos o <i>inter-beat interval</i> (IBI)	62
4.9. Imágenes de la aplicación para el participante	63
4.10. Imágenes de la aplicación para el monitor	65
5.1. Tipos de tramos de caminata hechos por los participantes de la submuestra. . . .	68
5.2. Distribución de los intervalos de tiempo entre los tiempos de notificación y los tiempos de respuesta de los participantes	77
5.3. Porcentajes de emociones clasificadas según si es de valencia positiva o negativa declaradas por los participantes, según modo de transporte	83
5.4. Porcentajes de emociones clasificadas según si es de alta o baja activación declaradas por los participantes, según modo de transporte	83
5.5. Porcentajes de emociones clasificadas según si es de alta o baja activación declaradas por los participantes, según modo de transporte	84
5.6. Gráfico de la evolución de la métrica AIC de los modelos que explican la variable <i>Valencia</i> según ventana de tiempo y grupo de variables explicativas (señales ambientales e indicadores psicofisiológicos), diferenciándose por la forma de <i>tiempo</i> (lineal, cuadrático y logarítmico).	91
5.7. Gráfico de la evolución de la métrica AIC de los modelos que explican la variable <i>Activación</i> según ventana de tiempo y grupo de variables explicativas (señales ambientales e indicadores psicofisiológicos), diferenciándose por la forma de <i>tiempo</i> (lineal, cuadrático y logarítmico).	92
5.8. Gráfico de la evolución de la métrica AIC de los modelos que explican la variable “Emocion” según ventana de tiempo y grupo de variables explicativas (señales ambientales e indicadores psicofisiológicos), diferenciándose por la forma de <i>tiempo</i> (lineal, cuadrático y logarítmico).	93
5.9. Gráfico de un análisis de pesos relativos a un modelo que explica la variable <i>Valencia</i> , utilizando como variables explicativas los modos de transporte.	96
5.10. Gráfico de un análisis de pesos relativos a un modelo que explica la variable <i>Valencia</i> , utilizando como variables explicativas los indicadores psicofisiológicos.	98
5.11. Gráfico de un análisis de pesos relativos aplicado a un modelo que explica la variable <i>Valencia</i> , utilizando como variables explicativas las señales ambientales.	101
5.12. Gráficos de análisis de pesos relativos aplicados a modelos que explican la variable <i>Valencia</i> , utilizando la selección de indicadores psicofisiológicos y señales ambientales, respectivamente.	104

5.13. Evolución de los efectos del tiempo a medida que este último crece, aplicado en tres tipos de conjunto de variables explicativas.	105
5.14. Gráfico de un análisis de pesos relativos a un modelo que explica la variable <i>Activación</i> , utilizando como variables explicativas los modos de transporte.	107
5.15. Gráfico de un análisis de pesos relativos a un modelo que explica la variable <i>Activación</i> , utilizando como variables explicativas los indicadores psicofisiológicos.	109
5.16. Gráfico de un análisis de pesos relativos aplicado a un modelo que explica la variable <i>Activación</i> , utilizando como variables explicativas las señales ambientales.	112
5.17. Gráficos de análisis de pesos relativos aplicados a modelos que explican la variable <i>Activación</i> , utilizando la selección de indicadores psicofisiológicos y señales ambientales, respectivamente.	114
5.18. Evolución de los efectos del tiempo a medida que este último crece, aplicado en tres tipos de conjunto de variables explicativas.	115
5.19. Evolución de los efectos del tiempo a medida que este último crece, aplicado en tres tipos de conjunto de variables explicativas.	128
5.20. Evolución de los efectos del tiempo a medida que este último crece, aplicado en tres tipos de conjunto de variables explicativas.	129
D.1. Matriz de correlación de las características de la variable Actividad electrodermal (EDA), considerando una ventana de 10 segundos	206
D.2. Matriz de correlación de las características de la variable Nivel de conductancia de la piel o Skin conductance level (SCL), considerando una ventana de 10 segundos .	207
D.3. Matriz de correlación de las características de la variable Respuesta de conductancia de la piel o Skin conductance response (SCR), considerando una ventana de 10 segundos	207
D.4. Matriz de correlación de las características de la variable Frecuencia cardiaca o Heart rate (HR), considerando una ventana de 10 segundos	208
D.5. Matriz de correlación de las características de la variable Variabilidad del ritmo cardíaco o Heart rate variability (HRV), considerando una ventana de 10 segundos	208
D.6. Matriz de correlación de las características de la variable Temperatura corporal o Skin temperature (SKT), considerando una ventana de 10 segundos	209
D.7. Matriz de correlación de las características de la variable Altitud o Altitude, considerando una ventana de 10 segundos	209
D.8. Matriz de correlación de las características de la variable Ruido ambiental o Ambient noise, considerando una ventana de 10 segundos	210
D.9. Matriz de correlación de las características de la variable CO2, considerando una ventana de 10 segundos	210
D.10. Matriz de correlación de las características de la variable Luminosidad o Brightness, considerando una ventana de 10 segundos	211
D.11. Matriz de correlación de las características de la variable Humedad o Humidity, considerando una ventana de 10 segundos	211
D.12. Matriz de correlación de las características de la variable Presión o Presión, considerando una ventana de 10 segundos	212
D.13. Matriz de correlación de las características de la variable Temperatura o Temperature, considerando una ventana de 10 segundos	212

Capítulo 1

Introducción

1.1. Motivación

El transporte público no solo debe considerarse un tema relevante para la economía y el crecimiento de las ciudades, sino también para la vida de las personas. Según el último estudio de Satisfacción de Operadores realizado por el Directorio de Transporte Público Metropolitano (2020a), en promedio, las personas se demoran 42 minutos en el primer viaje de su jornada habitual en transporte público. Asimismo, el 30 % de las personas declara que se tardan más de una hora en llegar a su destino, es decir, pasan más de 10 días al año —sin incluir otros viajes— en metro o en bus. Además, según un Estudio de Satisfacción de Usuarios (2020b), las personas que utilizan recorridos con buses estándar RED (ecológicos y/o eléctricos) los calificaron con un 5,5 de un máximo de 7, mientras que quienes usan recorridos tradicionales (sin buses RED) les pusieron nota 4,9. Por lo tanto, el sistema de transporte resulta relevante en la vida de los habitantes debido a la cantidad de tiempo que se gasta en él. Por otro lado, se desprende que al realizar cambios en el servicio que se presta, existe un efecto en la percepción que tienen sus usuarios.

En específico, el equilibrio diario observado en el sistema de transporte es resultado de la interacción de elecciones en el corto, mediano y largo plazo de una gran cantidad de personas. Por lo tanto, comprender cómo se toman esas decisiones y cómo desarrollar modelos prácticos para pronosticarlos es fundamental para el avance del transporte y el diseño de futuras políticas públicas. Asimismo, la llegada de nuevas fuentes de datos pasivos masivos y un aumento del poder computacional abre nuevas oportunidades para desarrollar avances en los modelos de elección (Guevara et al., 2019).

Según Fernandez (2014), la calidad de una experiencia de viaje puede ser de carácter cuantitativa o cualitativa. En particular, dentro de las variables de tipo cualitativa, se encuentran la comodidad del viaje, seguridad del tránsito y la confiabilidad del servicio. El presente trabajo busca ahondar en una caracterización de la experiencia de los usuarios en transporte público, midiendo variables de carácter cualitativo. Al revisar literatura que trata sobre este tipo de investigaciones, las principales deficiencias se encuentran asociadas a la susceptibilidad de sesgos de reporte y a la escasa granularidad presente al momento de describir la experiencia de viaje de los usuarios. Por lo tanto, el problema de investigación de

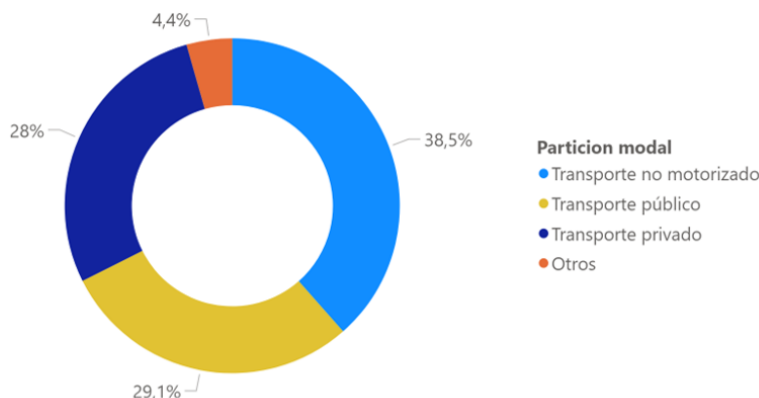
este trabajo recae en la carencia de una metodología que permita registrar parte de la experiencia de viaje de los usuarios del transporte público, desde un punto de vista cualitativo, que considere un bajo sesgo de reporte y posea un cierto nivel de granularidad.

1.2. Contextualización del experimento de campo

1.2.1. Transporte público de la ciudad de Santiago

En base a los datos de la Encuesta Origen-Destino (EOD) aplicada en Santiago el año 2012 (MTT, 2015), se puede afirmar que la cantidad total de viajes generados en un día hábil normal llega a superar los 18 millones, implicando 2,78 viajes diarios per cápita en promedio. Específicamente, la partición modal de la Región Metropolitana se expone en la Figura 1.1.

Partición modal de la Región Metropolitana según EOD



Fuente: Elaboración propia

Figura 1.1: El ítem de transporte público considera los modos con tarjeta *bip!*, taxi colectivo, bus urbano no integrado, bus interurbano o rural y tren. El transporte privado considera el automóvil, taxi básico y motocicleta. Por último, los viajes activos o no motorizados consideran la caminata y bicicleta.

Además, de la Encuesta Origen-Destino se desprende que los tres modos de transporte más utilizados son: la caminata¹ (34,5%), el automóvil (25,7%) y el “modo *bip!*” (25% al incluir combinaciones). Ahondando en la distribución del “modo *bip!*”, el 52% de estos viajes utilizan el bus, el 22% solo metro y el 26% restante considera las combinaciones entre bus y metro.

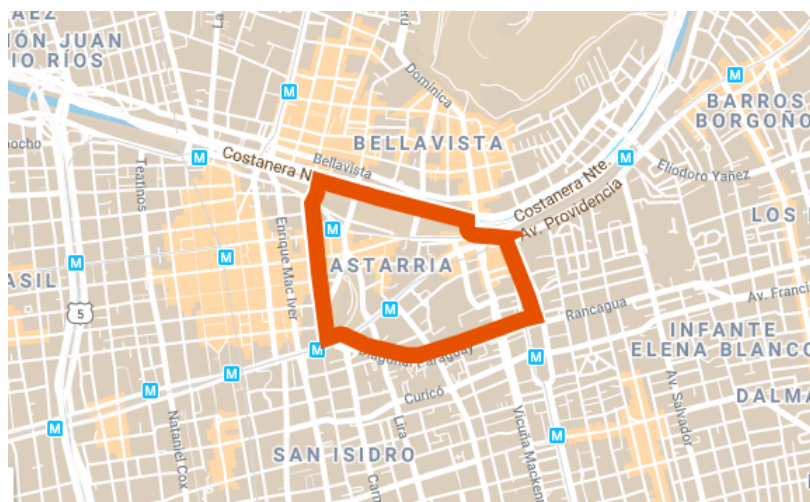
Por lo anterior, el ahondar en el estudio de la elección de modos de transporte como el bus, metro o caminata, adquieren especial importancia debido a la frecuencia de uso que poseen en el contexto de la Región Metropolitana.

¹Se consideran solamente los viajes que son completamente realizados a pie.

1.2.2. Implicancias de la crisis social de 2019 en el diseño del experimento

El diseño del experimento de campo y la ejecución de experimentos pilotos son realizados entre los meses de marzo y octubre de 2019. A fines de este mes se esperaba realizar la implementación oficial del experimento. No obstante, esta última fue postergada y llevada a cabo entre los meses de diciembre de 2019 y enero de 2020, debido a la crisis social iniciada en Chile el 18 de octubre de 2019. Ese día comenzaron protestas en la ciudad de Santiago, desencadenando una serie de hechos como enfrentamientos, incendios y ataques al metro y buses. El detonante de las protestas fue el alza de 30 pesos en las tarifas del transporte público del metro, obligando a cerrar todas las estaciones del subterráneo en un principio (T13, 2019). Posteriormente, se derivaron toques de queda, protestas, saqueos, evasión del metro, marchas históricas, abuso policial e informes sobre violaciones de derechos humanos (Urrejola, 2019). Estos eventos se tradujeron en el cierre fijo y variable de diversas estaciones de metro y en cambios intermitentes de recorridos de buses, lo cual produjo un impacto en el diseño experimental del estudio.

La ruta original de viaje del experimento de campo se desarrollaba cerca de la llamada “zona cero” de las protestas (Valiente, 2019), la cual abarcaba las calles Diagonal Paraguay, Portugal, Vicuña Mackenna, Ismael Valdés Vergara, Monjitas y Ramón Corvalán (ver Figura 1.2), donde ocurrían enfrentamientos y persecuciones entre manifestantes y carabineros. Por lo tanto, la implementación fue retrasada para crear el diseño de una nueva ruta que permita una frecuencia relativamente estable del transporte público y que garantice la integridad física de los participantes. En la práctica, esto se tradujo en una necesidad de renunciar a una posible aleatorización de recorridos o implementación de circuitos que fueran, por ejemplo, ejecutados en los mismos tramos en vehículos diferentes.



Fuente: Diario digital PAUTA.cl

Figura 1.2: Mapa de la “zona cero”

1.3. Objetivo general

Proponer una metodología y ejecutar un experimento que permita utilizar un prototipo que integra sensores portátiles para generar indicadores psicofisiológicos que describan las emociones percibidas en viajes en transporte público.

1.4. Objetivos específicos

1. Diseñar y aplicar instrumentos de recolección de información, para identificar tres emociones que mejor representan cada cuadrante del modelo circunplejo de Russell (1980) para describir las emociones en un viaje en transporte público.
2. Diseñar y ejecutar un experimento de campo en el que los sujetos se vean expuestos a diversos eventos de transporte, portando sensores de señales psicofisiológicas y ambientales, al mismo tiempo que describen las emociones que perciben.
3. Procesar y analizar información obtenida de los experimentos, estudiando la relación entre las variables de transporte, los indicadores psicofisiológicos y las señales ambientales, con las emociones descritas por los participantes.

1.5. Preguntas de investigación

El presente trabajo busca contestar las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Los eventos en transporte, analizados en esta investigación, efectivamente propician cambios en los estados emocionales de los participantes del experimento?
2. Respecto a los cambios emocionales descritos a través del modelo circunplejo de Russell ¿pueden ser medidos con sensores que capturen indicadores psicofisiológicos y señales ambientales?
3. En el caso que exista una relación entre las emociones y los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales ¿cuál sería la ventana de tiempo óptima para registrar aquella relación?

1.6. Resumen metodológico

Para poder cumplir con el objetivo general, se desarrolla una metodología de trabajo que permite estudiar la relación entre indicadores psicofisiológicos y los estados emocionales percibidos por los participantes durante un viaje en transporte público. La metodología utilizada consta de cuatro fases que son descritas a continuación.

1. **Fase de investigación:** se estudia bibliografía relacionada a la incorporación de estados emocionales en modelos de elección de transporte, para poder evidenciar cuáles son los principales hallazgos y limitantes en esta materia. Asimismo, se revisa bibliografía

que estudia la relación existente entre indicadores psicofisiológicos y estados emocionales.

2. **Fase de diseño:** basándose en la estructura de un modelo propuesto para la incorporación de indicadores psicofisiológicos en la elección de transporte de Castro et al. (2020), se define un protocolo experimental. Además, se desarrolla una metodología de clasificación de emociones adaptada para viajes en transporte público.
3. **Fase de implementación:** se aplica el protocolo experimental propuesto en un recorrido en transporte público; contemplando diversos modos de transporte como bus eléctrico, bus convencional, metro y caminata. Se utilizan sensores psicofisiológicos y ambientales, junto con aplicaciones de celulares para reunir información de los participantes y de su entorno.
4. **Fase de análisis:** se procesan y crean bases de datos para poder realizar estudios, cruzando información del autorreporte de los participantes, de los sensores y las aplicaciones con el fin de responder las preguntas de investigación.

1.7. Estructura

Se expone a continuación un resumen de la estructura del presente trabajo, con el fin de facilitar la comprensión del lector:

Capítulo 2: Marco teórico, se exponen la revisión bibliográfica, el marco metodológico para la incorporación de indicadores psicofisiológicos a la modelación de transporte, las herramientas estadísticas utilizadas y los antecedentes generales para contextualizar el experimento.

Capítulo 3: Desarrollo de un modelo circumplejo aplicado a transporte público, se expone una metodología de clasificación de emociones, llamada Modelo circumplejo de emociones (Russell, 1980) y su adaptación a un contexto de viaje en transporte público.

Capítulo 4: Experimento de campo, se exponen detalladamente los aspectos del diseño e implementación del experimento de campo realizado.

Capítulo 5: Modelamiento, se expone la descripción de una submuestra estudiada, el conjunto de las variables utilizadas, la creación de los modelos de elección discreta, los resultados obtenidos y la discusión sobre estos últimos en contraste a la literatura.

Capítulo 6: Conclusiones, se exponen las principales conclusiones del trabajo, verificando el cumplimiento de los objetivos planteados y respondiendo las preguntas de investigación inicialmente declaradas. Además, se mencionan las posibles implicancias para la creación de políticas públicas y las limitaciones y extensiones del trabajo.

Capítulo 2

Marco teórico

2.1. Revisión bibliográfica

2.1.1. Definición de emoción

La mayoría de las definiciones contemporáneas de la emoción comparten varias características. La más importante es la idea de que las emociones radican en su respuesta¹, como reacciones con valencia positiva o negativa a estímulos significativos (Frijda et al., 1994).

No todas las reacciones con valencia constituyen emociones, debido a que las emociones típicamente se enfocan a estímulos particulares, a diferencia de los estados de ánimo, que tienden a ser más difusa (Frijda et al., 1994). Además, las emociones también tienden a ser de corta duración, del orden de segundos a minutos (Ekman, 1994). Otros estados afectivos, tales como estados de ánimo (Ekman, 1994; Frijda et al., 1994) y, especialmente, las actitudes (Frijda et al., 1994), tienden a ser más duradera (Eagly y Chaiken, 1993). Por ejemplo, las personas que tienen miedo a los perros, no viven constantemente en un estado de miedo, pero al aparecer un perro probable el individuo sienta miedo.

El miedo puede ser conceptualizado como una emoción discreta, junto con la ira, tristeza, felicidad, alivio y otros estados que difieren en términos de una variedad de factores; incluyendo la evaluación de antecedentes, las expresiones faciales y tendencia a la acción. Alternativamente, las emociones pueden ser conceptualizadas en términos de un pequeño número de dimensiones, tales como la valencia y activación (Russell, 1980; Russell y Barrett, 1999), positivo y negativo de activación (Watson et al., 1999), o positividad y negatividad (Cacioppo et al., 1999).

2.1.2. Relación del sistema nervioso y las emociones

El sistema nervioso se divide en dos grandes componentes: el sistema nervioso central y el sistema nervioso periférico. El sistema nervioso central (SNC) comprende el cerebro y la médula espinal, que enviar y recibir entradas desde el sistema nervioso periférico. A su

¹En inglés, se utiliza la palabra “affective” desde una semántica psicológica como la respuesta o reacción emocional.

vez, el sistema nervioso periférico comprende los sistemas nerviosos autónomo y somáticas. El sistema nervioso autónomo inerva² los músculos lisos (por ejemplo, el corazón) y las glándulas, y se divide en las ramas simpática y parasimpática. Considerando que la rama simpática generalmente prepara el cuerpo para la acción (por ejemplo, mediante la estimulación de la frecuencia cardíaca) y la rama parasimpática ayuda funciones de restauración (por ejemplo, mediante la estimulación de la digestión). Por último, el sistema nervioso somático inerva los músculos esqueléticos, incluyendo los de la cara .

Muchas veces las personas hacen metáforas para hacer referencia a procesos fisiológicos relacionados al sistema nervioso periférico. Aunque la mayoría de las personas en las culturas occidentales, presumiblemente, reconocen que el corazón es en realidad una simple bomba, pero se describe a menudo como el centro de las emociones y, en particular, del amor. Así, cuando nuestros corazones se agitan ante el enamoramiento, pero se “rompen” cuando se acaba una relación, la intuición acerca de los fenómenos psicológicos es a menudo imprecisa en el mejor de los casos e incorrecto en el peor. La psicofisiología ha demostrado que los procesos periféricos en forma de eventos autónomos (es decir, viscerales) y somáticos (por ejemplo, motores o expresivos) están efectivamente asociados a los procesos emocionales. Es común en todas las definiciones de psicofisiología el utilizar señales o indicadores psicofisiológicos para entender procesos psicológicos como las emociones (Larsen et al., 2008).

Las conexiones entre el sistemas nervioso central y el periférico han alimentado a largos debates sobre el papel preciso de la actividad periférica en las emociones. Estas conexiones son recíprocas, de tal manera que el sistema nervioso central envía y recibe información hacia los órganos relacionados al sistema nervioso periférico. El hecho de que el cerebro envía señales eferentes³ a la periferia plantea la posibilidad de que la experiencia de las emociones provocan cambios periféricos. Por otro lado, el hecho de que el sistema nervioso central recibe aferentes⁴ desde la periferia plantea la posibilidad de tal vez que, contrario a la intuición, los cambios periféricos contribuyen a la experiencia de la emoción.

2.1.3. Clasificación de emociones: modelo circuplejo de emociones

Según el *circumplex model of affect* (ver Figura 2.1), los estados emocionales se componen de sensaciones que emergen de la actividad de dos sistemas neurofisiológicos básicos (Posner et al., 2005; Russell, 1980). El primero corresponde a un continuo de placer y desagrado, el cual es llamado **valencia**⁵ y el segundo corresponde a un continuo de alta y baja excitación o exaltación, llamado **activación**⁶.

Madrid y Patterson (2014) define la valencia como el grado en que los sentimientos se experimentan como positivos o negativos en tono hedónico⁷, la activación denota el estado de disposición (*readiness*) proporcionado por los mismos sentimientos. La combinación lineal de ambas dimensiones describe cuatro cuadrantes afectivos. Actualmente, investigadores han etiquetado recientemente a estos cuadrantes como los siguientes:

²Transmitir estímulos nerviosos a una zona del organismo.

³Impulsos que van fuera del SNC.

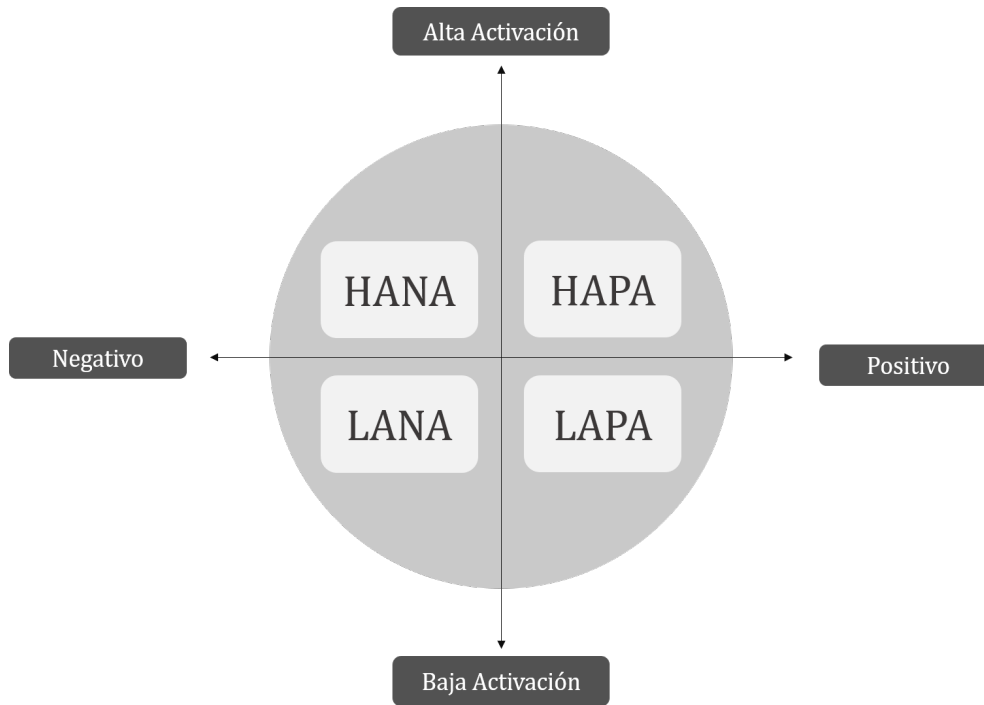
⁴Impulsos que van hacia el SNC.

⁵En inglés, se le denomina *valence*.

⁶En inglés, se le denomina *arousal*.

⁷Hedónico: relacionado con el placer.

1. HAPA (*high-activated positive affect*): alta activación y valencia positiva.
2. HANA (*high-activated negative affect*): alta activación y valencia negativa.
3. LANA (*low-activated negative affect*): baja activación y valencia negativa.
4. LAPA (*low-activated positive affect*): baja activación y valencia positiva.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2.1: Modelo circuplejo de emociones. Combinación lineal entre la dimensión de valencia y la de activación

La metodología investigada y que posteriormente es replicada en el presente estudio para crear un modelo circuplejo adaptado a un contexto de transporte público, se desprende de las metodologías adoptadas en *A circumplex model of affect* (Russell, 1980) y *A cross-cultural study of a circumplex model of affect* (Russell et al., 1989). De estos se deriva una metodología para crear un modelo circuplejo a través de la clasificación de un listado de 28 emociones en los idiomas inglés, polaco, estonio y griego de la siguiente manera:

1. Traducción del modelo circuplejo al lenguaje objetivo, a través de diccionarios y traducciones hechas por hablantes bilingües. Se hace énfasis en estos trabajos en encontrar palabras de uso común en el idioma nativo, más que buscar equivalentes precisos.
2. El experimento en cada idioma consistía en tener las palabras traducidas y que los participantes agruparan un mazo de 28 cartas, cada una con una emoción, en grupos de 4, 7, 10 y 13 en intentos separados (es decir, eran 4 intentos de orden).
3. Cada par de emociones juntas en un grupo, se le agregaba un puntaje de acuerdo a la

cantidad de divisiones que tenía que hacer el sujeto. Por ejemplo, si la persona tenía que dividir el mazo en 13 grupos, cada pareja de palabras que quedaba en un mismo grupo, se le asignaba un puntaje de 13 puntos.

4. Cabe destacar que a cada pareja existente se le da un valor base de 1. Entonces el puntaje máximo que podía recibir una pareja de palabras al final de la actividad era 35 ($1+4+7+10+13=35$).

Posteriormente, los resultados fueron analizados con *Smallest Space Analysis* (SSA), un tipo de procedimiento de escalamiento multidimensional. Ocupan un SSA-I, es decir, se trabaja con una matriz simétrica (Bloombaum, 1970). Este método provee una representación visual de las relaciones entre las palabras colocadas a través de un espacio geométrico (euclidiano) de una dimensionalidad dada (hay que escoger una). A mayor similitud, se tiene una representación más cercana en el espacio, lo cual facilita su interpretación visual.

Finalmente, en todos los casos, se escogieron dos dimensiones para trabajar y se les da la interpretación de los ejes del *circumplex model* anteriormente expuesto. Es decir, el eje horizontal corresponde al grado de valencia y el eje vertical al grado de activación.

2.1.4. Indicadores psicofisiológicos

Algunos indicadores psicofisiológicos ampliamente estudiados en la literatura y que serán utilizados en el presente diseño e implementación del experimento de campos son los siguientes:

1. Actividad electrodermal.
2. Ritmo cardíaco y variabilidad del ritmo cardíaco.
3. Temperatura de la piel.

A continuación se hace una descripción de cada una de ellas.

Actividad electrodermal

Nourbakhsh et al. (2012) declara que entre diferentes señales fisiológicas, la actividad electrodérmica (EDA⁸) o la respuesta galvánica de la piel (GSR⁹), es un señal que se obtiene a bajo costo, robusto y es de fácil captura. En este método la conductancia eléctrica de la piel se mide a través de uno o dos sensores, por lo general, fijado a una parte de la mano o el pie. La conductividad de la piel varía con los cambios en el nivel de humedad de la piel (sudor) y puede revelar cambios en el sistema nervioso simpático¹⁰.

En la literatura se relaciona este indicador a reacciones afectivas como la excitación (Ganglbauer et al., 2009), estrés (Park et al., 2009) y la carga cognitiva (Nourbakhsh et al., 2012).

⁸Electrodermal activity.

⁹Galvanic skin response.

¹⁰El cual es parte del sistema nervioso periférico.

La actividad electrodermal es un agregado de una componente tónica y una componente fásica. La componente tónica representa los niveles generales de la conductividad de la piel, y cuyos niveles varían lentamente en el tiempo. La componente fásica se manifiesta como *peaks* más agudos de la componente tónica del EDA y es resultado, generalmente, de la activación simpática momentánea ante estímulos excitantes, aunque también se producen espontáneamente en algunos individuos. La componente tónica del EDA comúnmente se le llama nivel de conductancia de la piel (SCL¹¹), mientras que las respuestas fásicas a corto plazo se denominan respuesta de conductancia de la piel (SCR¹²).

Ritmo cardíaco y variabilidad del ritmo cardíaco

La función del corazón es contraer y la bombear sangre oxigenada al cuerpo y desoxigenada en sangre a los pulmones. Para lograr este objetivo, un corazón humano normal debe vencer regularmente y de forma continua durante toda la vida. Los latidos del corazón se originan a partir de la descarga de estimulación rítmica del nodo sinoauricular (SA) dentro del propio corazón (Gordan et al., 2015).

En ausencia de influencias neurales u hormonales extrínsecos, la frecuencia de estimulación del nodo SA sería de alrededor de 100 latidos de salida por minuto. Sin embargo, debe variar en respuesta a las necesidades de las células del cuerpo para el oxígeno y nutrientes bajo condiciones variables. Con el fin de responder rápidamente a las necesidades cambiantes de los tejidos del cuerpo, la frecuencia o ritmo cardíaco y la contractilidad están reguladas por el sistema nervioso, las hormonas y otros factores. El sistema cardiovascular está muy influenciado por el sistema nervioso autónomo, así como el sistema endocrino (Gordan et al., 2015).

La frecuencia o ritmo cardíaco (HR¹³) se utiliza como medida psicofisiológica de activación (Robazza et al., 1999). Además, en la literatura también se relaciona un aumento de la frecuencia a emociones como la felicidad (Ekman et al., 1983) y la ira (Ekman et al., 1983).

Dentro de la literatura que versa sobre la relación entre la variabilidad del ritmo cardíaco (HRV¹⁴) y los estados afectivos, existe evidencia que este indicador se relaciona principalmente con los niveles de estrés (Healey y Picard, 2005; Lane et al., 2009; Sharma y Gedeon, 2012).

Temperatura de la piel

Temperatura de la piel es la temperatura de la superficie más externa del cuerpo. La temperatura normal de la piel humana en el tronco del cuerpo varía entre 33,5°C y 36,9°C, aunque la temperatura de la piel es más bajo en las partes salientes, como la nariz, y más alto sobre los músculos y los órganos activos (MacRae et al., 2018).

La temperatura de la piel responde linealmente a la contracción y relajación de los múscu-

¹¹Skin conductance level.

¹²Skin conductance response.

¹³Heart rate.

¹⁴Heart rate variation.

los lisos¹⁵ que rodean los vasos sanguíneos. El aumento o disminución de la temperatura se basa en relación directa con el flujo sanguíneo en los vasos sanguíneos (Karthikeyan et al., 2012).

La temperatura de la piel responde a los estímulos emocionales aumentando o disminuyendo, lo cual dependerá del estímulo. La sorpresa y la ira inducen un aumento, mientras que la felicidad, el miedo, tristeza y el disgusto provocan una disminución en la temperatura de la piel (Collet et al., 1997). Además, la temperatura de la piel se encuentra relacionada con el estrés (Karthikeyan et al., 2012).

2.1.5. Incorporación de estados afectivos a modelos de elección

Se realiza una revisión de la literatura asociada a la incorporación de estados afectivos; como emociones, sentimientos, estados de ánimo, percepciones o actitudes; en modelos de elección de transporte. En resumen, la literatura se enfoca principalmente en variables relacionadas a la satisfacción de los usuarios, pero no estados emocionales propiamente tal. Además, generalmente utilizan como mecanismos de recolección de datos las encuestas, por esta razón el uso de data más granular como indicadores psicofisiológicos es limitado.

A continuación, se clasifica y describe la literatura revisada según el principal estado afectivo estudiado y sus conclusiones más importantes.

Estados de ánimo

En un estudio de Morris y Guerra (2015), el cual trabaja sobre 13.260 respuestas de la Encuesta de Empleo de Tiempo Estadounidense ¹⁶, concluyen que la relación estimada entre el estado de ánimo y el modo de transporte tiende a ser débil. Sin embargo, los ciclistas y pasajeros de vehículos particulares tienden a tener emociones más positivas y los pasajeros de autobús y de tren/metro experimentan emociones más negativas. Por lo tanto, resulta interesante que existan diferencias descriptivas y abre el cuestionamiento a si con otras metodologías de recolección de datos se pueden capturar diferencias con alguna significancia estadística.

Otro estudio realizado por Ettema et al. (2011), a través de una encuesta aplicada a 155 estudiantes de la Universidad de Karlstad (Suecia) concluye que los estados de ánimo y el bienestar subjetivo se ven afectados por el modo de viaje (bus versus automóvil). Los estados de ánimo en este trabajo son medidos en base a la *Swedish Core Affect Scale* (SCAS), método basado en el modelo circunplejo de Russell (1980). Específicamente utiliza unas tres escalas para el eje de placentero-displacentero y tres escalas para el eje de activación-desactivación.

Bienestar

Según De Vos et al. (2013), la experiencia del bienestar subjetivo ha suscitado recientemente una creciente atención en el transporte y los estudios de movilidad. Sin embargo, declara que estos estudios todavía son incipientes y muchos de los diversos vínculos entre el comportamiento de viaje y el bienestar siguen estando poco examinados. Además, según

¹⁵Los músculos lisos son controlados por el Sistema Nervioso Autónomo.

¹⁶*American Time Use Survey*

De Vos et al., la mayoría de los estudios sólo se centran en un aspecto de este último, la satisfacción de viaje.

Felicidad

Otro estado afectivo estudiado en la literatura es la felicidad. Esta variable es estudiada en un experimento en transporte público realizado con 30 participantes en Suiza (Abou-Zeid et al., 2012), relacionando tiempos de viaje y la felicidad en este último. Un hallazgo interesante de este estudio es que la gente piensa con más cuidado acerca de su felicidad de viaje, afectando además las clasificaciones de niveles de satisfacción que realizaban. Otro estudio realizado por Duarte et al. (2010) efectuaron un experimento de elección de modo con dos alternativas: vehículo privado y metro. El tamaño de la muestra fue de 870 personas y llegaron a la conclusión que el concepto de felicidad declarada es un indicador consistente en el proceso de decisión.

Satisfacción

Un estado afectivo ampliamente estudiado es la satisfacción. A continuación se detallan estudios relacionados a esta variables y sus principales conclusiones.

Morris (2015) ha estudiado la satisfacción de vida con el hecho de realizar actividades fuera de casa y los viajes, utilizando una muestra de 21.570 respuestas provenientes principalmente de la Encuesta de Empleo de Tiempo Estadounidense¹⁷. Se concluye que el tiempo de viaje exhibe una fuerte relación positiva con la satisfacción de vida en los pueblos y ciudades más pequeñas, pero en las grandes ciudades la asociación se debilita, haciendo que no se pueda asociar con la satisfacción de vida en absoluto.

De Vos et al. (2016) en un estudio menciona que la relación entre la elección de la modalidad de viaje y la satisfacción de viaje son limitados. En este caso en particular, se realiza un estudio con una muestra de 1720 personas en un contexto de viajes de ocio en la ciudad de Gante, Bélgica. Utilizando características relacionadas con los viajes y el entorno construido como variables explicativas. Se concluye que usuarios del transporte público (bus, tranvía y tren) perciben su viaje más negativamente, mientras que los viajes activos (caminata o bicicleta) da lugar a los más altos niveles de satisfacción de los viajes. Cabe destacar que usaron encuestas para preguntar por el último viaje de ocio y la escala que mide los estados de ánimo se encuentran basados en dos dimensiones usando la metodología SCAS.

Carrel et al. (2016) utilizando una muestra de 856 participantes y tres fuentes de recolección de información: encuestas de satisfacción, seguimiento de datos de teléfonos inteligentes y datos de localización automática de vehículos (AVL¹⁸). Concluyen que varía la sensibilidad en la satisfacción de los participantes según el modo de transporte. Por ejemplo, se evidencia que es más molesto los retrasos en metro que en bus. Otra conclusión de este trabajo es que se debe obtener una medida general de satisfacción con el servicio de tránsito, cuando se llevan a cabo mediciones de la satisfacción en forma repetida con respecto a las experiencias individuales. Es decir, debe existir un nivel base y una componente variable.

¹⁷*American Time Use Survey*

¹⁸Automatic Vehicle Location

Gao et al. (2017) utilizando datos de una encuesta aplicada en China a 1464 personas, concluye que el estado de ánimo y la personalidad influye directamente en la satisfacción de viaje y que ignorar estos factores puede producir el reporte de efectos sesgados.

Said et al. (2017) estudiaron a través de una encuesta, aplicada a 475 personas, los efectos de añadir indicadores de satisfacción en la eficiencia de los modelos de elección y en la predicción aplicados a datos provenientes del área metropolitana de Beirut, Líbano. Los resultados indican que incorporar indicadores de satisfacción en modelos de elección mejoran la eficiencia del modelo, pero no la predicción.

Por último, Lunke (2020) utilizando una encuesta aplicada a 7.630 personas de la ciudad de Oslo (Noruega), concluye que los pasajeros se encuentran significativamente menos satisfecho con sus viajes regulares en transporte público que al utilizar otros modos de transporte. Asimismo, los usuarios de tren y metro están más satisfechos con sus viajes que los usuarios de autobús y tranvía. También concluye un efecto negativo en la longitud del viaje y la satisfacción.

Estrés y activación

En general, la literatura revisada vincula al estrés y la activación emocional con materias de transporte a través de indicadores psicofisiológicos. A continuación se detallan estudios relacionados a estas variables y sus principales conclusiones.

Wener et al. (2003) realizaron dos estudios de niveles de estrés a través de cortisol salival en viajes en transporte público de New Jersey. Respecto a la cantidad de participantes, colaboraron 29 personas en el primero y 24 personas en el segundo. Específicamente, se investigaron dos tipos de ruta: un viaje directo y otro con transbordo, ambos utilizando trenes. Concluyendo que los pasajeros que realizaron un viaje directo a su destino presentaban menos niveles de estrés. Asimismo, se comenta que este efecto está mediado por el tiempo de viaje.

Ba et al. (2017) realizaron simulaciones de conducción en donde participaron 130 personas, con el objetivo de hacer modelos de predicción de choques de vehículos, utilizando diversas variables, entre esas se encontraban indicadores psicofisiológicos. Los resultados demostraron que se obtenían mejoras significativas de las métricas de precisión y la especificidad de los modelos de predicción al añadir características fisiológicas como el ritmo cardíaco y la actividad electrodermal.

Shoval et al. (2018) crean “mapas emocionales” de la ciudad de Jerusalén, los cuales identifican áreas de activación o excitación emocional. Esto último, utilizando la percepción subjetiva de las emociones de 144 personas y la actividad electrodermal (EDA) de 68 turistas. Específicamente, las percepciones subjetivas de las emociones fueron medidas en una escala likert de 7 niveles de activación (1 es el nivel más bajo).

Por último, en un experimento realizado por Paschalidis et al. (2019) utilizan un simulador de conducción de la Universidad de Leeds, donde 45 participantes se sometían deliberadamente a eventos estresantes, mientras conducían en un entorno simulado de autopistas. Se concluye que el comportamiento de seguimiento vehicular está influenciada significativamente

por el estrés junto con la velocidad, avances y características de los conductores. Asimismo, es necesario destacar que el registro de señales psicofisiológicas fue realizado a través de una pulsera no invasiva.

2.2. Marco metodológico para la incorporación de indicadores psicofisiológicos a la modelación de transporte

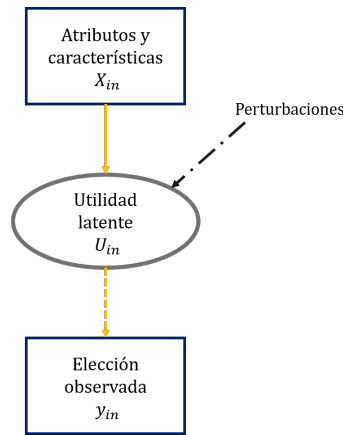
En este capítulo se detalla la estructura del marco metodológico propuesto por Castro et al. (2020) para la incorporación de indicadores psicofisiológicos en modelos de elección en transporte. Se comienza describiendo un proceso de generación de datos en la que se incluyen estos indicadores, que pueden ser entendidos como una extensión del marco integrado de elección y variables latentes (ICLV¹⁹) propuesto por Walker (2001).

En este marco canónico se supone que n individuo elige i alternativa teniendo en cuenta una mezcla de atributos y características, sintetizado por el vector X_{in} , además de algunos errores o perturbaciones exógenas ε_{in} que conforman las utilidades indirectas U_{in} , que son latentes para el investigador. Bajo el modelo de utilidad aleatoria (RUM), que permite la identificación de los parámetros del modelo, la utilidad indirecta se divide en una parte sistemática V_{in} que depende de las variables observadas por el investigador X_{in} y la parte aleatoria, formado por las perturbaciones ε_{in} . Entonces, en el supuesto de racionalidad, se considera que el individuo escoge la alternativa con la utilidad más grande entre las alternativas del conjunto de elección C_n , la elección que se observa por el investigador a través del indicador y_{in} que toma el valor 1, si alternativa i es escogida por el individuo n y cero en caso contrario.

En el modelo canónico X_{in} consiste típicamente en el tiempo de viaje y los atributos de coste de las alternativas, potencialmente interactuado con las características del individuo, como el ingreso o la edad. Además, las sumas de los errores o perturbaciones de todos los atributos omitidos (no observados por el investigador), tienen que ser asumidos como independientes en relación a X_{in} para garantizar la estimación consistente de los parámetros del modelo (Guevara, 2015).

Los atributos omitidos contenido en los errores o perturbaciones de la Figura 2.2 pueden ser, por ejemplo, el caso donde el individuo n viaja de pie, que otro pasajero está escuchando “música molesta” sin auriculares en el transporte público o que el camino es irregular. El hecho de que estos atributos se omiten por el investigador no solo hace que sea imposible medir su valoración, sino también puede impedir la estimación consistente de otros parámetros del modelo cuando no son independientes de X_{in} . Esto puede suceder, por ejemplo, si el camino más irregular tiende a ser el más barato o la ruta de transporte público más concurrida tiende a ser la más reducida.

¹⁹Integrated choice and latent variables.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2.2: Marco canónico.

La endogeneidad potencial que surge de la omisión de atributos dependientes puede ser dirigida, entre otros métodos, utilizando las variables latentes (Walker, 2001) o el enfoque de solución de indicadores múltiples (Guevara y Polanco, 2016). Para ambos casos, el investigador tendría que recoger indicadores de los atributos omitidos y/o construir una ecuación estructural adecuada para ellos, algo que puede resultar difícil de lograr en la práctica, causando problemas adicionales (Guevara, 2015). Los indicadores pueden recogerse, por ejemplo, a partir de preguntas después de cada viaje sobre la “comodidad” percibida, y las ecuaciones estructurales pueden incluir características del individuo, para capturar diferencias en la percepción, junto con eventos registrados, como medición de niveles de hacinamiento. Sin embargo, las preguntas después de cada viaje son susceptibles al sesgo de reporte y a tener granularidad limitada. De esta manera, la construcción de las ecuaciones estructurales adecuadas siempre es cuestionable debido a información incompleta. Estas limitaciones pueden ser evitadas con la incorporación adecuada de los indicadores psicofisiológicos en el marco de los modelos de elección.

La utilización de biosensores posibilita la recolección de indicadores psicofisiológicos que están directamente relacionados con los estados psicofisiológicos y emociones (PPSE²⁰) percibidas por el usuario del transporte. Si bien los biosensores, individualmente, se han miniaturizado y su precio ha disminuido, aún existe el desafío de integrarlos en un mismo dispositivo que resulte poco invasivo para el usuario. De todas maneras, en este trabajo utilizamos el trabajo realizado por el *WeSST Lab*²¹, que consiste, precisamente, en un dispositivo de bajo costo y alto desempeño que permite la captura sincronizada de varias bioseñales. Dado el acceso a esta tecnología, podría decirse que el sesgo de reporte no es un problema en este caso debido a que independientemente de cómo se sentía el individuo en un cierto instante, en teoría, se debería registrar objetivamente con estos dispositivos.

La pregunta que queda es la manera de incorporar en el marco de los modelos de elección la gran cantidad de información obtenida a partir de los biosensores. Para contestar

²⁰Psychophysiological states and emotions.

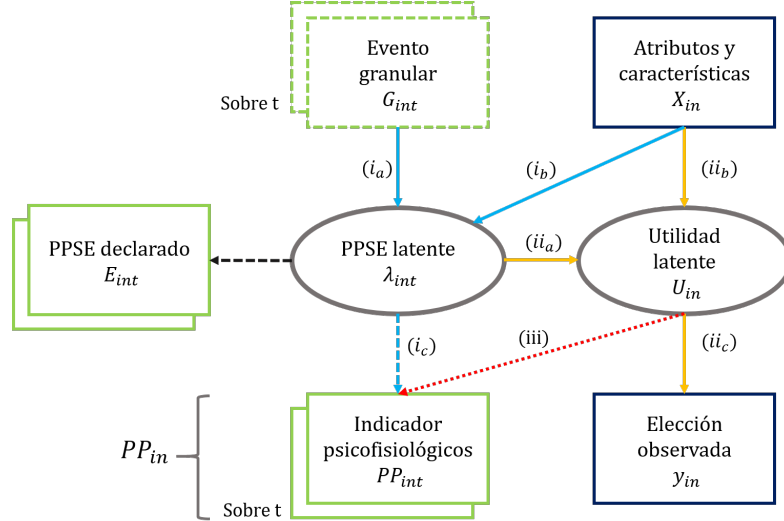
²¹Web Science & Smart Technologies Lab. Es un laboratorio que busca generar conocimiento para la investigación y aplicación de nuevas tecnologías en Chile.

aquella pregunta, se utiliza el marco conceptual presentado en el artículo *A methodological framework to incorporate psychophysiological indicators into transportation modeling* (Castro et al., 2020).

El primer paso hacia ese objetivo es tener en cuenta que, si los indicadores recogidos de biosensores están relacionados con los PPSE de los individuos, también podrían entenderse como una medida incidental de la utilidad indirecta que explica la elección. Aunque los PPSE son posiblemente causados por algunos eventos agregados o granulares que se producen durante el viaje, ellos son la percepción del individuo a esos eventos y, como tal, deben estar relacionados en cierta medida con la utilidad indirecta que define la elección.

En consecuencia, se puede considerar que los individuos eligen sus alternativas de algún modo combinando atributos “presupuestarios” y “eventos” granulares que pueden ocurrir durante el viaje. El primero podría corresponder al costo tradicional o el tiempo de viaje y el segundo a, por ejemplo, el ruido, el nivel de hacinamiento, la inseguridad, la sensación de peligro o la comodidad, que de alguna manera se incorporan en la utilidad indirecta U_{in} a través del PPSE.

Este marco metodológico se representa en la Figura 2.3, donde G_{int} corresponde a un vector de eventos granulares g_{int} experimentados por el individuo n en el tiempo t para la alternativa i , y PP_{int} corresponde al vector respectivo de indicadores psicofisiológicos. PP_{int} se supone que es observado por el investigador, pero G_{int} puede o no ser observado completamente y es representado por un rectángulo con bordes de trazos discontinuos.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2.3: Marco metodológico incorporando indicadores psicofisiológicos.

Considere primeras relaciones (i_a) y (i_b) en la Figura 2.3. Estos enlaces representan el hecho de que los PPSE λ_{int} , percibidos por un individuo n mientras viaja en la alternativa i en el tiempo t , dependerá tanto del vector G_{int} y los atributos y características X_{in} . Todas las perturbaciones en la Figura 2.3 se supone que son exógeno y no son los mismos de la Figura 2.3.

Además, la relación (i_c) corresponde a una medición de λ_{int} a través de los indicadores psicofisiológicos PP_{int} . Relaciones (i_a), (i_b) y (i_c) puede ser sintetizado como se muestra en la Ecuación 2.1, donde δ_{int} representa, por ejemplo, un error de medición de los indicadores psicofisiológicos, el cual se supone de carácter exógeno.

$$PP_{int} = \lambda_{int}(G_{int}, X_{in}) + \delta_{int} = \alpha_{in} + \hat{\lambda}_{int}(G_{int}) + \delta_{int} \quad (2.1)$$

Tener en cuenta que, a pesar de que los PP_{int} dependen tanto de G_{int} y X_{in} , ya que este último no depende del tiempo, se puede argumentar que solo G_{int} se mantendría como una variable independiente en la Ecuación 2.1. El efecto de X_{in} está siendo reducido a una constante α_{in} que depende del individuo n y la alternativa i , como es mostrado en la parte derecha de la Ecuación 2.1. Además, puesto que los indicadores psicofisiológicos a menudo se analizaron después de restar su media durante el transcurso del tiempo para dar cuenta de una línea base (Burt y Obradović, 2013), incluso el efecto de la constante puede desaparecer de la Ecuación 2.1. Este efecto puede potencialmente limpiar el impacto de la relación (i_b) mostrado en la Figura 2.3 o, al menos, reducirlos a una constante por alternativa i , es decir, α_i .

Considerando ahora las relaciones (ii_a), (ii_b) en la Figura 2.3. Sin pérdida de generalidad, el efecto de los atributos granulares y presupuestarios en la utilidad indirecta U_{in} pueden ser separados en una componente sistemática y una aleatoria. En la Ecuación 2.2, la utilidad sistemática es representada por V_{in} y puede dividirse en dos términos y la utilidad aleatoria que tiene la persona n para la alternativa i es representada por ε_{in} .

$$U_{in} = V_{in}\{V_{in}^G(G_{in}), V_{in}^B(X_{in})\} + \varepsilon_{in} \quad (2.2)$$

Donde V_{in}^B corresponde a la parte sistemática tradicional de la utilidad, que es a menudo considera lineal en los atributos presupuestarios X_{in} , capturando la relación (ii_b) en la Figura 2.3. A su vez, V_{in}^G corresponde a una función de los eventos granulares G_{int} , transformado a través los PPSE e integrado sobre el tiempo t a lo largo de todo el viaje, capturando la relación (ii_a) en la Figura 2.3.

Además, la relación (ii_c) corresponde a una medida de U_{in} a través de la elección observada y_{in} . Suponiendo racionalidad, las relaciones (ii_a), (ii_b) y (ii_c) se pueden sintetizar como se muestra en la Ecuación 2.3.

$$y_{in} = \mathbb{I}[U_{in} \geq U_{jn} \forall j \in C_n] \quad (2.3)$$

Donde \mathbb{I} es una función indicatriz.

Finalmente, considere la relación (iii) en la Figura 2.3, que representa una correlación entre la indicadores psicofisiológicos PP_{int} y la utilidad U_{in} . Diferente de las relaciones de los tipos (i) y (ii), el tipo de relación (iii) no es causal, es un enlace que viene del comportamiento del individuo, pero es una mera correlación implícita por la forma en que se generan los datos.

Al observar su naturaleza incidental, la relación (iii) se representa con la flecha discontinua en la Figura 2.3.

A pesar de que los PP_{int} pueden, en principio estar correlacionados con la utilidad U_{in} , los atributos presupuestarios X_{in} se pueden suponer que permanecen sin cambios durante el viaje, sólo estarían los PP_{int} contabilizando los atributos o eventos granulares G_{int} . Con esta configuración, cualquier efecto medio ignorado por el tratamiento de un tal indicador psicofisiológico, serían capturados por una única constante específica por alternativa de la utilidad sistemática, compartida con V_{in}^B . En general, esta constante tendría entonces que ser heterogénea en la muestra, pero no debería ser necesario si la línea de base se resta de los PP_{int} . Además, bajo esta configuración, el vector de indicadores psicofisiológicos PP_{int} , de alguna manera integra a lo largo del tiempo t , puede ser una función de V_{in}^G , como se muestra en la parte inferior izquierda de la Figura 2.3, y en la Ecuación 2.4. En esta última, ξ_{in} corresponde a un término de error exógeno.

$$PP_{int} \approx f(V_{in}^G(G_{in})) + \xi_{in} \quad (2.4)$$

En el presente trabajo se crea una propuesta experimental acorde al marco anteriormente expuesto, con el objeto de poder capturar eventos granulares (G_{int}), PPSE declarados (E_{int}) e indicadores psicofisiológicos (P_{int}) en un contexto de viaje en transporte público.

Los eventos granulares (G_{int}) a capturar corresponden a (1) variables de transporte registradas a través de una aplicación para *smartphones* llamada *PsycoTrans* y (2) señales ambientales que son almacenadas por un aparato, desarrollado por el *WeSSTLab*, llamado ContextINO.

Por otro lado, los PPSE declarados (E_{int}) son capturados a través de una aplicación para *smartphones* llamada *Status App*, la cual solicita a los participantes el declarar cada cierta cantidad de tiempo su estado emocional. Cabe destacar que se elaboró una metodología de clasificación de emociones basadas en el modelo circuplejo de Russell (1980).

Los indicadores psicofisiológicos (PP_{int}) capturados en este experimento corresponden al ritmo cardiaco (HR), variabilidad del ritmo cardiaco (HRV), actividad electrodermal (EDA) y temperatura de la piel (SKT). El registro de indicadores psicofisiológicos se realiza a través de un biosensor, desarrollado por el Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería (ISCI), llamado PCB o *Printed circuit board*. Este dispositivo captura señales crudas, con alta frecuencia y exactitud, lo cual no es posible con los dispositivos comerciales que entregan datos preprocesados y de baja exactitud.

2.3. Herramientas estadísticas

2.3.1. Conceptos estadísticos y muestreo

En base al libro *Statistics for business and economics* (Anderson et al., 1999), se definen algunos conceptos que son necesarios de precisar en estudios estadísticos:

- **Población:** es un conjunto de todos los elementos de interés en un estudio.
- **Muestra:** es un subconjunto de la población. Se le designa normalmente con la letra μ .
- **Inferencia estadística:** el proceso de reunir datos obtenidos de una muestra para hacer estimaciones o probar hipótesis acerca de las características de una población.
- **Muestreo:** método para seleccionar una muestra a partir de una población.
- **Muestras independientes:** muestras tomadas de dos (o más) poblaciones en tal forma que los elementos que forman una muestra se eligen en forma independiente de los que forman la(s) otra(s) muestra(s).
- **Muestras pareadas:** muestras en las que cada dato de una se compara con el dato correspondiente de la otra muestra.

2.3.2. Prueba de hipótesis

Según Anderson et al. (1999), una prueba de hipótesis se comienza proponiendo una hipótesis tentativa acerca de un parámetro poblacional. Esta hipótesis se llama *hipótesis nula* y se representa con H_0 . A continuación se define otra hipótesis, llamada *hipótesis alternativa*, que es la opuesta de lo que se afirma en la hipótesis nula. La hipótesis alternativa se representa con H_a . El procedimiento para probar una hipótesis comprende el uso de datos de una muestra para probar las dos aseveraciones representadas por H_0 y H_a .

Un ejemplo de prueba de hipótesis podría ser el siguiente: suponga que un determinado modelo de automóvil actualmente funciona con un rendimiento promedio de 24 millas por galón. Un grupo de investigación de producto ha inventado un nuevo carburador, diseñado para aumentar el rendimiento. Entonces, para evaluar el nuevo carburador se fabricarán varios de ellos y se instalarán en automóviles. Por lo tanto, es necesario observar que se buscaría una prueba de que el nuevo diseño *aumenta* la medida del promedio en millas por galón. La prueba de hipótesis en este caso se escribe como en la Ecuación 2.5:

$$\begin{aligned} H_0 : \mu &\leq 24 \\ H_a : \mu &> 24 \end{aligned} \tag{2.5}$$

2.3.3. Estimación de la diferencia entre las medias de dos poblaciones

Con el objeto de obtener información sobre la diferencia de medias de dos poblaciones $\mu_1 - \mu_2$, se requiere precisar el tipo de muestras. En este caso, los tipos de muestras pueden ser independientes o pareadas.

Para muestras independientes

Se usa la distribución muestral $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$ para definir un estimado de intervalo de la diferencia entre dos medias poblacional, la cual tiene las siguientes propiedades:

- **Valor esperado:** $\mathbb{E}(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) = \mu_1 - \mu_2$
- **Desviación estándar:** $\sigma_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}$

Donde: σ_1 y σ_2 son las desviaciones estándar de una población 1 y 2; n_1 y n_2 son los tamaños de las muestras de la población 1 y población 2. Además, para tamaños de muestras grandes, es decir, n_1 y n_2 son mayores a 30, la distribución muestral $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$ puede aproximarse a una distribución normal de probabilidades.

Cabe destacar que en caso que no se conozcan las desviaciones estándar de ambas muestras, se puede calcular el siguiente estimador muestral de este último: $s_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}$, donde s_1 y s_2 representan las desviaciones muestrales de la población 1 y 2, respectivamente.

Por lo tanto, se puede definir un estimado de intervalo para la diferencia entre las medias de dos poblaciones, para caso de muestras grandes e independientes cuando se desconocen σ_1 y σ_2 :

$$\bar{x}_1 - \bar{x}_2 \pm z_{\alpha/2} * s_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} \quad (2.6)$$

Siendo $1-\alpha$ el intervalo de confianza y $z_{\alpha/2}$ corresponde a un área de $\alpha/2$ en la cola de distribución normal estándar de probabilidades.

La distribución muestral $s_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}$ se puede aproximar mediante una distribución normal de probabilidades, por lo tanto, se puede aproximar mediante una distribución normal de probabilidades empleando el siguiente estadístico de prueba:

$$Z = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}} \quad (2.7)$$

Para muestras pareadas

La principal diferencia con las muestras independientes es que en un diseño con muestras pareadas se elimina las variaciones entre elementos de la muestra como fuente de error muestral. A continuación se ejemplifica las diferencias de ambos diseños de muestras:

- **Muestras independientes:** se selecciona una muestra aleatoria simple de, por ejemplo, obreros que realizaron un método de trabajo de tipo 1. Después, se selecciona una muestra aleatoria simple de otros obreros que realizaron un método de trabajo de tipo 2 y, por último, se hace una diferencia de medias como la descrita en la parte anterior.
- **Muestras pareadas:** se selecciona una muestra aleatoria simple de obreros. Cada uno de ellos usa primero un método y después el otro. Cada obrero produce valores para el método 1 y el método 2.

Por lo tanto, con muestras pareadas se prueban dos métodos de producción bajo condiciones similares (son los mismos obreros o elementos de la población), entonces este diseño conduce a un menor error muestral que el de muestras independientes. Se usa una distribución muestral \bar{d} para definir un estimador de intervalo entre los dos métodos en la población, la cual tiene como valor esperado $\mathbb{E}(\bar{d}) = \mu_d$.

Los estimadores muestrales de la media y la desviación estándar son: $\bar{d} = \frac{\sum d_i}{n}$ y $s_d = \sqrt{\frac{\sum (d_i - \bar{d})^2}{n-1}}$, respectivamente. Donde n es el número de elementos de la muestra.

La distribución muestral se puede suponer que tiene una distribución normal de probabilidades, por lo tanto se puede aplicar una distribución t con $n-1$ grados de libertad para probar la hipótesis nula acerca de un promedio poblacional de la siguiente manera:

$$t = \frac{\bar{d} - \mu_d}{\frac{s_d}{\sqrt{n}}} \quad (2.8)$$

2.3.4. Métodos no paramétricos

Según Anderson et al. (1999), los métodos estadísticos paramétricos requieren el empleo de datos medidos con escala de intervalo o de relación. Estos últimos poseen niveles de medición que permiten hacer cálculos aritméticos y obtener métricas como medias, varianzas o desviaciones estándar, pero cuando se utilizan datos en escalas nominales u ordinales pierden sentido. Por lo tanto, puede resultar más apropiado según los datos que se posean, un análisis con métodos no paramétricos, donde se posibilita la definición de métodos estadísticos que requiere muy pocos o ningún supuesto acerca de las distribuciones de probabilidades de la población.

Algunos métodos no paramétricos son los siguientes:

- **Prueba de signo:** prueba estadística no paramétrica que permite identificar diferencias de dos poblaciones, basándose en el análisis de datos nominales.
- **Prueba de rango con signo de Wilcoxon:** prueba estadística con la cual se identifican diferencias entre dos poblaciones, basada en el análisis de dos muestras apareadas.
- **Prueba de Mann-Whitney-Wilcoxon:** prueba estadística con la cual se identifican diferencias entre dos poblaciones, basada en el análisis de dos muestras independientes.

2.3.5. Análisis de varianza (ANOVA) de una vía

Un análisis de la varianza (ANOVA por *analysis of variance*), en este caso de una vía, es una técnica que permite determinar si diferentes tratamientos muestran diferencias significativas o, en caso contrario, suponerse que sus medias poblacionales no difieren. El análisis de la varianza permite superar las limitaciones de hacer contrastes bilaterales cuando se tiene un conjunto de variables mayor a dos. Las siguientes derivaciones matemáticas se desprenden del libro *Mathematical Statistics and Data Analysis* (Rice, 2006).

El primer concepto fundamental es que todo valor observado puede expresarse mediante la siguiente función:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad (2.9)$$

Suponiendo que existen I tratamientos y J muestras, el término y_{ij} es el valor observado j -ésimo del tratamiento i -ésimo, τ_i es el efecto del tratamiento i , μ es una constante y ε_{ij} es una variable aleatoria de media 0 que agrega un cierto error.

El análisis de varianza, utilizando la definición anterior, está basado en la siguiente identidad:

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (y_{ij} - \bar{y})^2 = J * \sum_{i=1}^I (y_{ij} - \bar{y}_i)^2 + \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (y_{ij} - \bar{y})^2 \quad (2.10)$$

Donde $\bar{y}_i = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J y_{ij}$ es el promedio del tratamiento i -ésimo y $\bar{y} = \frac{1}{IJ} \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J y_{ij}$ el promedio general.

El primer término que aparece en la Ecuación 2.10 (SS_{total}) se llama sumas de cuadrados, y la identidad puede expresarse simbólicamente de la siguiente manera:

$$SS_{\text{total}} = SS_w + SS_b \quad (2.11)$$

Es decir, se puede hacer una división de la suma de cuadrados en dos términos, el primero es la suma de cuadrados intra-grupos (SS_w) y el segundo la suma entre-grupos (SS_b). Con estos dos se puede construir el estadístico para el *test F*:

$$F = \frac{\frac{SS_b}{I-1}}{\frac{SS_w}{[I(J-1)]}} \quad (2.12)$$

El cual sigue una distribución F con $(I - 1)$ y $(I(J - 1))$ grados de libertad y es usado para probar la siguiente hipótesis nula (H_0):

$$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_I = 0 \quad (2.13)$$

Por lo tanto, la prueba busca rechazar que el efecto de los I tratamientos son iguales a 0.

2.3.6. Análisis de componentes principales (ACP)

Según Abdi y Williams (2010), el análisis de componentes principales (ACP o PCA, por *principal component analysis*) es una de las técnicas de aprendizaje no supervisado, las cuales suelen aplicarse como parte del análisis exploratorio de los datos. En los métodos de aprendizaje supervisados se cuenta con un grupo de variables o características $X = X_1, X_2, \dots, X_p$ medidas sobre un conjunto de observaciones n , con la intención de obtener predicciones sobre una variable respuesta Y asociada. En cambio, en los métodos no supervisados solo se cuenta con un número de variables que interesa conocer o de las cuales se quiere extraer información, por ejemplo, sobre la existencia de subgrupos entre las variables u observaciones.

Una de las aplicaciones de ACP es la reducción de dimensionalidad (variables), perdiendo la menor cantidad de información (varianza) posible. Cuando se cuenta con un gran número de variables cuantitativas posiblemente correlacionadas (indicativo de existencia de información redundante), ACP permite reducirlas a un número menor de variables transformadas que expliquen gran parte de la variabilidad en los datos. Cada dimensión o componente principal generada por ACP será una combinación lineal de las variables originales, y serán además independientes o no correlacionadas entre sí.

El ACP también sirve como herramienta para la visualización de datos, mediante la reducción de la dimensionalidad. Supóngase que se requiere representar n observaciones con medidas sobre p variables ($X = X_1, X_2, \dots, X_p$) como parte de un análisis exploratorio de los datos. Por lo tanto, con ACP se podría examinar representaciones bidimensionales con la menor pérdida de varianza posible.

ACP puede considerarse como una rotación de los ejes del sistema de coordenadas de las variables originales a nuevos ejes ortogonales, de manera que estos ejes coincidan con la dirección de máxima varianza de los datos.

Las componentes principales son una combinación lineal normalizada de las variables originales de un set de datos. Al calcularse sobre variables estandarizadas, las componentes principales son autovectores que se toman de la matriz de correlaciones (donde los elementos de la diagonal son igual a 1). Generalmente, se podrán obtener tantas componentes principales distintas como variables disponibles. La elección se realiza de manera que la primera componente principal sea la que mayor varianza recogida; la segunda debe recoger la máxima variabilidad no recogida por la primera, y así sucesivamente, eligiendo un número que recoja un porcentaje suficiente de varianza total.

El objetivo es identificar las combinaciones lineales que mejor representan las variables X_1, X_2, \dots, X_p . Es decir, se busca Z_1, Z_2, \dots, Z_M , con $M < p$ combinaciones lineales de las p variables originales.

2.3.7. Escalamiento multidimensional (MDS)

Según Wish y Carroll (1982), el Escalamiento multidimensional (MDS por *Multidimensional scaling*) es un término general para una clase de técnicas que se pueden utilizar para desarrollar representaciones espaciales de proximidades entre estímulos psicológicos o de otra naturaleza. Estas técnicas implican algoritmos iterativos, para descubrir y mostrar la estruc-

tura subyacente de la matriz de datos utilizada para un estudio.

El objetivo del MDS es descubrir el número de dimensiones apropiadas para los datos y para localizar los objetos de estímulo en cada dimensión, dicho de otra manera, para determinar la dimensionalidad y la configuración de los estímulos en el espacio.

El problema de la interpretación es identificar correlatos psicológicos, físicos o de otra índole de estas dimensiones. Esto puede basarse en la inspección visual del espacio, o procedimientos estadísticos como la regresión múltiple. Cabe señalar, no obstante, que la interpretación es a veces configuracional en lugar de dimensional; es decir, que implica descripción de grupos o regiones significativas en el espacio multidimensional (Guttman, 1968, 1971).

El tipo clásico de datos utilizados en los MDS de carácter bidimensional es una matriz de proximidades de dos dimensiones, es decir, una tabla de números que reflejan la relativa proximidad o distancia entre los objetos de estímulo. Si los números de la tabla están directamente relacionados a la distancia entre los objetos, se habla de diferencias o disimilitudes, en cambio si están inversamente relacionada, se les llama similitudes. Por lo tanto, mientras menor es el valor de similitud, o cuanto mayor es la disimilitud, más separados los objetos de estímulo asociados deben ser representados en el espacio multidimensional.

La proximidad se toma para ser una relación primitiva sobre pares de estímulos, que se supone que es ordenable. Por lo tanto, se define por lo menos en lo que se llama una escala ordinal (la suposición habitual en los llamados métodos MDS no métricos). En algunos casos, puede suponerse que es medible en una escala de intervalo (El supuesto estándar para MDS métricos).

Las proximidades entre pares pueden ser considerados como números provenientes de una función de distancia, es decir, deben responder a las condiciones generales de un espacio métrico (Carroll y Wish, 1974; de Leeuw y Heiser, 1982), esto es cumplir con lo siguiente:

- Axioma de positividad ($d_{jk} \geq 0$ si $j \neq k$ y $d_{jj} = 0$ si $\forall j$)
- Simetría ($d_{jk} = d_{kj}$)
- Desigualdad triangular ($d_{jl} \leq d_{jk} + d_{kl}$)

Hay dos formas diferentes de MDS, dependiendo de la cantidad de información que se tenga acerca de las distancias: escalamiento multidimensional métrico (MDS-M) y el escalamiento multidimensional no métrico (MDS-NM).

En el MDS-M las diferencias entre todos los objetos son números conocidos, y ellos se aproximan mediante distancias. Así, los objetos se mapean en un espacio métrico, las distancias se calculan, y se comparan de acuerdo a sus diferencias. A continuación, los objetos en el espacio se mueven de tal manera que el ajuste se vuelve mejor, hasta que se reduzca al mínimo la pérdida de alguna función.

Por el otro lado, el MDS-NM se usa en áreas como la psicología, donde solo el orden de clasificación de las disimilitudes se conoce. Esto se debe a que solo se recoge la información ordinal, como el uso de comparaciones por pares, por ejemplo. Otro motivo es el estar dis-

puesto a asumir que la función que relaciona diferencias y distancias es monótona, pero que no se puede comprometer una forma funcional específica.

El uso del Escalamiento multidimensional aplicado en los análisis de este trabajo son de escala no métrica debido a que se trabaja con emociones. Por esta razón, a continuación se hace la descripción de metodologías de este tipo.

Modelo no paramétrico de Kruskal

Según Cox y Cox (2008) explica este modelo donde se supone que hay n objetos con diferencias δ_{jk} y donde la distancia entre ellos se define como una función de las diferencias, es decir, $d_{jk} = f(\delta_{jk})$. Este procedimiento sirve para encontrar una configuración de n puntos en un espacio que, por lo general, se elige para ser euclideana, de manera que cada objeto se representa por un punto en el espacio. Se busca una configuración de modo que las distancias entre pares de puntos d_{jk} en el espacio se emparejen, lo mejor posible, a las diferencias originales δ_{jk} . Acá el emparejamiento se refiere a que el orden de clasificación de los d_{jk} coincida con el orden de clasificación de δ_{jk} de la mejor manera posible. La adaptación de las distancias d_{jk} a las diferencias o disimilitudes δ_{jk} para una configuración particular se mide por una función objetivo llamada “Stress” (s) definida de la siguiente manera:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{jk} (d_{jk} - \hat{d}_{jk})^2}{\sum_{jk} d_{jk}^2}} \quad (2.14)$$

Donde, \hat{d}_{jk} es una regresión isotónica de d_{jk} en δ_{jk} , o en otras palabras, es un tipo de regresión cuyo crecimiento es no decreciente y busca ajustarse lo más cerca posible a las observaciones.

La función s adquiere valores entre 0 y 1 y Kruskal (1964) define los siguientes rangos de bondad:

Tabla 2.1: Bondad del ajuste definido por J.B. Kruskal en *Multidimensional Scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis* para la función de estrés o Stress (s).

Stress	Bondad del ajuste
20 %	Pobre
10 %	Razonable
5 %	Bueno
2,5 %	Excelente
0 %	Perfecto

Fuente: Elaboración propia

Análisis del espacio más pequeño (SSA)

La familia de los métodos llamados Análisis del espacio más pequeño o *Smallest space analysis*, o brevemente SSA, fue desarrollado y construido por Guttman (1968) y, existen dos tipos de este método: SSA-I y SSA-II. El primero se aplica para matrices de proximidades

simétricas y el segundo para las de tipo asimétricas (Bloombaum, 1970).

El caso de matrices simétricas (SSA-I) es el más interesante para la creación del presente trabajo. Según Raveh y Landau (1986), este método es muy similar al método de Kruskal, excepto que reemplaza la función objetivo de “Stress” por otra llamada coeficiente de alienación definida como $\theta = \sqrt{1 - \mu^2}$. Donde μ se define como el coeficiente de monotonicidad de los pares y se define como sigue:

$$\mu = \frac{\sum_{jk} d_{jk} * r_{jk}^*}{\sum_{jk} d_{jk}^2} \quad (2.15)$$

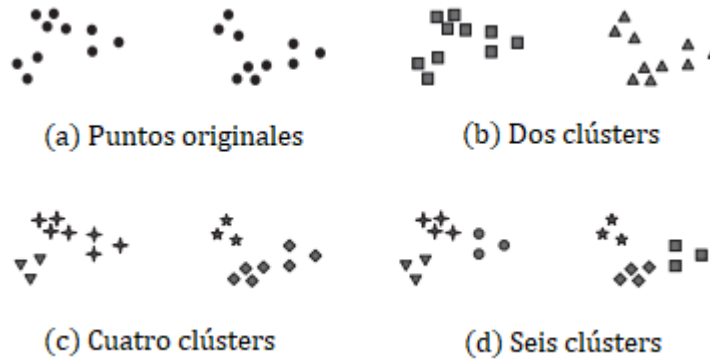
Donde d_{jk} es la distancia euclidiana entre los objetos j y k , y r_{jk}^* es el coeficiente de correlación óptimo.

La función θ adquiere valores entre 0 y 1. Se considera valores entre 0 y 0.15 como valores satisfactorios de ajuste.

2.3.8. Análisis de clúster o clustering

El análisis de clúster agrupa los objetos de datos basados en la información que se encuentra solo en los que datos que describen a los objetos dentro de un grupo donde sean similares (o relacionados) entre sí y diferentes (o no relacionados) con los objetos de otros grupos. Cuando mayor sea la similitud (u homogeneidad) dentro de un grupo y mayor es la diferencia entre los grupos, mejor o más distintas son las agrupaciones. Todo el contenido expuesto a continuación se encuentra basado en el libro “Introduction to data mining” de Tan et al. (2016).

En muchas aplicaciones, la definición (creación) de clúster no se encuentra delimitada. Una buena forma de entender la dificultad de decidir cómo se constituye un clúster es considerar la situación planteada en la Figura 2.4. En ella se muestran 20 puntos y tres maneras distintas de dividirlos en clústers (la forma de los puntos indican a qué tipo de clúster pertenece). Por ejemplo, la Figura 2.4(b) y la Figura 2.4(d) divide la data dentro de dos y seis partes, respectivamente, lo cual visualmente pareciera razonable. También otra forma razonable de hacer un análisis de clúster podría ser el dividir en dos los grupos de la Figura 2.4(b), obteniéndose la Figura 2.4(c). Por lo tanto, la mejor forma de definir un clúster depende mucho de la naturaleza del problema y los resultados que se desean obtener.



Fuente: Adaptación realizada de figura del libro *Introduction to data mining* (Tan et al., 2016)

Figura 2.4: Tres formas distintas de realizar clustering a un mismo conjunto de puntos

Tipos de clustering

Dentro de los tipos de clustering que se pueden distinguir se encuentran los siguientes:

- **Jerárquico o particional:** si se realiza una división del conjunto de objetos de datos en subconjuntos no superpuestos (clusters) de tal manera que cada objeto de datos está exactamente en un solo subconjunto, entonces es un *clustering particional* (no anidado). En cambio, si se permite que los clusters tengan subclusters, se está en presencia de un *clustering jerárquico* (anidado). Los grupos en este tipo de clustering se encuentran ordenados en forma de árbol.
- **Exclusivo, sobrepuesto o difuso:** si cada objeto de datos se encuentra relacionado a un único clúster, se le llama a este tipo un *clustering exclusivo*. En cambio, si se permite que un objeto de datos se encuentre relacionado a más de un clúster, se está en presencia a uno *clustering sobrepuesto*. Por último, si los objetos de datos pertenecen a cada clúster con un peso de membresía que oscila entre 0 y 1, se le llama *clustering difuso*.
- **Completo o parcial:** si a todos los objetos de datos se les asigna un clúster, se le llamará *clustering completo*. En cambio, si hay objetos de datos sin un clúster asociado, se le llama *clustering parcial*. La motivación para una agrupación parcial es que algunos objetos en un conjunto de datos no pueden pertenecer a grupos bien definidos. Muchas veces los objetos en el conjunto de datos representan el ruido, los valores atípicos, o “pocos interesantes”.

Algoritmos de clustering

Algunas de las técnicas de agrupamiento de datos o de clustering más conocidas son las siguientes:

- **K-means o K-medias:** es una técnica de clustering particional que intenta encontrar un número de clusters (k) especificado por el usuario, los cuales se encuentran representados por centroides.

- **Agglomerative Hierarchical Clustering o Clustering jerárquico aglomerativo:** este enfoque de clustering hace referencia a uno de tipo jerárquico que comienza con cada punto como un clúster singleton²² y, repetidamente, se realizan fusiones de los dos clusters más cercanos, hasta llegar a un único cluster que incluya los anteriores. Algunas de estas técnicas tienen una interpretación natural en términos de agrupamiento basado en la gráfica.
- **DBSCAN²³:** es un algoritmo de clustering de tipo particional, cuyos números de clusters es automáticamente determinado por el algoritmo. En este algoritmos se pueden encontrar con regiones de baja densidad, o en otras palabras, pueden haber objetos de datos que se encuentran ubicados en zonas con poca vecindad de otros puntos. Por lo tanto este algoritmo puede clasificar algunos puntos como ruido y los omite, es decir, es un algoritmo de tipo parcial.

2.3.9. Importancia relativa de predictores

El análisis de importancia de los predictores se puede definir como la contribución que cada predictor hace al total predicho según un criterio de varianza, considerando al predictor mismo y su combinación con los otros (Johnson, 2004). Esta definición de la importancia no hace suposiciones sobre la importancia estadística o el significado práctico asociado con un predictor en particular. Más bien, se evalúa importancia únicamente en términos de contribución relativa a la varianza total predecible. Por lo tanto, puede darse el caso que existan predictores que den cuenta de una pequeña cantidad de la varianza y ser muy significativas (Martell et al., 1996) o que expliquen gran parte de la varianza, pero con un bajo uso práctico (Cortina y Landis, 2009).

Según Tonidandel y LeBreton (2010), los investigadores han desarrollado dos procedimientos exitosos para la estimación de la importancia relativa de las variables: análisis de dominancia (Budescu, 1993) y pesos relativos (Johnson, 2000). Sin embargo, estos métodos fueron originalmente desarrollado para su uso con regresiones calculadas con estimadores MCO, pero se han adaptado para regresiones con variables explicada de tipo categórica.

Si bien el análisis de dominio y el de pesos relativos producen resultados similares, el primero es más ineficiente computacionalmente debido a que calcula una regresión para todos los subconjuntos, aumentando exponencialmente ante la adición de predictores (Tonidandel y LeBreton, 2010). Por lo tanto, para el presente trabajo, se ocupa el método de análisis de pesos relativos debido a la gran cantidad de variables utilizadas.

Una dificultad importante en la evaluación de importancia relativa se deriva de la colinealidad entre los diversos predictores. Johnson (2000) propuso una nueva estadística llamada pesos relativos, denotado por ε_j , que resuelve el problema de predictores correlacionados mediante la creación de un nuevo conjunto de predictores, Z_k , que son representaciones ortogonales de los predictores ortogonales X_j . Este procedimiento se basa en la técnica de Johnson (1966) para la creación de una transformación lineal de X_j que produce “el conjun-

²²Conjunto de un solo elemento.

²³El agrupamiento espacial basado en densidad de aplicaciones con ruido o Density-based spatial clustering of applications with noise (DBSCAN)

to de factores ortogonales que tienen el mayor grado de correspondencia uno-a-uno con los predictores originales” (Johnson, 2000).

Específicamente Tonidandel y LeBreton (2010) llega a la siguiente definición para el vector de pesos relativos ε_{log} :

$$\varepsilon_{log} = \Lambda^{*2} \beta_M^{*2} \quad (2.16)$$

Donde Λ^* representa las variables originales (X) relacionándolas a las variables ortogonales (Z) mediante la regresión de las las variables originales (las cuales deben tener cierto grado de correlación) sobre sus contrapartes no correlacionadas. Es decir, se define como $\Lambda^* = (Z'Z)^{-1}Z'X$. El término β_M representa una coeficiente de regresión logística totalmente estandarizada y se define de la siguiente manera:

$$\beta_M^* = (b) \left(\frac{s_x}{s_{logit(\hat{y})}} \right) (R_O) \quad (2.17)$$

Donde b representa los coeficientes no estandarizados de la regresión logística. R_O es la raíz cuadrada del coeficiente de determinación tradicional (utilizado en los métodos de mínimos cuadrados ordinarios) aplicado en la regresión logística. s_x es la desviación estándar del predictor X y $s_{logit(\hat{y})}$ es la desviación estándar del valor predicho por el modelo logit.

2.3.10. Modelos de elección discreta

Este apartado se encuentra fundado completamente en el libro “Discrete Choice Methods with Simulation” de Train (2009).

Los modelos de elección discreta se derivan generalmente del supuesto de un comportamiento maximizador de la utilidad por parte del tomador de decisión. Thurstone (1994) originalmente desarrolla los conceptos en términos de estímulos psicológicos, que conduce a un modelo probit binario de si los encuestados pueden diferenciar los niveles de estímulo. Marschak (1974) interpreta los estímulos como utilidad y proporciona una derivación de maximización de la utilidad, entonces los modelos que se pueden inferir de esta manera se denominan modelos de utilidad aleatoria (RUM²⁴). Es importante señalar, sin embargo, que los modelos derivado de la maximización de la utilidad también se puede utilizar para representar la toma de decisiones que no implican maximización de utilidad. La derivación asegura que el modelo es consistente con la maximización de la utilidades y no es excluyente en cuanto a coherencia con otras formas de comportamiento. Los modelos también pueden ser vistos como una simple descripción de la relación de las variables explicativas con el resultado de una elección, sin referencia a exactamente cómo se hace la elección.

Los modelos estructurales buscan describir la probabilidad que un agente $n \in \{1, \dots, N\}$ elija la alternativa $i \in \{1, \dots, I\}$, asumiendo que el individuo (o la firma) decide entre alternativas y maximizando una función de utilidad U_{ni} (o beneficio Π_{ni}).

²⁴Random utility model.

La función de utilidad U_{ni} no es observada por el investigador, pero sí puede observar algunos atributos de la alternativa x_{ni} y otros atributos del tomador de decisión s_n . Por lo tanto, se define una función determinística con los atributos que puede observar el investigador definida como $V_{ni} = V_{ni}(x_{ni}, s_n)$.

Como hay aspectos que no se pueden observar, entonces $U_{ni} \neq V_{ni}$. Por lo tanto, la utilidad puede ser desagregada en una componente determinística (V_{ni}) y otra aleatoria (ε_{ni}) de la siguiente manera: $U_{ni} = V_{ni} + \varepsilon_{ni}$. La caracterización de la componente aleatoria, como su distribución, depende de las especificaciones del investigador.

Definiendo una densidad conjunta $f(\varepsilon_n)$ del vector de lo componente aleatoria $\varepsilon'_n = \langle \varepsilon_{n1}, \varepsilon_{n2}, \dots, \varepsilon_{nJ} \rangle$, se puede definir la probabilidad de que el tomador de elección n escoja la variable i de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} P_{ni} &= \mathbb{P}(U_{ni} > U_{nj}, \forall j \neq i) \\ &= \mathbb{P}(\varepsilon_{nj} - \varepsilon_{ni} < V_{ni} - V_{nj}, \forall j \neq i) \\ &= \int_{\varepsilon} \mathbb{I}(\varepsilon_{nj} - \varepsilon_{ni} < V_{ni} - V_{nj}, \forall j \neq i) f(\varepsilon_n) d\varepsilon_n \end{aligned} \quad (2.18)$$

Donde $\mathbb{I}(\cdot)$ es la función indicatriz, la cual adquiere el valor 1 cuando la expresión entre paréntesis es verdadera y 0 en caso contrario.

Dependiendo de las distintas especificaciones que se realicen a la función de distribución de la parte estocástica o aleatoria $f(\varepsilon_{ni})$ de la utilidad U_{ni} , se obtienen diversos modelos. Por ejemplo, si se supone que ε_{ni} posee una distribución de valor extremo de tipo I, se obtiene un modelo logit o si se supone una distribución normal multivariada, se obtiene un modelo probit.

El modelo logit es, de los modelos de elección discreta, el más ampliamente utilizado, debido a su conveniencia como: tener forma cerrada y ocupar el supuesto de que cada ε_{ni} es independiente entre variables e idénticamente distribuidos. Los modelos logit se derivan bajo el supuesto de que la parte estocástica ε_{ni} sigue una distribución de Gumble o de Valor extremo de tipo I. Para este tipo de modelo se obtiene la siguiente forma para la probabilidad:

$$P_{ni} = \frac{e^{V_{ni}}}{\sum_j e^{V_{nj}}} = \frac{e^{k_i + \beta' x_{ni} + \theta' s_n}}{\sum_j e^{k_j + \beta' x_{nj} + \theta' s_n}} \quad (2.19)$$

La utilidad determinística V_{ni} normalmente se define de forma lineal con una constante: $V_{ni} = k_i + \beta' x_{ni} + \theta' s_n$. Donde k_i representa al valor de la constante para la alternativa i , x_{ni} es un vector de características de la elección i y s_n es un vector de características propias del tomar de decisión n .

Para la identificación de los parámetros, se debe fijar la utilidad determinística para una de las alternativas. Por ejemplo, para la alternativa m arbitrariamente se le asigna $V_{nm} = 0$, lo que implica que $\theta^m = 0$ y $k_m = 0$.

Por último, los modelos de elección discreta describen opciones de tomadores de decisiones entre alternativas. Donde el conjunto de elección, necesita exhibir tres características:

1. Las alternativas de elección deben ser mutuamente excluyentes. Es decir, si se escoge una de ellas implica que no escoge las otras.
2. El conjunto de elección debe ser exhaustivo, es decir, todas las posibles alternativas deben ser incluidas.
3. El número de alternativas debe ser finita.

Capítulo 3

Desarrollo de un modelo circumplejo aplicado a un contexto de viaje en transporte público

Debido a la complejidad inherente al momento de capturar la diversidad de emociones de los usuarios de transporte público, se utiliza en el diseño de este experimento una metodología basada en el modelo circumplejo o *circumplex model* de James Russell (1980). Esta metodología permite simplificar esta tarea y consiste en clasificar, según nivel de valencia y activación, cualquier emoción percibida por una persona.

El presente capítulo aborda el diseño un modelo circumplejo con tres emociones representativas por cuadrante para un contexto de viaje en transporte público. Este resultado es utilizado en el experimento de campo a través de una aplicación en los *smartphones* de los participantes (ver sección 4.4.1) donde ellos registran sus estados emocionales. Esto último corresponde a lo denominado como “estados psicofisiológicos y emociones declarados” (E_{int}) en el marco metodológico propuesto por Castro et al. (ver Figura 2.3).

3.1. Metodología de la creación del modelo

La metodología utilizada para abordar la creación de un modelo circumplejo en el contexto de una experiencia en transporte público principalmente fue a través de la elaboración de dos instrumentos de recolección de información:

- Un cuestionario, con preguntas en su mayoría de tipo cerradas, a 425 estudiantes de Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la U. de Chile.
- Una actividad de clasificación de emociones, que contó con la participación de 33 estudiantes de un curso del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Chile.

Estos instrumentos permitieron elaborar una base de datos que fue estudiada a través de técnicas estadísticas para poder elaborar un modelo circumplejo con tres emociones representativas por cuadrante y adaptadas para una experiencia de viaje en transporte público.

Es necesario precisar que, anterior a la creación e implementación de los dos instrumentos anteriormente nombrados, se realizó un *focus group*, el cual contó con la participación de 11 estudiantes de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. Este estudio consiste, principalmente, en una actividad donde los participantes deben clasificar una lista de 12 emociones, provenientes del trabajo de Madrid y Patterson (2014), en los cuatro cuadrantes del modelo circumplejo. Este estudio, el cual se encuentra detallado en el apartado de Anexos de este trabajo, fue un primer acercamiento a la creación de un modelo circumplejo adaptado a un contexto en transporte público. La utilidad del *focus group* fue evaluar, con resultados satisfactorios, que los participantes son capaces de clasificar una emoción según las dimensiones de valencia y de activación. Sin embargo, de esta actividad se evidencia también la necesidad de profundizar en una metodología que permita asegurar un conjunto de palabras representativas para un contexto de transporte público.

3.2. Diseño y aplicación de los instrumentos de recolección de datos

Se diseñan e implementan dos encuestas como instrumentos de recolección de datos para poder desarrollar el modelo circumplejo aplicado a transporte público. La primera (desde ahora llamada *Encuesta N°1*) consiste en un cuestionario de recolección de información sobre emociones experimentadas en el transporte público y la segunda (desde ahora llamada *Encuesta N°2*), en una actividad de agrupamiento de emociones.

En ambos instrumentos se utiliza la lista de emociones que se muestra a continuación, la cual es obtenida como una combinación de traducciones realizadas del modelo circumplejo de Russell (1980) y de la traducción realizada por Madrid y Patterson (2014). A las emociones utilizadas por Madrid y Patterson, se les acompaña con el símbolo *. Cabe destacar que “nervioso” (*nervous*) y “desesperanzado” (*hopeless*) corresponden a dos emociones que son mencionadas en el mismo trabajo, pero por problemas de especificación en la metodología que utilizaron, no son asignadas a algún cuadrante.

A priori, la elección del resto de emociones que no corresponden a las del trabajo de Madrid y Patterson es arbitraria, debido a que son traducidas las consideradas de interés para la investigación. Esto último motivado por la dificultad a la hora de utilizar una lista de palabras muy extensas en las encuestas realizadas. Sin embargo, no es un problema mientras se pueda asegurar que al replicar el modelo circumplejo de Russell (1980), no existan cuadrantes de emociones vacíos. Esto último no ocurre debido a que Madrid y Patterson aportan un conjunto de tres palabras por cuadrante. En caso que no sean incluidas emociones “más pertinentes” para el presente trabajo, las herramientas estadísticas utilizadas posteriormente otorgan las mejores aproximaciones por cuadrante y se espera que subsanen aquel inconveniente en caso de existir.

- | | | |
|--------------|------------------|--------------------|
| 1. Aburrido | 5. Calmado* | 9. Deprimido* |
| 2. Alegre* | 6. Contento | 10. Desesperanzado |
| 3. Ansioso* | 7. Decaído* | 11. Emocionado |
| 4. Bajoneado | 8. Decepcionado* | 12. Entusiasmado* |

13. Estresado	17. Irritado	21. Sereno
14. Eufórico	18. Nervioso	22. Tenso*
15. Feliz	19. Preocupado*	23. Tranquilo*
16. Inspirado*	20. Relajado*	24. Triste

3.2.1. Encuesta N°1: Emociones experimentadas en el transporte público

Diseño de la metodología

Se elabora un cuestionario de 8 preguntas, las cuales se encuentran descritas en el apartado de Anexos y consisten en crear una caracterización de los individuos respecto a variables sociodemográficas, frecuencia de viajes y la frecuencia de percepción en transporte público y la clasificación de valencia/activación de un listado de emociones (ver punto anterior). En la Tabla 3.1 se expone el tipo de preguntas realizadas.

Con este cuestionario se busca conseguir los siguientes objetivos del cuestionario son los siguientes:

- Identificar, en los estudiantes de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la U. de Chile (FCFM), las frecuencias de las emociones de la lista anteriormente expuesta, percibidas en un contexto de transporte público (bus y metro).
- Identificar, en los estudiantes de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la U. de Chile (FCFM), niveles de valencia y activación de las emociones de la lista anteriormente expuesta, percibidas en un contexto de transporte público (bus y metro).

Tabla 3.1: Preguntas realizadas en *Encuesta N°1*

Preguntas	Tipo de pregunta
¿Ud. es estudiante de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la U. de Chile?	Elección única dicotómica (sí/no)
¿Cuántos días a la semana ud. utiliza el transantiago (metro o buses) en su trayecto a la Universidad?	Elección única politómica (0 a 6 días a la semana)
¿Qué tan frecuentemente ha sentido estas emociones viajando en Bus o Metro? [aplicada al listado de emociones mostrados anteriormente]	Escala likert (1 a 5)
Clasificación de emociones [aplicada al listado de emociones mostrados anteriormente]	Nominal (Bajo-Indiferente-Alto)
Actualmente ¿cuál carrera se encuentra cursando ud. en la FCFM? (si está cursando dos carreras, indique sólo la que considera como principal)	Elección única politómica (13 de pregrado impartidas por la FCFM, postgrado y plan común)
Género	Elección única politómica (masculino, femenino y otro)
Edad	Pregunta abierta única politómica

Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que, las preguntas “¿Ud. es estudiante de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la U. de Chile?” y “¿Cuántos días a la semana ud. utiliza el transantiago (metro o buses) en su trayecto a la Universidad?”, actúan como preguntas filtro del formulario. Esto último debido a que el uso de la respuesta de personas que (1) no formen parte como estudiante de la FCFM y/o (2) no utilice frecuentemente ningún día de la semana el transporte público; contravienen los objetivos del instrumento. Para efectos de este trabajo se entiende como usuario frecuente de transporte público el que los participantes utilicen, a lo menos, una vez bus y/o metro durante su trayecto desde/hacia la universidad en una semana.

Es importante mencionar que este cuestionario daba espacio para que los participantes declararan alguna emoción que ellos perciben en sus viajes en transporte público y que no formaban parte del listado entregado. De lo anterior se desprende la repetición de la emoción “asustado”, la cual es agregada en lista de emociones de la *Encuesta N°2*.

Aplicación de la metodología

Población objetivo: el tamaño del universo de los estudiantes de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la U. de Chile (FCFM) es de alrededor de 5.700 según la página de la Facultad. Sin embargo, de este número se requiere que sean además usuarios frecuentes del transporte público, el cual formalmente se desconoce.

Tipo de muestreo: el muestreo realizado es uno por conveniencia, debido a que es publicada en un foro institucional y, por lo tanto, las respuestas son obtenidas por parte de los estudiantes que estaban dispuestos a contestarla.

Tipo de recolección de datos: la encuesta en la web (CAWI por *Computer-assisted web interviewing*), la cual fue realizada a través de la plataforma *Qualtrics*. Específicamente se ocupa el foro institucional de la FCFM para poder difundir la encuesta.

Tiempo de recolección de respuestas: la encuesta se realiza entre los días 18 de julio y 11 de septiembre de 2019.

Tamaño de la muestra: la muestra está compuesta por 425 respuestas de estudiantes de la FCFM que completaron el formulario y que, por lo menos, usan una vez el transporte público durante la semana para poder trasladarse desde o hacia la Universidad.

3.2.2. Encuesta N°2: Actividad de agrupamiento de emociones

Diseño de la metodología

Este instrumento buscaba replicar uno de los experimentos de Russell, llamado *Multidimensional Scaling of Terms* (1980), pero aplicado a un contexto de estudiantes de un curso de ingeniería civil cuyo lenguaje nativo sea el español. Asimismo, es necesario mencionar que el experimento de Russell contó con la participación de 34 personas, por lo tanto, basta utilizar una cantidad similar de participantes en el presente trabajo.

La metodología adaptada se puede resumir en los siguientes pasos:

1. Elaborar una lista de emociones en español, las cuales posteriormente son clasificadas. En este caso se utiliza la lista de 24 emociones anteriormente presentada, más la emoción “asustado”. Esta última es una palabra que recurrentemente declaran los estudiantes en la *Encuesta N°1* que perciben en sus viajes en transporte público y que no se encontraba dentro de la lista original.
2. A cada participante de la actividad, se le entrega una hoja con la lista de emociones que deben clasificar y otras cuatro que contienen 4, 7, 10 y 13 cuadrados, respectivamente (ver Anexo B). En estas últimas deben agrupar cada palabra del listado anterior en aquellos cuadrados según similitud. Es decir, cada participante ordenaba cuatro veces el listado.
3. Cada par de emociones juntas en un grupo, se le agrega un puntaje de acuerdo a la cantidad de divisiones que tiene que hacer el participante. Por ejemplo, si la persona tiene que dividir el listado en 13 cuadrados o grupos, cada par de palabras que queda en un mismo grupo, se le asignaba un puntaje de 13 puntos.
4. Cada par existente de emociones (por ejemplo: contento-alegre), se le asigna un valor base de 1. Entonces el puntaje máximo que puede recibir una par es 35 ($1 + 4 + 7 + 10 + 13 = 35$).
5. En base a los puntajes, se crea una matriz de similaridad. De esta última se derivan los análisis estadísticos realizados a partir de este instrumento de recolección de información.

Aplicación de la metodología

Población objetivo: el tamaño del universo de los estudiantes de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM) de la U. de Chile es de alrededor de 5.700 según la página de la Facultad. A diferencia del otro instrumento utilizado, no se requiere que sean usuarios de transporte público, debido a que en esta actividad solo se busca cuantificar la similaridad de emociones.

Tipo de muestreo: el muestreo realizado es uno por conveniencia, debido a que se realiza en un curso impartido por el Departamento de Ingeniería Civil de la U. de Chile. Por esta razón, las respuestas son obtenidas por parte de los estudiantes se encontraban presentes el día de la actividad.

Tipo de recolección de datos: es una encuesta de lapiz y papel (PAPI por *Paper and pencil Interviewing*).

Tiempo de recolección de respuestas: la encuesta se realiza el 2 de agosto de 2019 desde las 13:10 hasta las 13:40 (30 minutos de duración).

Tamaño de la muestra: la muestra está compuesta por 33 respuestas de estudiantes de la FCFM. Se cuenta principalmente con la participación de estudiantes de ingeniería civil.

3.3. Análisis de los datos

3.3.1. Caracterización de los participantes

Encuesta N°1 - Emociones experimentadas en el transporte público:

Como fue mencionado anteriormente, el diseño de la encuesta contempla un conjunto de ciertas preguntas de tipo sociodemográfico, las cuales permiten obtener una cierta caracterización de los sujetos que son mostradas a continuación.

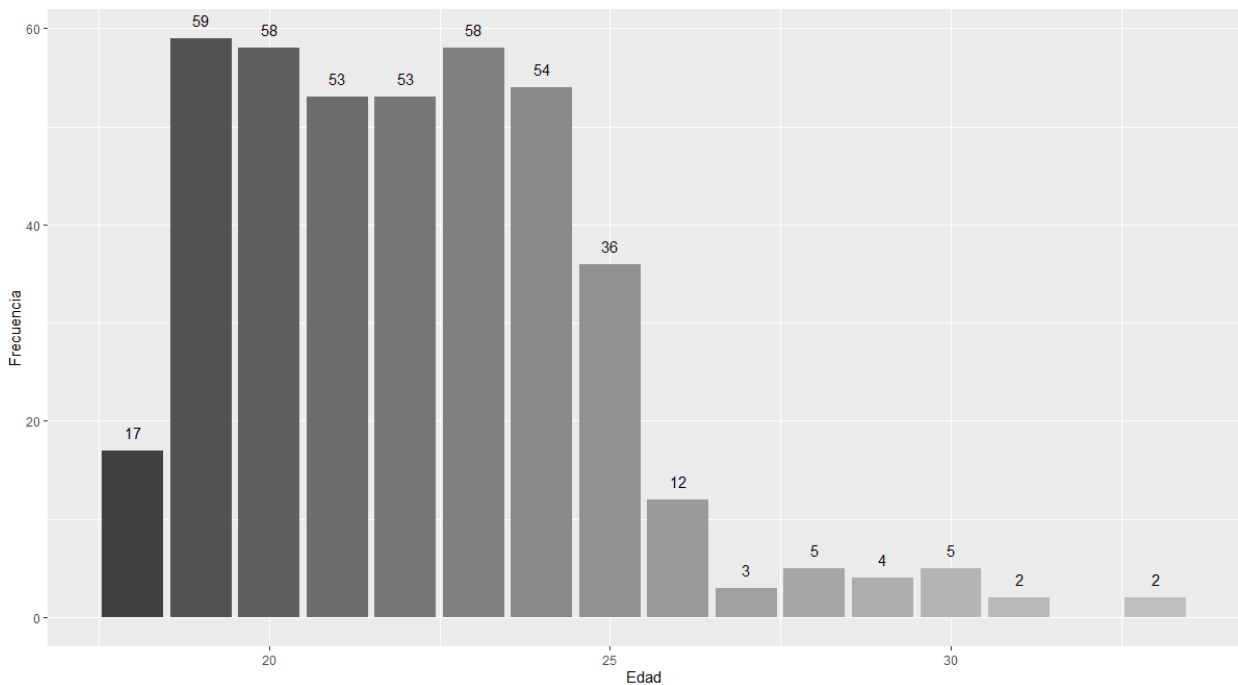
Respecto al género, se puede mencionar que la mayoría de los encuestados mencionaron que se sienten identificados con el género masculino (ver Tabla 3.2), representando el 64,4 % de las respuestas.

Tabla 3.2: Frecuencia de género con los cuáles se identifican los encuestados

Masculino	Femenino	Otro	No declara
274	144	3	4

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la edad, se puede evidenciar que en promedio poseen 22 años y el 75 % de los encuestados tienen 24 años o menos. Esto último se puede deber a que la mayoría de las respuestas corresponden a personas cursando estudios de pregrado (ver Figura 3.4) dentro del periodo formal de su duración. En la Figura 3.1 se muestra la distribución de edades.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.1: Distribución de la edad de los participantes de la encuesta

Respecto a las frecuencias de viajes, cabe recalcar que la muestra de estudio es la masa de encuestados que declara una frecuencia de viaje a la Universidad en transporte público mayor o igual a un día a la semana. En la Tabla 3.3 se evidencia que, en general, los encuestados que utilizan el transporte público, lo hacen con una frecuencia de 5 a 6 días, siendo el 80 % de las respuestas.

Tabla 3.3: Cantidad de días que los encuestados utilizan el transporte público

Cantidad de días de uso por semana	1	2	3	4	5	6
Cantidad de personas	21	22	22	20	266	74

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la carrera cursada por los encuestados (ver Tabla 3.4), en general, estudian una carrera de pregrado (el 96 % declara que es así) y dentro de estas últimas, la carrera de Plan Común es la que cuenta con mayor cantidad de respuestas.

Tabla 3.4: Distribución de las carreras en las cuales se encuentran los participantes de la encuesta

Carrera	Cantidad	Porcentaje
Astronomía	2	0,5
Física	3	0,7
Geofísica	6	1,4
Geología	19	4,5
Ingeniería civil	57	13,5
Ingeniería civil de minas	9	2,1
Ingeniería civil eléctrica	42	10,0
Ingeniería civil en biotecnología	8	1,9
Ingeniería civil en computación	24	5,7
Ingeniería civil industrial	71	16,8
Ingeniería civil matemática	10	2,4
Ingeniería civil mecánica	31	7,3
Ingeniería civil química	15	3,6
Plan común	109	25,8
Posgrado	16	3,8

Fuente: Elaboración propia

Encuesta N°2-Actividad de agrupamiento de emociones:

El diseño de esta encuesta contenía ciertas preguntas de tipo sociodemográfico, las cuales permiten obtener una caracterización de los sujetos que son mostradas a continuación.

Respecto al género, 26 personas se identificaron con el género masculino (78 %) y 7 personas con el género femenino (22 %).

Respecto a la edad, se puede evidenciar que en promedio poseen 21,6 años y el 75 % de los

encuestados tienen 22 años o menos. En la Figura 3.5 se muestra la distribución de edades.

Tabla 3.5: Distribución de la edad de los participantes de la actividad de clasificación

Edad	20	21	22	23	24	25
Cantidad de personas	5	13	8	5	1	1

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 3.6 se puede evidenciar que, en general, los participantes utilizan 5 días de la semana el transporte público (66 %) y el 80 % utiliza por lo menos un día de la semana el transporte público para llegar a la Facultad.

Tabla 3.6: Cantidad de días que los participantes de la actividad utilizan el transporte público

Cantidad de días de uso por semana	0	1	2	3	4	5
Cantidad de personas	6	0	3	1	1	22

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la carrera cursada por los participantes (ver Figura 3.7), todos estudian una carrera de pregrado y la mayoría de ellos cursan la carrera de Ingeniería Civil, lo cual era de esperar debido a que es un curso obligatorio de la malla de esta última.

Tabla 3.7: Distribución de las carreras en las cuales se encuentran los participantes de la actividad de clasificación

Carrera	Cantidad
Ingeniería civil	29
Ingeniería civil industrial	2
Ingeniería civil matemática	1
Plan común	1

Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Frecuencia de emociones percibidas por los encuestados según modo de transporte

Utilizando la información desprendida de la *Encuesta N°1*, se puede observar la distribución de las frecuencias de las emociones percibidas en metro y en buses¹. Específicamente, se calculan los promedios de frecuencia de cada emoción discriminando por modo de transporte (ver Tabla 3.8) y se crean diagramas de cajas o boxplots (ver Figuras 3.2, 3.3, 3.4, 3.5). Estas últimas permiten facilitar la observación de los cuartiles de las frecuencias de cada una de las emociones, donde el color azul representan las emociones que tuvieron un promedio menor a 2, el blanco entre 2 a 3 y, por último, el naranja representando un promedio mayor a 3. De la información anteriormente señalada se desprende lo siguiente:

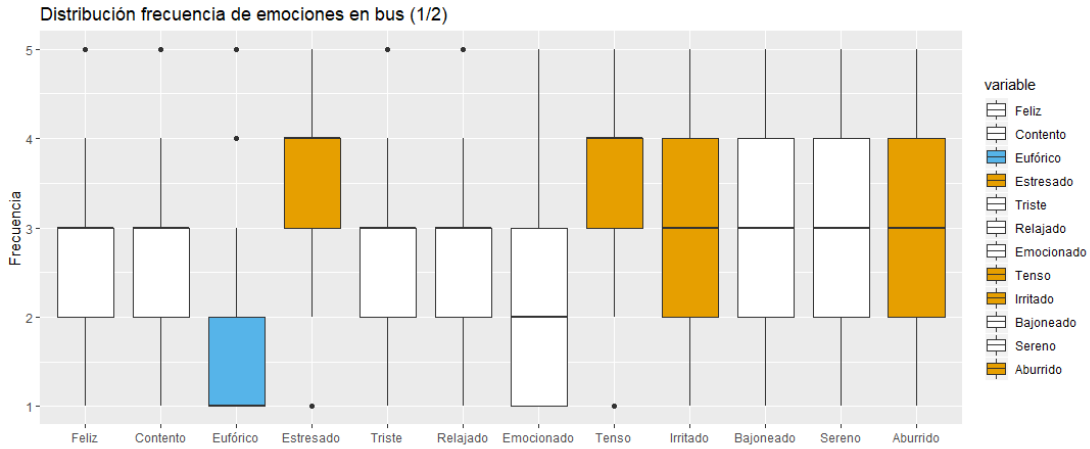
¹La frecuencia varía según una escala likert donde 1="Nunca" a 5="Siempre"

- Las emociones que declaran percibir las personas en metro y en buses, se relacionan principalmente con las que corresponden a una valencia negativa y una alta activación.
- En ambos casos de transporte público, la emoción “estresado” es la más frecuente y la de “eufórico” la menor.
- Posiblemente, debido al tipo de escala de clasificación de frecuencia (likert), no se puede afirmar que las frecuencias de las emociones poseen una distribución normal. Esto último se reafirma con los boxplot, debido a que en varios casos, los cuartiles no poseen una distribución simétrica.

Tabla 3.8: Frecuencia promedio de emociones percibidas en metro y buses

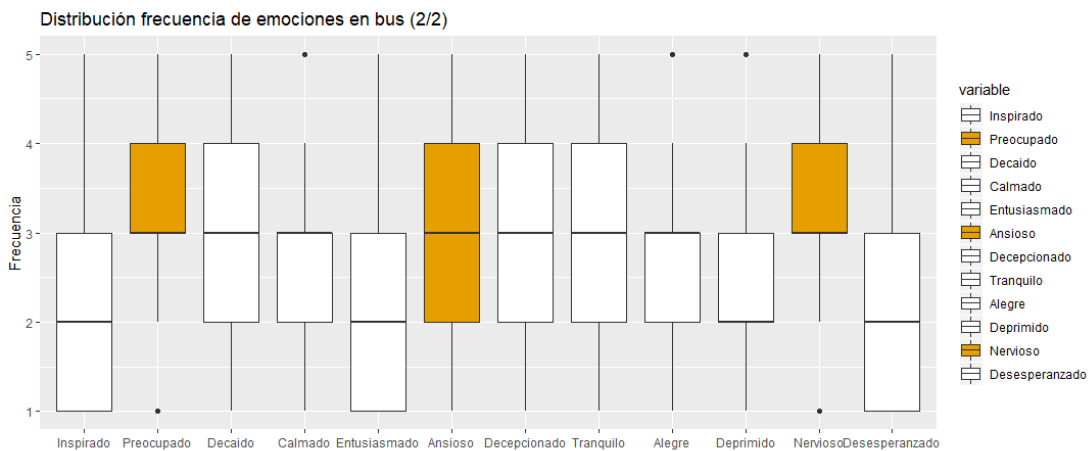
Emocion	Frecuencia en bus [promedio]	Frecuencia en metro [promedio]
Nervioso	3,35	3,03
Preocupado	3,36	3,16
Decepcionado	2,92	2,72
Tenso	3,60	3,41
Aburrido	3,35	3,51
Tranquilo	2,87	3,00
Desesperanzado	2,30	2,17
Calmado	2,87	2,98
Inspirado	2,23	2,12
Relajado	2,60	2,70
Decaido	2,74	2,65
Emocionado	2,02	2,11
Feliz	2,65	2,73
Ansioso	3,16	3,08
Triste	2,61	2,53
Contento	2,76	2,83
Estresado	3,65	3,71
Irritado	3,32	3,36
Bajoneado	2,90	2,86
Entusiasmado	2,19	2,17
Sereno	2,86	2,85
Deprimido	2,50	2,501
Alegre	2,71	2,70
Eufórico	1,60	1,60

Fuente: Elaboración propia



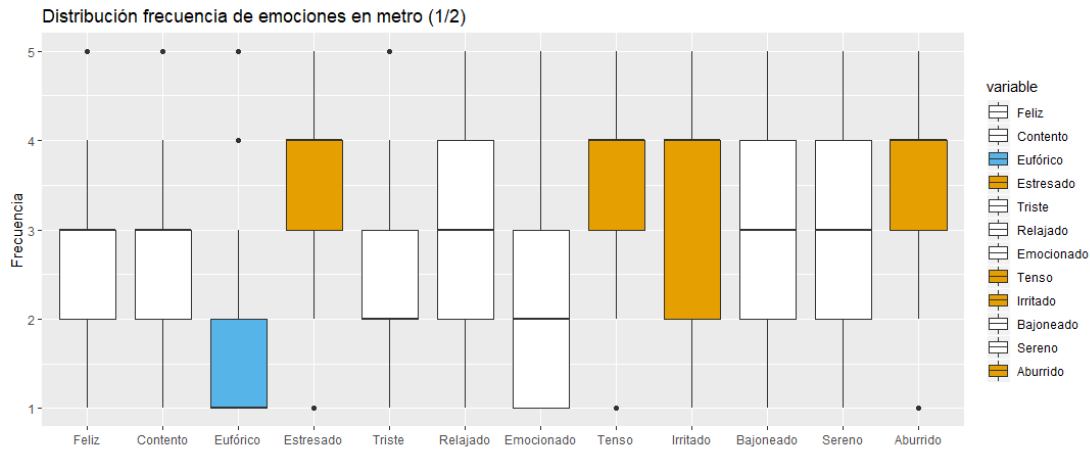
Fuente: Elaboración propia

Figura 3.2: Boxplot (1/2) de frecuencia de emociones percibidas en buses, por parte de los encuestados. El color azul representan las emociones que tuvieron un promedio menor a 2, el blanco entre 2 a 3 y, por último, el naranja representando un promedio mayor a 3.



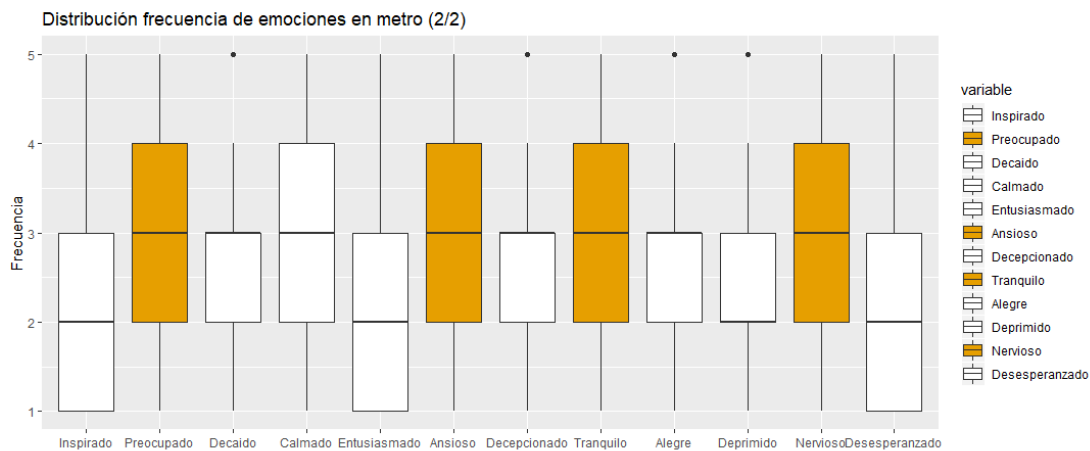
Fuente: Elaboración propia

Figura 3.3: Boxplot (2/2) de frecuencia de emociones percibidas en buses, por parte de los encuestados. El color azul representan las emociones que tuvieron un promedio menor a 2, el blanco entre 2 a 3 y, por último, el naranja representando un promedio mayor a 3.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.4: Boxplot (1/2) de frecuencia de emociones percibidas en metro, por parte de los encuestados. El color azul representan las emociones que tuvieron un promedio menor a 2, el blanco entre 2 a 3 y, por último, el naranja representando un promedio mayor a 3.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.5: Boxplot (2/2) de frecuencia de emociones percibidas en metro, por parte de los encuestados. El color azul representan las emociones que tuvieron un promedio menor a 2, el blanco entre 2 a 3 y, por último, el naranja representando un promedio mayor a 3.

3.3.3. Pruebas de diferencias de medias

En base a la información desprendida del análisis realizado en cuanto a las frecuencias de emociones percibidas por los encuestados, es posible apreciar a simple vista que existen diferencias en cuanto a las frecuencias según el modo de transporte público. Por lo tanto, una hipótesis interesante a verificar es si estas diferencias son significativas o no. Cabe destacar que en este caso como a cada encuestado se le consulta por ambos modos de transporte, se puede considerar que se trabaja con una muestra pareada.

Considerando los elementos anteriores, se realizaron dos tipos de pruebas de diferencias

de medias. El primero corresponde a un test de Student (paramétrico) y el segundo, a uno de Prueba de rango con signo de Wilcoxon (no paramétrico).

Como se dijo anteriormente, es interesante saber si las diferencias son significativas, lo cual implica ocupar un test de dos colas (ver el test de hipótesis en la Ecuación 3.1). Pero además se realiza un test de una cola donde se explora si las frecuencias del bus son mayores a los del metro, ya que generalmente, se aprecia que las frecuencias promedios de emociones de valencia negativa percibidas por los participantes en buses son mayores (ver el test de hipótesis en la Ecuación 3.2):

$$\begin{aligned} H_0 &: \mu_{bus} - \mu_{metro} = 0 \\ H_a &: \mu_{bus} - \mu_{metro} \neq 0 \end{aligned} \quad (3.1)$$

$$\begin{aligned} H_0 &: \mu_{bus} - \mu_{metro} \leq 0 \\ H_a &: \mu_{bus} - \mu_{metro} > 0 \end{aligned} \quad (3.2)$$

Los resultados se presentan en la Tabla 3.9. De esta última se desprende que, considerando arbitrariamente un nivel de significancia del 95 % (destacadas con color amarillo), se puede afirmar que las frecuencias no son iguales para ambas pruebas (t-Student y Prueba de rango con signo de Wilcoxon) en las siguientes emociones:

- | | | |
|---------------|---------------|--------------------|
| 1. Triste | 5. Inspirado | 9. Decepcionado |
| 2. Emocionado | 6. Preocupado | 10. Tranquilo |
| 3. Tenso | 7. Decaído | 11. Nervioso |
| 4. Aburrido | 8. Calmado | 12. Desesperanzado |

Entonces se puede afirmar que existen diferencias significativas respecto a las frecuencias percibidas en metro y bus. Por lo tanto, se da pie para pensar que en el experimento de campo se deben encontrar distintas frecuencias de emociones si se controla por modo de transporte.

Otro punto a destacar es el que para las pruebas de una cola, donde se busca rechazar la hipótesis donde las frecuencias promedios de las emociones percibidas en metro son mayores a los de los buses. Se concluye con un 95 % (al 90 % son los mismos resultados) de confianza para ambas pruebas que **los encuestados afirman sentirse más**: tristes, tensos, inspirados, preocupados, decaídos, ansiosos, decepcionados, nerviosos y desesperanzados en bus que en metro. En efecto, a excepción de la emoción “inspirado”, se evidencia que las emociones de valencia negativa son más frecuentes en bus que en metro.

Tabla 3.9: Diferencias promedio de emociones percibidas en metro y buses, acompañados de los p-valores de los test de Student (normal) y test de rango con signo de Wilcoxon según si es de una o dos colas. Las zonas anaranjadas indican los p-valores menores a 0.1

Emocion	Frecuencia en bus	Frecuencia en metro	Diferencia de frecuencias	Test de 1 cola		Test de 2 colas	
				$H_a : \mu_{bus} - \mu_{metro} > 0$		$H_a : \mu_{bus} - \mu_{metro} \neq 0$	
				p-valor [T-test]	p-valor [Wilcoxon]	p-valor [T-test]	p-valor [Wilcoxon]
Feliz	2,66	2,74	-0,08	0,957	0,948	0,086	0,104
Contento	2,76	2,83	-0,07	0,926	0,889	0,148	0,222
Eufórico	1,60	1,60	0,00	0,500	0,618	1,000	0,768
Estresado	3,66	3,71	-0,05	0,860	0,880	0,279	0,240
Triste	2,61	2,54	0,08	0,035	0,017	0,069	0,034
Relajado	2,61	2,71	-0,10	0,938	0,909	0,123	0,183
Emocionado	2,03	2,11	-0,08	0,987	0,988	0,026	0,023
Tenso	3,60	3,42	0,18	0,000	0,000	0,000	0,000
Irritado	3,32	3,37	-0,05	0,822	0,830	0,356	0,341
Bajoneado	2,90	2,87	0,04	0,202	0,203	0,403	0,406
Sereno	2,86	2,86	0,01	0,440	0,398	0,881	0,796
Aburrido	3,35	3,52	-0,16	0,999	0,999	0,001	0,001
Inspirado	2,24	2,13	0,11	0,011	0,014	0,021	0,029
Preocupado	3,37	3,16	0,20	0,000	0,000	0,000	0,000
Decaído	2,75	2,65	0,09	0,012	0,018	0,025	0,035
Calmado	2,87	2,98	-0,11	0,987	0,990	0,026	0,020
Entusiasmado	2,19	2,18	0,01	0,366	0,322	0,732	0,643
Ansioso	3,17	3,09	0,08	0,042	0,031	0,085	0,062
Decepcionado	2,93	2,73	0,20	0,000	0,000	0,000	0,000
Tranquilo	2,88	3,01	-0,13	0,997	0,996	0,006	0,008
Alegre	2,71	2,71	0,00	0,472	0,469	0,944	0,937
Deprimido	2,51	2,50	0,00	0,446	0,326	0,893	0,653
Nervioso	3,35	3,03	0,32	0,000	0,000	0,000	0,000
Desesperanzado	2,31	2,18	0,13	0,000	0,000	0,001	0,001

Fuente: Elaboración propia

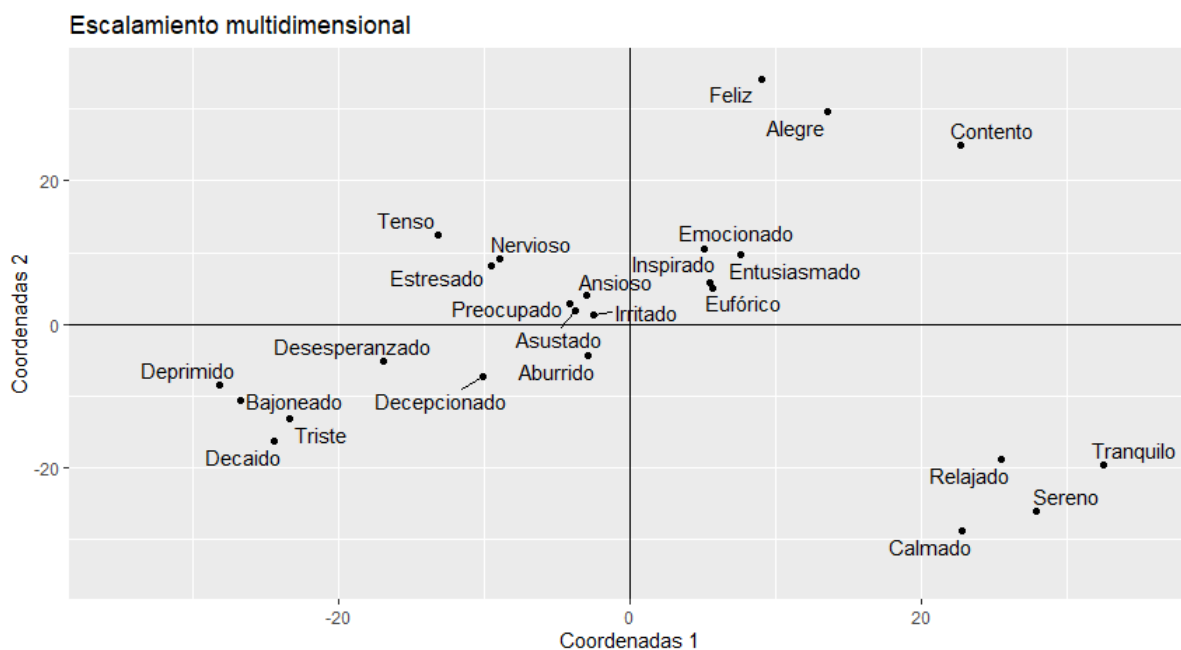
3.4. Creación del modelo circunplejo aplicado a un contexto de viaje en transporte público

A continuación, utilizando secuencialmente técnicas de escalamiento multidimensional (MDS), análisis de componentes principales (ACP) y un clustering jerárquico aglomerativo, se procede a diseñar un modelo circunplejo con la lista de emociones presentadas en la Sección 3.2. Específicamente, se busca seleccionar un conjunto de las tres palabras más representativas para cada cuadrante del modelo circunplejo, en un contexto de transporte público. El número de palabras por cuadrante es escogido con el propósito de describir cada uno de ellos en la aplicación *Status App* (ver sección 4.4.1) con un cierto nivel de simplicidad visual y para poder contrastarlos con el modelo de Madrid y Patterson (2014), donde existen tres palabras por cuadrante.

Escalamiento multidimensional

Se utiliza una método de escalamiento multidimensional, específicamente un modelo no paramétrico de Kruskal, sobre los datos recolectados en la *Encuesta N°2* (Actividad de agru-

pamiento de emociones), a través del paquete *Stats* (R Core Team, 2018) del programa estadístico R. De este procedimiento se desprende una representación de los datos en un plano de dos dimensiones, como las utilizadas en las metodologías realizadas por Russell (1980). El resultado se muestra en la Figura 3.6 y demuestra empíricamente que la clasificación presentada se condice con el trabajo realizado por Madrid (2014), donde las palabras traducidas en su artículo efectivamente ubican en los mismos cuadrantes. Por lo tanto, es posible afirmar que el eje “Coordenadas N°1” corresponde a los niveles de valencia y el eje “Coordenadas N°2” a los de activación.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.6: Escalamiento multidimensional (modelo no paramétrico de Kruskal) utilizando datos de la *Encuesta N°2- Actividad de agrupamiento de emociones*.

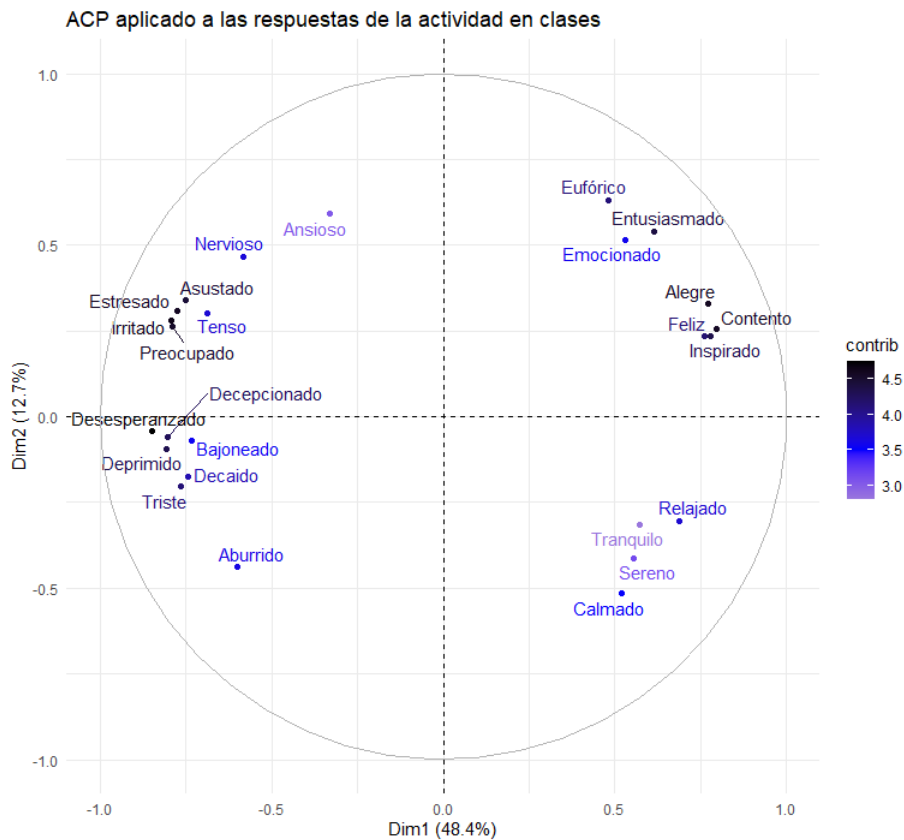
La función objetivo que optimiza el modelo no paramétrico de Kruskal se le denomina Stress (s), la cual posee una interpretación respecto a la bondad del ajuste del modelo. En este caso $s = 13,9\%$, por lo tanto el modelo posee una bondad de ajuste catalogada entre razonable y pobre según la clasificación² de Kruskal (1964).

Análisis de Componentes Principales

Al observar la Figura 3.6, resulta interesante cuantificar qué tan importante son estos ejes (valencia y activación) para explicar las emociones percibidas por los encuestados, lo cual con el escalamiento multidimensional es difícil de apreciar. A continuación, utilizando el paquete estadístico *Flexible Procedures for Clustering* (Hennig, 2019) de R, se realiza un Análisis de componentes principales (ACP), cuyo resultado se encuentra graficado en la Figura 3.7 y de la cual se desprenden dos observaciones:

²Según la Tabla 2.1 que se encuentra en el Marco metodológico, si $s = 10\%$ se considera que el modelo posee una bondad de ajuste “razonable” y si $s = 20\%$ se considera “pobre”.

- Las emociones siguen ubicándose en los mismos cuadrantes que en el ejercicio anterior. En efecto, se le puede dar la misma interpretación a los ejes y se robustecen los resultados.
- Considerando “Dim 1” como el eje de valencia y a “Dim 2” como el eje de activación, se puede afirmar que el grado de valencia explica el 48,4 % de varianza de los datos y el de activación el 12,7 %. En consecuencia, un modelo, utilizando el primer y segundo componente principal explica cerca del 61 % de la variación de los datos.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.7: Análisis de Componentes Principales aplicados a los datos de la actividad de agrupamiento de emociones (*Encuesta N°2*)

Clustering

Un aspecto importante para la creación del modelo circunplejo adaptado a un contexto de transporte público, es identificar qué tan distintas o parecidas son las emociones cuando se encuentran en un mismo cuadrante. Esto último, puesto que se requiere obtener las tres emociones que mejor representen a cada una de ellas.

Una herramienta que resulta útil para el propósito anteriormente declarado es la de Análisis de clúster o *Clustering*, la cual realiza una división del conjunto de objetos de datos en subconjuntos (para más información ver sección 2.3.8). Específicamente, el tipo de clustering utilizado en este trabajo corresponde a uno de carácter jerárquico debido a que permite que

cada subconjunto tenga sus propias subdivisiones, entregando información más detallada sobre los distintos subgrupos que se pueden formar entre las emociones estudiadas en este trabajo. A través del paquete *Cluster Analysis Basics and Extensions* (Maechler et al., 2019) de R, se realiza un clustering jerárquico sobre los datos de la *Encuesta N°2* cuyo resultado (a través del gráfico de su dendograma respectivo) se encuentra expuesto en la Figura 3.8.

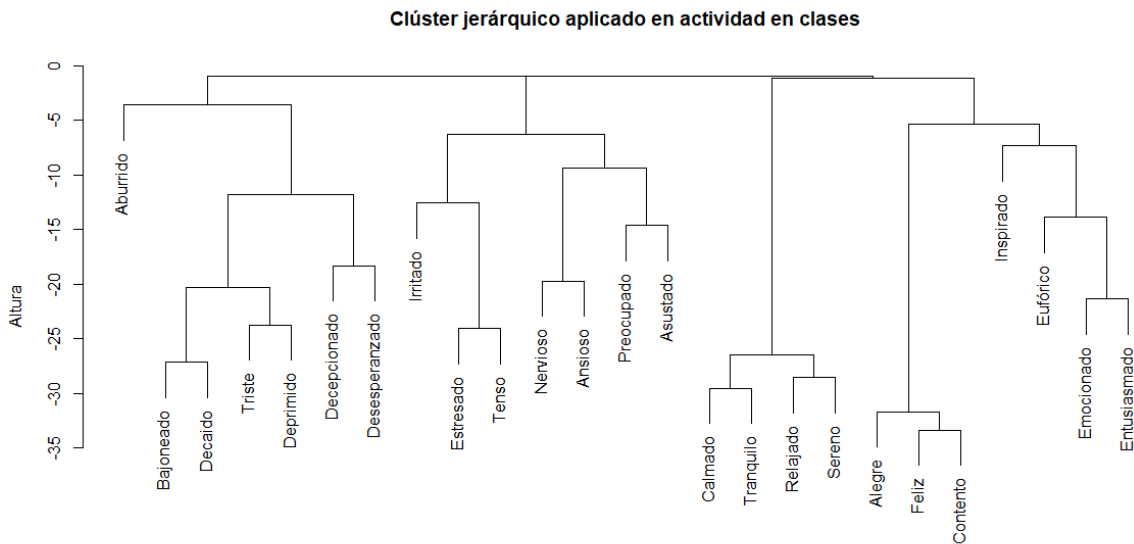
De la Figura 3.8 se desprende que el clustering jerárquico identifica que si se requiere agrupar las emociones en 4 grupos (altura -5), se obtienen las mismas palabras para los cuadrantes de las Figuras 3.6 y 3.7. Por lo tanto, las metodologías de Escalamiento multidimensional, Análisis de Componentes Principales y Clustering, aplicado a los datos de la *Encuesta N°2* llegan a resultados similares. Además, permite identificar cuales son los subconjuntos de palabras similares por cuadrante. Por ejemplo, para el caso del primer grupo de emociones se tienen las siguientes palabras:

- Aburrido
- Bajoneado
- Decaído
- Triste
- Deprimido
- Decepcionado
- Desesperanzado

Del grupo anterior de emociones, según el dendograma, se pueden obtener los siguientes tres subgrupos (altura -15):

- Subgrupo N°1: Aburrido
- Subgrupo N°2: Bajoneado-Decaído-Triste-Deprimido
- Subgrupo N°3: Decepcionado-Desesperanzado

Por lo tanto, con los datos de la *Encuesta N°2*, se pueden determinar los subgrupos, pero no permite discriminar cuál es la palabra más representativa en cada una de ellas. En el siguiente apartado se indica como se utilizan los datos de la *Encuesta N°1* para poder determinar aquello y dar paso a obtener el modelo circunplejo adaptado a los objetivos del experimento.

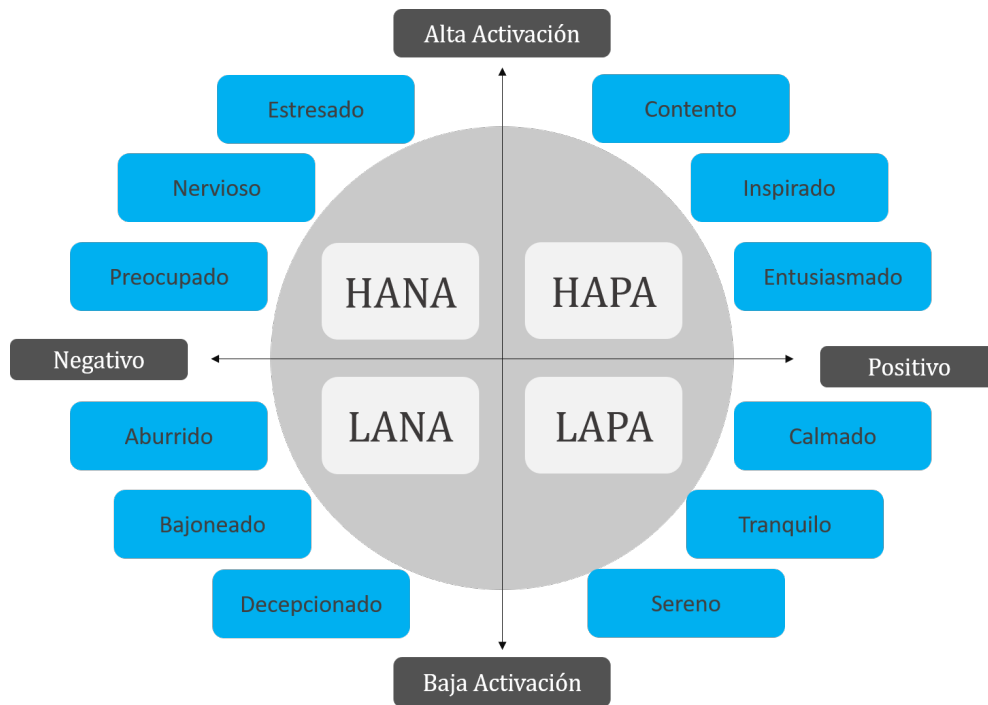


Fuente: Elaboración propia

Figura 3.8: Clustering jerárquico aplicado a los datos de la actividad de clasificación de emociones

Modelo circunplejo aplicado a un contexto de viaje en transporte público

Por último, queda el desafío de sortear el problema de cómo se puede obtener la emoción más representativa por subgrupo, cuya información se desprende de la *Encuesta N°2*. Para esto último, se utiliza un promedio simple entre las frecuencias de emociones percibidas por los participantes de la *Encuesta N°1* (Tabla 3.9) y se seleccionan las emociones con mayor frecuencia promedio por subgrupo (ver Figura 3.9). Finalmente la selección de las emociones representantes por cuadrante es la siguiente:



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.9: Modelo circumplejo con selección emociones aplicadas a un contexto de viaje en transporte público.

Utilizando la notación de Madrid y Patterson (2014), cada cuadrante posee la siguiente:

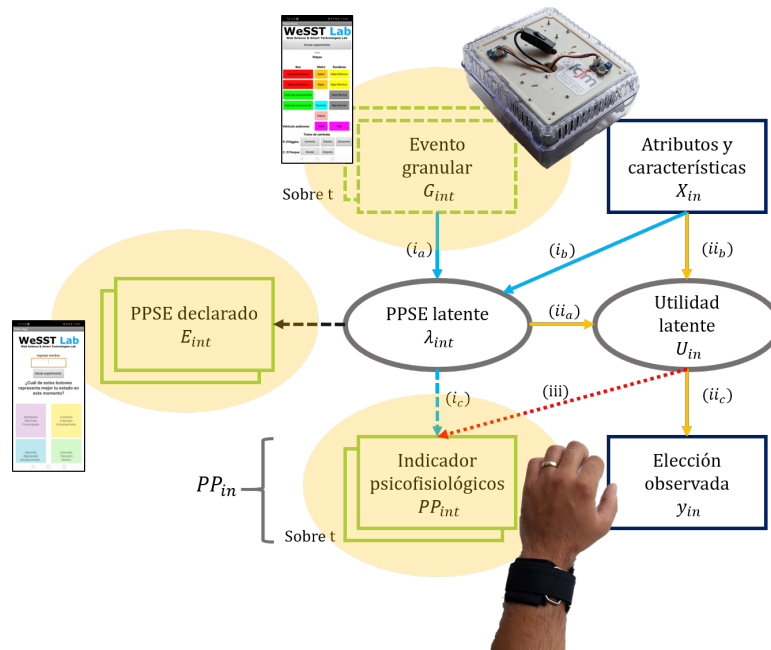
1. HAPA (*high-activated positive affect*): alta activación y valencia positiva.
2. HANA (*high-activated negative affect*): alta activación y valencia negativa.
3. LANA (*low-activated negative affect*): baja activación y valencia negativa.
4. LAPA (*low-activated positive affect*): baja activación y valencia positiva.

En resumen, se cumple con uno de los objetivos específicos del presente trabajo, obteniendo tres emociones representativas para describir cada cuadrante del modelo circumplejo de Russell (1980) en un contexto de viaje en transporte público. El modelo circumplejo con las emociones representativas por cuadrante de la Figura 3.9 es utilizado en el diseño de la aplicación *Status App* expuesta en la Sección 4.4.1, la cual se emplea para que los participantes del experimento puedan describir sus emociones durante el viaje.

Capítulo 4

Experimento de campo

La metodología a trabajar se sustenta principalmente en la realización de un experimento de campo con estudiantes de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la U. de Chile. El experimento consiste, principalmente, en capturar la experiencia de viaje de las personas a través de los indicadores psicofisiológicos registrados durante el trayecto en transporte público. Específicamente, conforme al marco metodológico propuesto por Castro et al. (2020), el experimento de campo registra eventos granulares, estados psicofisiológicos y emociones (PPSE) declarados e indicadores psicofisiológicos (ver Figura 4.1).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.1: Marco metodológico propuesto por Castro et al. (2020) que incorpora indicadores psicofisiológicos. Las zonas amarillas señalan la relación entre los dispositivos y aplicaciones creadas con el tipo de señal registrada.

Los eventos granulares (G_{int}) capturados corresponden a variables de transporte registradas a través de una aplicación para *smartphones* llamada *PsycoTrans* y a señales ambientales almacenadas por un aparato llamado ContextINO, desarrollado por el *WeSST Lab*. Por otro lado, los PPSE declarados (E_{int}) son capturados a través de una aplicación para *smartphones* llamada *Status App*, la cual solicita a los participantes el declarar cada cierta cantidad de tiempo su estado emocional. Por último, los indicadores psicofisiológicos (PP_{int}) capturados corresponden al ritmo cardiaco, variabilidad del ritmo cardiaco, actividad electrodermal y temperatura de la piel. El registro de indicadores psicofisiológicos se realiza a través de un conjunto de biosensores integrado en una pulsera, desarrollado por el Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería, llamada PCB.

Es necesario precisar que el experimento de campo, en su diseño inicial, poseía un mayor control de las variables experimentales debido a que los tramos de viaje en bus eléctrico y bus convencional eran las mismas. Sin embargo, este tuvo que ser modificado en cuanto a su diseño debido a la crisis social de octubre de 2019, forzando a cambiar los trayectos para, principalmente, asegurar la integridad de los participantes. Específicamente, el principal cambio derivado de la modificación de los trayectos fue que los tramos realizados en bus eléctrico y bus convencional ya no sean idénticos, produciendo, en cierto grado, una pérdida de control de las variables experimentales. Sin embargo, es necesario destacar que en el experimento se registró una vasta cantidad de variables como señales ambientales, niveles de hacinamiento o si la persona se encontraba sentada; permitiendo subsanar, en parte, aquel inconveniente.

El presente capítulo describe a cabalidad el procedimiento experimental realizado (sección 4.1), los trayectos seguidos por los participantes y una descripción de los modos utilizados (sección 4.2), los tipos de sensores utilizados (sección 4.3) y las aplicaciones para *smartphones* creadas para el experimento de campo (sección 4.4).

4.1. Procedimiento experimental

El experimento de campo se lleva a cabo entre los días 27 de noviembre de 2019 hasta el día 30 de enero de 2020, donde participaron 55 estudiantes de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

Cada día de realización del experimento asisten entre uno y dos estudiantes, a los cuales se les denomina *participantes*. Además, los participantes son acompañados por una persona que se preocupaba de la correcta ejecución de las etapas del experimento, de recolectar los marcadores de transporte y las señales ambientales, a la cual se le identifica como *monitor*.

A continuación se describen las etapas del experimento, los requisitos de participación, el trayecto realizado por los participantes, los sensores utilizados para el registro de señales y se finaliza con el diseño y descripción de las aplicaciones móviles utilizadas en el experimento.

4.1.1. Etapas del experimento

La secuencia temporal del experimento considera las siguientes cinco etapas, junto a su duración tentativa entre paréntesis:

1. **[1 minuto] Consentimiento informado:** los participantes deben firmar un documento impreso donde se explicita que les fue entregada información detallada del experimento y de los términos concretos de su participación, con el fin de decidir de manera informada si desean participar del experimento o no.
2. **[5 minutos] Periodo de adaptación:** los participantes deben enfrentar un periodo de exposición a las PCB con el objetivo de evitar el efecto Hawthorne, es decir, se busca prevenir modificaciones en las conductas de los participantes debido a que ellos son conscientes que se encuentran siendo estudiados. En consecuencia, se colocan las PCB al principio de esta etapa y se realiza lo siguiente:
 - Se exponen los puntos claves del experimento, como lo son las rutas (se les entrega una copia física) y las funciones de la aplicación en el *smartphone* del participante.
 - Se muestran los dispositivos (pulseras PCB y ContextINO) y se mencionan brevemente los tipos de mediciones que capturan. Asimismo, se comentan las consideraciones o cuidados que se debe poseer con los dispositivos.
 - Mientras se realiza el trabajo de colocar las pulseras PCB, se aprovecha a utilizar una canción de música clásica de fondo.
3. **[3 minutos y 30 segundos] Periodo de línea base:** para poder obtener data comparable entre participantes se mide una línea base para cada uno, es decir, se extraen los niveles de las señales fisiológicas de los participantes cuando no se encuentran expuestos a ningún tipo de estímulo externo. En este periodo se considera lo siguiente:
 - La línea base se mide en una oficina completamente oscura y sin ruido ni música.
 - La instrucción que se le da a los participantes es que deben cerrar sus ojos, concentrarse en su respiración, permanecer en silencio y no utilizar ningún tipo de dispositivo electrónico.
4. **[2 horas y 30 minutos] Periodo de estimulación:** se realiza el trayecto en transporte público (ver apartado “Trayecto y modos de transporte” para más información). Los participantes son acompañados por un monitor durante todo el trayecto. Los participantes durante este periodo deben registrar su estado emocional y si van parados o sentados cuando se encuentran en un modo de transporte motorizado (metro y buses) en la aplicación *Status App*. En el caso de los monitores; ellos registran en la aplicación *PsycoTrans* las etapas del viaje, los eventos que ocurran (por ejemplo, un bebé llorando en el metro) y la tasa de ocupación de los modos de transporte. Paralelamente, el monitor es el encargado de portar el ContextINO.
5. **[5 minutos] Contraste de emociones declaradas:** posterior al periodo de estimulación, se le pide a los participantes que indiquen en un mapa impreso por cada uno de los tramos de la trayectoria realizada, las emociones que ellos recuerdan que percibieron. Asimismo, se les pide que anoten eventos que a ellos les llamaron la atención o los alteraron.

4.1.2. Requisitos de participación

A todos los participante del experimento se les solicita cumplir con los siguientes puntos:

1. Ser estudiante regular (de pregrado y/o postgrado) de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la U. de Chile.
2. No haber consumido drogas 24 horas antes del experimento.
3. El/la participante debe contar con un teléfono celular que cumpla las siguientes características:
 - Tener la batería cargada al máximo posible.
 - Tener un sistema operativo Android.
 - Poseer espacio de 5 [MB] de memoria interna para poder instalar la aplicación *Status App* y almacenar la información generada por esta última.
4. Haber contestado la “Encuesta sobre transporte público” ¹.
5. Poder emitir boletas de honorarios, a través del Servicio de Impuestos Internos ².
6. Poseer la Tarjeta Nacional Estudiantil (TNE)³.

4.2. Trayecto y modos de transporte

El trayecto que sigue un participante se define como la ruta de viaje que le permite utilizar distintos modos de transporte. Específicamente, en la Tabla 4.1 se desagregan los distintos tipos de trayecto según los modos de transporte empleados. En particular, todos los trayectos incluyen **4 modos base (bus eléctrico, bus convencional, metro y caminata)**, pero en algunos se añaden otros, como un vehículo autónomo y la línea 3 o 6 del Metro de Santiago. Es necesario precisar que el periodo de estimulación del experimento de campo varía de acuerdo al trayecto y a los modos de transporte usados.

Considerando que el experimento de campo contempla siete trayectos distintos. Es necesario precisar que existen dos trayectos básicos, los cuales son bautizados como “A” y “B” y, para efectos de este trabajo, solo se ahondará en estos últimos. Los otros cinco restantes son variaciones de los dos trayectos mencionados anteriormente.

¹https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2/foro_institucion/o/2244132

²Debido a que los participantes reciben un pago proveniente del proyecto FONDECYT 1191104.

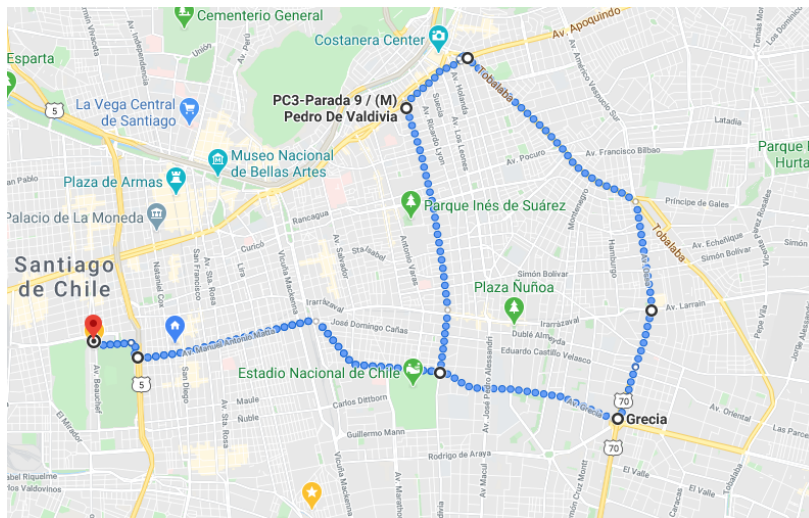
³Tarjeta Nacional Estudiantil permite obtener una tarifa preferencial en el sistema de transporte público.

Tabla 4.1: Modos utilizados por los participantes del experimento.

Modos utilizados en periodo de estimulación	Cantidad de participantes
Modos base	33
Modos base + Vehículo autónomo	12
Modos base + Metro línea 3 o 6	8
Modos base + Vehículo autónomo + Metro línea 3 o 6	2

Fuente: Elaboración propia

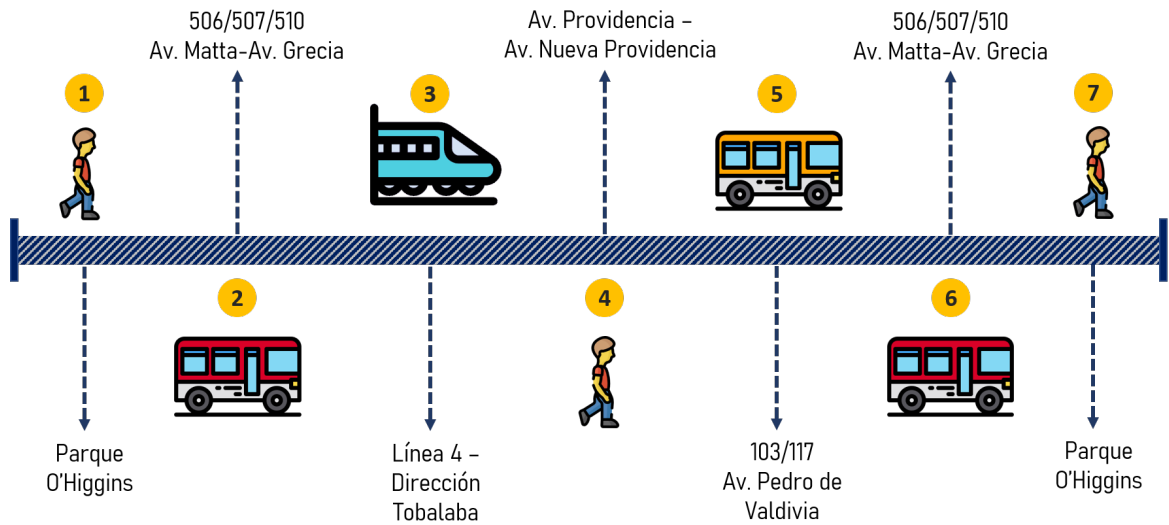
Los trayectos “A” y “B” utilizados en el periodo de estimulación del experimento de campo contempla un recorrido de 27 kilómetros (ver Figura 4.2) donde el participante utiliza **cuatro modos de transporte base** (bus eléctrico, bus convencional, metro y caminata).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.2: Mapa del trayecto realizado por los participantes en el experimento.

En la Figura 4.3 se muestra el trayecto con los modos base. Específicamente, los trayectos “A” y “B” se dividen según los tipos de modos de transporte y las líneas de metro y buses utilizadas. Cabe destacar que cada tramo se realiza solo una vez por participante. El número 1, 4 y 7 son de caminata; el 2 y 6 bus eléctrico; el número 5 es en bus convencional y, por último, el 3 es en metro.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.3: Trayecto seguido por los participantes durante el periodo de estimulación, donde se contemplan 7 tramos y 4 tipos de modos: bus eléctrico, bus convencional, metro y caminata.

Respecto a los modos bautizados como “bus convencional” en la muestra, corresponden a los 55 buses utilizados por los participantes en el tramo de Avenida Pedro de Valdivia. En general, estos buses fueron fabricados en 2005 y cumplen con la norma Euro III. Específicamente, los tramos que son considerado como “buses convencionales” son los siguientes:

- 31 corresponden a buses marca *Volvo*, modelo B7R LE, cumplen con la norma Euro III y fueron fabricados en 2005.
- 12 corresponden a buses marca *Volvo*, modelo B-290 RLE, cumplen con la norma Euro V y fueron fabricados en 2014.
- 2 corresponden a buses marca *Mercedes Benz*, modelo O-500U, cumplen con la norma Euro V y fueron fabricados en 2013.
- 10 no se encuentran identificados.

Respecto a los modos bautizados como “bus eléctrico” en la muestra, corresponden a 110 buses utilizados por los participantes en los tramos ida-vuelta en el tramo Avenida Blanco Encalada-Matta-Grecia. En general, estos buses fueron fabricados en 2019 y son eléctricos, por lo que no producen emisiones contaminantes. Específicamente, los tramos que son considerado como “buses eléctricos” son los siguientes:

- 100 corresponden, efectivamente, a buses eléctricos marca *BYD* y modelo K9FE. Respecto a los años de fabricación: 27 de ellos fabricados en 2018 y los otros 73 en 2019.
- 2 corresponden a buses no eléctricos marca *Volvo* modelo B8R-LEA, Cumplen con la norma Euro VI y fueron fabricados el año 2020.
- 2 corresponden a buses no eléctricos marca *Mercedes-Benz* modelo O-500U, cumplen

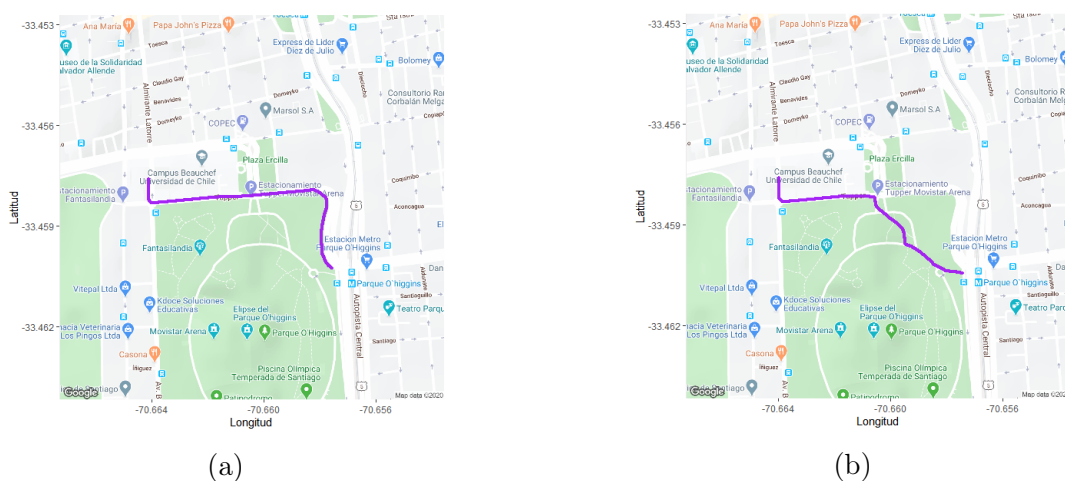
con la norma Euro V y fueron fabricados el año 2013.

- 6 no se encuentran identificados.

Respecto al modo bautizado como “metro” corresponden a los trenes de rodadura férrea modelo AS-2002 de Línea 4 del metro de Santiago.

Respecto al modo bautizado como “caminata” hace alusión principalmente a los tramos donde los participantes caminan en las zonas de Parque O’Higgins y de Av. Providencia-Av. Nueva Providencia. Aunque también considera los instantes de tiempo donde las personas no se encuentran en los otros modos, es decir, momento de espera, caminatas dentro de las estaciones de metro y las caminatas entre paraderos de buses.

Los dos principales trayectos utilizados corresponden a los trayectos “A” y Trayecto “B”, los cuales utilizan únicamente los cuatro modos bases y la única diferencia existente entre ambas son los tramos de caminatas. Algunos participantes comenzaron el periodo de estimulación haciendo el tramo de caminata de la Figura 4.4b y terminaron aquel periodo haciendo el tramo de la Figura 4.4a, en cambio, los otros participantes restantes hicieron los mismos tramos, pero en el orden contrario.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.4: Tipos de tramos de caminata hechos por los participantes.

La motivación de alternar tramos de caminatas es diseñado con el objetivo de realizar análisis más profundos respecto a las características del trayecto y su relación con cambios emocionales. Es preciso señalar que este análisis no es abordado en el presente trabajo y queda dentro las extensiones del estudio. Las trayectorias que consideran solo los modos de transporte base son llamadas Trayecto “A” y Trayecto “B” (ver Secciones 4.2.1 y 4.2.2 para profundizar en su caracterización).

Por último, los modos que no fueron realizados por todos los participantes: en el caso del vehículo autónomo, el modelo es el EasyMile EZ10, tiene una capacidad para seis personas sentadas y circula a una velocidad promedio de 12 [km/h]. Por otro lado, los trenes de la línea 3 y 6 corresponden a un modelo AS-2014 compuestos por 5 coches y tienen un sistema de pilotaje automático CBTC, es decir, no poseen cabina de conducción.

4.2.1. Trayecto “A”

1. **Tramo N°1:** es el tramo descrito en la Figura 4.4a. El participante comienza este tramo de caminata en la entrada del edificio de la FCFM ubicada en Av. Beauchef 851, posteriormente este tramo posee la siguiente secuencia:
 - Vereda poniente de Av. Beauchef.
 - Cruzar de norte a sur Av. Tupper.
 - Vereda sur de Av. Tupper.
 - Vereda poniente de la curva El Parque.
 - Suelo de adoquines en dirección a la Estación Metro Parque O’Higgins.
2. **Tramo N°2:** viaje en bus eléctrico (506/506e/506v/507/510). El bus fue tomado en la Parada 4 del Metro Parque O’Higgins (PA435) hasta Parada 5 del Metro Grecia (PD535).
3. **Tramo N°3:** viaje en metro línea 4. El participante parte este tramo en la Estación de Metro Grecia y llega a la Estación de Metro Tobalaba.
4. **Tramo N°4:** caminata desde salida de la Estación de Metro Tobalaba, pasando por Av. Providencia y Av. Nueva Providencia, hasta llegar a la Parada 9 (PC3) del Metro Pedro De Valdivia.
5. **Tramo N°5:** viaje en bus convencional (103/117). El bus fue tomado en la Parada 9 (PC3) del Metro Pedro De Valdivia hasta Parada 5 del Metro Estadio Nacional (PD10).
6. **Tramo N°6:** viaje en bus eléctrico (506/506e/506v/507/510). El bus fue tomado en la Parada 2 del Metro Estadio Nacional (PD582) hasta Parada 1 del Metro Parque O’Higgins (PA450).
7. **Tramo N°7:** es el tramo descrito en la Figura 4.4b. El participante comienza este tramo de caminata en la Entrada de Estación Metro Parque O’Higgins, posteriormente este tramo posee la siguiente secuencia:
 - Suelo de adoquines.
 - Entrada oriente de Parque O’Higgins.
 - Cruzar Plazoleta de Parque O’Higgins por dentro.
 - Salida norte de Parque O’Higgins.
 - Cruzar de sur a norte Av. Tupper.
 - Vereda norte de Av. Tupper.
 - Vereda oriente de Av. Beauchef.

- Entrada del Edificio de la FCFM en Av. Beauchef 850.

4.2.2. Trayecto “B”

1. **Tramo N°1:** es el tramo descrito en la Figura 4.4b. El participante comienza este tramo de caminata en la entrada del edificio de la FCFM ubicada en Av. Beauchef 850, posteriormente este tramo posee la siguiente secuencia:
 - Vereda oriente de Av. Beauchef.
 - Vereda norte de Av. Tupper.
 - Entrada norte de Parque O’Higgins.
 - Cruzar Plazoleta de Parque O’Higgins por dentro.
 - Salida oriente de Parque O’Higgins.
 - Suelo de adoquines en dirección a la Estación Metro Parque O’Higgins.
2. **Tramo N°2:** viaje en bus eléctrico (506/506e/506v/507/510). El bus fue tomado en la Parada 4 del Metro Parque O’Higgins (PA435) hasta Parada 5 del Metro Grecia (PD535).
3. **Tramo N°3:** viaje en metro línea 4. El participante parte este tramo en la Estación de Metro Grecia y llega a la Estación de Metro Tobalaba.
4. **Tramo N°4:** caminata desde salida de la Estación de Metro Tobalaba, pasando por Av. Providencia y Av. Nueva Providencia, hasta llegar a la Parada 9 (PC3) del Metro Pedro De Valdivia.
5. **Tramo N°5:** viaje en bus convencional (103/117). El bus fue tomado en la Parada 9 (PC3) del Metro Pedro De Valdivia hasta Parada 5 del Metro Estadio Nacional (PD10).
6. **Tramo N°6:** viaje en bus eléctrico (506/506e/506v/507/510). El bus fue tomado en la Parada 2 del Metro Estadio Nacional (PD582) hasta Parada 1 del Metro Parque O’Higgins (PA450).
7. **Tramo N°7:** es el tramo descrito en la Figura 4.4a. El participante comienza este tramo de caminata en la Entrada de Estación Metro Parque O’Higgins, posteriormente este tramo posee la siguiente secuencia:
 - Suelo de adoquines.
 - Vereda poniente de la curva El Parque.
 - Vereda sur de Av. Tupper.
 - Cruzar de sur a norte Av. Tupper.

- Vereda norte de Av. Tupper.
- Vereda poniente de Av. Beauchef.
- Entrada del edificio de la FCFM ubicado en Beauchef 850.

4.3. Sensores

Para el experimento de campo, se utilizan dos sensores portátiles para capturar datos: el sensor de señales ambientales ContextINO y el sensor de indicadores psicofisiológicos PCB. Estos últimos son descritos a continuación.

4.3.1. Sensor de señales ambientales: ContextINO

La plataforma de sensores de contexto ContextINO (ver Figura 4.5) es una plataforma basada en el microcontrolador tipo Arduino creado por el Web Science & Smart Technologies Lab (WeSST Lab) de la Universidad de Chile y sirve para capturar señales ambientales.

Específicamente está compuesta por 4 placas marca *Grove* que poseen los siguientes sensores incorporados:

1. SCD30: Sensor de CO₂, temperatura ambiental y de humedad.
2. Light sensor v1.2: luminosidad.
3. Loudness sensor: ruido ambiental.
4. IMU 10DOF: acelerómetro, giroscopio, magnetómetro y presión. Además, de estas señales se derivan la dirección (*heading*) y la inclinación (*tiltheadng*).

Figura 4.5: Imágenes del ContextINO



Fuente: Web Science & Smart Technologies Lab

Los datos provenientes del ContextINO son obtenidos a través de *Processing*, un lenguaje de programación y entorno de desarrollo integrado de código abierto basado en *Java*. Todas las señales son capturadas con una frecuencia de 50 [Hz] y se les aplica un *resampling* a 100 [Hz] al momento de sincronizarlo con los datos de los participantes. A continuación se mencionan las señales capturadas por el ContextINO:

1. **Acelerometría:** se registra en kilopondios y en tres dimensiones (X,Y y Z).
2. **Altitud:** se registra en metros sobre nivel del mar.
3. **Dioxido de carbono (CO₂):** se registra en partes por millón (PPM).
4. **Heading:** mide la dirección en grados.
5. **Humedad:** se registra en porcentaje de humedad en el aire.
6. **Luminosidad:** se registra en señal analógica, para posteriormente ser escalado entre los valores 0 y 766 para obtener el valor del porcentaje de luminosidad.
7. **Magnetometría:** se registra en micro-Tesla (μT) y en tres dimensiones (X,Y y Z).
8. **Presión:** se registraron dos señales de presión, una en unidades de pascales [Pa] y otra en atmósferas [at].
9. **Rotación:** se registra en $\frac{\text{grados}}{\text{segundos}}$ y en tres dimensiones (X,Y y Z).
10. **Ruido ambiental:** se registra en señal analógica.
11. **Temperatura ambiental:** se registra en grados Celsius ($^{\circ}C$).
12. **TiltHeading:** mide la inclinación en grados.

4.3.2. Sensor de indicadores psicofisiológicos: Printed circuit board (PCB)

El brazalete llamado Printed circuit board o PCB (ver Figura 4.6), el cual es un aparato creado por el Web Science & Smart Technologies Lab (WeSST Lab) de la Universidad de Chile y sirve para capturar indicadores psicofisiológicos.

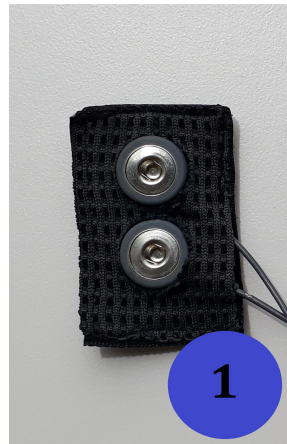


Figura 4.6: PCB colocado en muñeca de una persona
Fuente: Web Science & Smart Technologies Lab

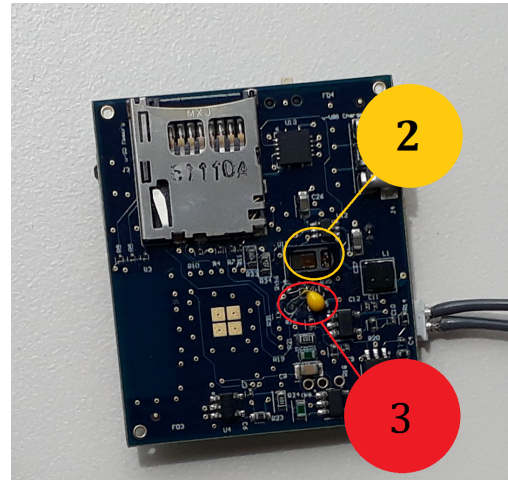
El PCB integra sensores de actividad electrodermal a través de unos diodos que son observados en la Figura 4.7a; por el otro lado se mide el fotopletismograma y temperatura a

través de la placa de la Figura 4.7b. Sumado a lo anterior, tiene incorporado un acelerómetro y un giroscopio.

Figura 4.7: Imágenes de los sensores del PCB.



(a) Un diodo (1)



(b) Placas que poseen un pulsómetro que emite luz verde e infrarroja (2) y un termistor (3)

Fuente: Web Science & Smart Technologies Lab

Los datos provenientes del PCB son extraídos a través de *Node.js*, un entorno de ejecución de *JavaScript*. Todas las señales registradas poseen frecuencias distintas, por ello se realiza un *resampling*, utilizando la función *Piecewise Cubic Hermite Interpolating Polynomial* (PCHIP) de MATLAB y sincronizadas a la frecuencia del PPG, es decir, a 100 [Hz]. A continuación se mencionan las señales capturadas por el PCB más importante para el experimento de campo:

Actividad Electrodermal (EDA)

La actividad electrodermal (o la respuesta galvánica de la piel) entrega los valores de conductancia de la piel en microsiemens [mS] y la frecuencia con la cual se captura esta señal son 15 [Hz].

La actividad electrodermal posee dos componentes, el primero es el *Skin Conductance Level* (SCL), el cual representa los niveles generales de conductancia. El segundo componente es el *Skin Conductance Response* (SCR), el cual registra la activación cuando hay estímulos. Ambas señales se obtienen a través de *Ledalab*⁴, software basado en *Matlab* para el análisis de los datos de conductancia de la piel.

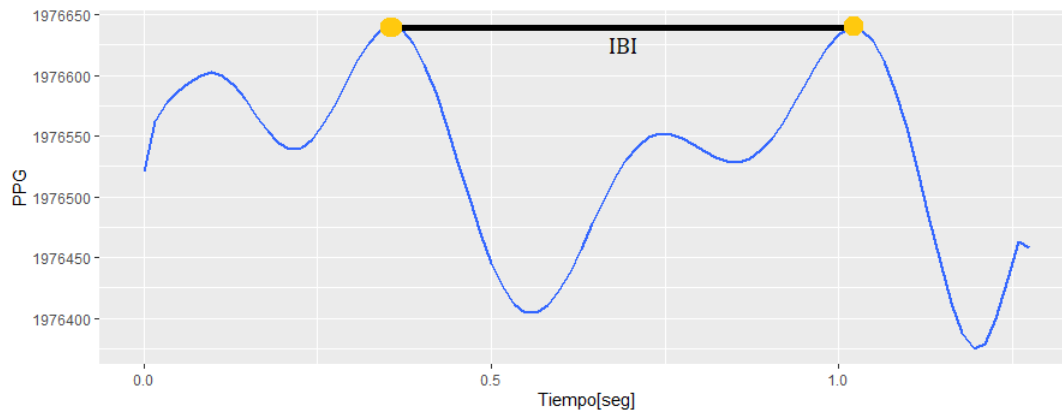
Fotopletismograma (PPG)

El hardware de la pulsera captura dos señales, una luz verde y otra luz infrarroja, las cuales se reflejan en los vasos sanguíneos de la muñeca. El algoritmo utiliza un filtro activo (incorporando información del acelerómetro) y selecciona cuál de las dos señales, bajo una

⁴<http://www.ledalab.de/>

ventana de tiempo, captura mejor la señal. La data se registra en unidades analógicas y la frecuencia de captura de esta señal es de 100 [Hz].

De esta señal es posible obtener el ritmo cardíaco o *heart rate* (HR) el cual se encuentra en unidades de pulsos por minuto y se obtiene a través de la cantidad de *peaks* de la señal PPG (ver Figura 4.8) registradas por unidad de tiempo. La otra señal obtenida es la variabilidad del ritmo cardíaco o *heart rate variability* (HRV), la cual se encuentra en unidades de segundo y registra la variación de tamaño del intervalo entre latidos o IBI⁵ (ver Figura 4.8).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.8: Señal fotopletolegrama suavizado para una submuestra de los datos de uno de los participantes. Se destacan los *peaks* de la señal con color amarillo y el intervalo entre latidos o *inter-beat interval* (IBI)

Temperatura de la piel

La temperatura de la piel o *skin Temperatura* (SKT) se obtiene de la zona de la muñeca de los participantes, es registrada en grados Celsius (°C) y con una frecuencia de captura de 5 [Hz].

4.4. Aplicaciones móviles

Para el experimento de campo se crearon dos aplicaciones en el entorno de programación MIT App Inventor⁶, una de ellas destinadas para el uso de los participantes y la otra para los monitores. Ambas fueron elaboradas originalmente por el WeSST Lab y adaptadas para el presente experimento de campo. Es importante añadir que las aplicaciones creadas solamente pueden ser utilizadas en teléfonos inteligentes con sistema operativo *Android*.

4.4.1. Aplicación para el participante: *Status App*

La aplicación del participante, bautizada *Status App* tiene como objetivo capturar principalmente los estados emocionales de los participantes de una forma cómoda. Por esta razón

⁵Inter-beat interval.

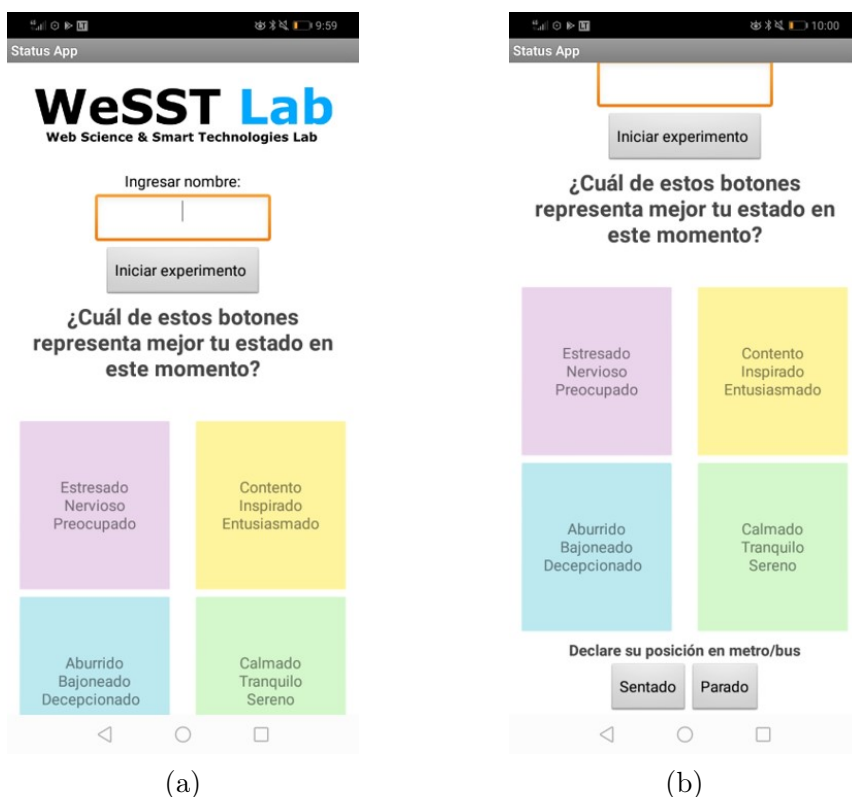
⁶MIT App Inventor es un entorno de programación visual e intuitiva que permite a todos - incluso los niños - para construir aplicaciones totalmente funcionales para teléfonos inteligentes y tabletas.

es creado y utilizado el modelo circunplejo aplicado a un contexto de transporte público (ver Capítulo 3). *Status App* utiliza notificaciones *push*, las cuales se activan cada cierta cantidad de tiempo ($t^{\text{Notificación}}$) y cuya distribución tiene una componente determinística de 2 minutos y una aleatoria uniforme entre 0 y 4 minutos. En consecuencia, la esperanza del tiempo de notificación es de 4 minutos.

Las funciones de la aplicación *Status App* son nombradas a continuación:

1. **Registro del nombre del participante:** existe un espacio para que el participante coloque su nombre (ver Figura 4.9a), lo cual sirve para poder identificar posteriormente los archivos. Una vez colocado el nombre y apretado el botón “Iniciar experimento” (ver Figura 4.9a). La aplicación puede comenzar a registrar datos.
2. **Registrar el estado emocional:** una vez apretado el botón “Iniciar experimento”, la aplicación envía notificaciones *push* cada cierta cantidad de tiempo $t^{\text{Notificación}}$ para que el participante apriete uno de los cuatro cuadrantes (ver Figura 4.9b).
3. **Registrar la posición del participante en el bus/metro:** los participantes tienen como instrucción el declarar en la aplicación si se encontraban sentados o parados cuando viajan en un modo de transporte motorizado (bus o metro). La posición era declarada a través de unos botones colocados en la parte inferior de la aplicación (ver Figura 4.9b).

Figura 4.9: Imágenes de la aplicación para el participante



Fuente: Elaboración propia

4.4.2. Aplicación para el monitor: *PsycoTrans*

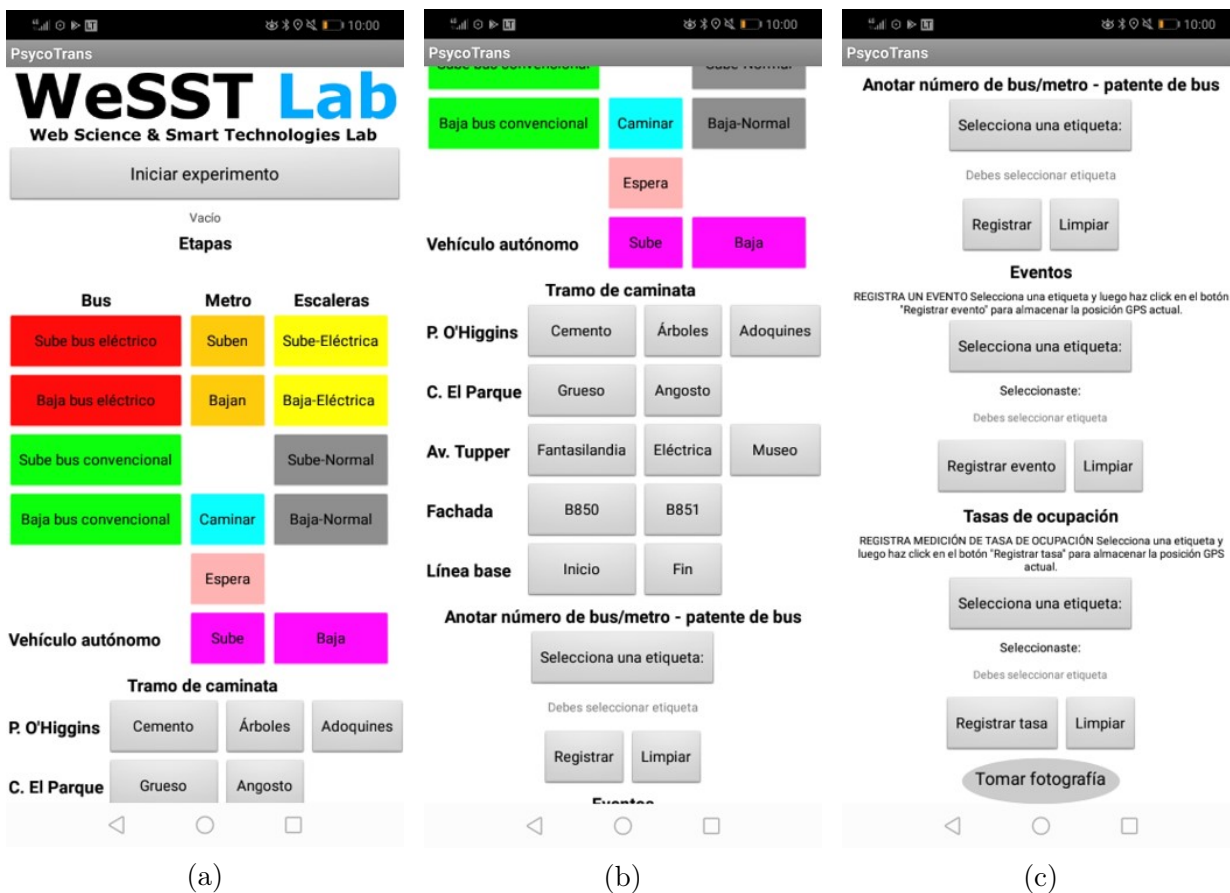
La aplicación del monitor, bautizado *PsycoTrans*, tiene como objetivo capturar principalmente los marcadores de transporte.

Las funciones de la aplicación son las siguientes:

1. **Registrar los tramos del trayecto:** el monitor a través de los botones de la sección “Etapas” (ver Figura 4.10a) y “Tramo de caminata” (ver Figura 4.10b) de la aplicación, registra los instantes del trayecto donde se cursa un cierto tramo.
2. **Registrar el número de bus/linea de metro y la patente del bus:** los monitores tienen como instrucción el dejar registro en la sección “Anotar número de bus/metro-patente de bus” (ver Figura 4.10b) la línea de metro y bus utilizada en un cierto trayecto, y en el caso de este último, también deben registrar las patentes.
3. **Registrar eventos de la trayectoria:** el monitor registra en la sección “Eventos” (ver Figura 4.10c) cualquier situación u observación que pueda ser considerada como un posible gatillante de cambios en el estado emocional de las personas. Por ejemplo: la entrada de un vendedor ambulante, si el bus frena bruscamente o si comienza a cantar un artista callejero.
4. **Registrar la tasa de ocupación:** el monitor registra en la sección “Tasa de ocupación” (ver Figura 4.10c), según una clasificación basada en una metodología de medición de tasas de ocupación en punto y en paradero del Directorio de Transporte Público Metropolitano⁷.
5. **Tomar fotografías:** el monitor puede apretar el botón “Tomar fotografía” (ver Figura 4.10c), para dejar registros gráfico de los experimentos. De la misma manera, en caso de no poder anotar información valiosa, el monitor tiene la posibilidad de dejar el registro a través de fotografías.

⁷<http://www.dtpm.cl/descargas/manuales/Metodolog%C3%ADa%20Medici%C3%B3n%20de%20Tasas%20de%20ocupaci%C3%B3n.pdf>

Figura 4.10: Imágenes de la aplicación para el monitor



Fuente: Elaboración propia

Capítulo 5

Modelamiento

En el presente capítulo se expone un estudio de una submuestra correspondiente a 16 participantes del experimento de campo. Específicamente, con el propósito de poder responder las preguntas de investigación del trabajo, se crean modelos de elección discreta que permiten evaluar si existe una relación entre las emociones declaradas por los participantes y los indicadores psicofisiológicos, señales ambientales y variables de transporte.

A continuación se presenta aspectos preliminares al modelamiento como: la caracterización de la submuestra (sección 5.1), la definición del conjunto de variables a utilizar (sección 5.2) y un análisis exploratorio de la data (sección 5.3). Posteriormente, se presenta la estrategia de modelamiento (sección 5.4), la justificación y planteamiento de los modelos (sección 5.5), las hipótesis de los resultados esperados (sección 5.6) y la elección de ventana de tiempo óptima junto a la incorporación del tiempo en los modelos (sección 5.7). Por último, se presentan los resultados de los modelos de elección discreta planteados (sección 5.8) y una síntesis de los principales resultados del modelamiento junto a la discusión en base a la literatura revisada (sección 5.9).

5.1. Caracterización de la submuestra

La submuestra analizada en el presente trabajo corresponden a los datos de 16 estudiantes que participaron entre los días 10 y 20 de diciembre de 2019. A continuación se realiza una breve descripción de los participantes y los modos de transporte utilizados.

5.1.1. Participantes

La muestra analizada contempla la información de 16 participantes. En cuanto a género, 8 personas se identifican con el género femenino y 8 con el género masculino.

Respecto a la distribución de edad, esta se distribuye como muestra en la Tabla 5.1 y de la cual se desprende que el promedio de edad de los participantes es de 23 años.

Tabla 5.1: Distribución de la edad de los participantes de la muestra estudiada del experimento de campo

Edad	22	23	24	25
Cantidad de personas	5	4	6	1

Fuente: Elaboración propia

Respecto a las carreras cursadas por los estudiantes (ver Tabla 5.2), la mayoría de ellos cursan la carrera de ingeniería civil industrial.

Tabla 5.2: Distribución de las carreras en las cuales se encuentran los participantes de la muestra estudiada del experimento de campo

Carrera	Cantidad
Ingeniería civil industrial	10
Ingeniería civil civil	3
Ingeniería civil matemática	1
Ingeniería civil química	1
Posgrado	1

Fuente: Elaboración propia

5.1.2. Observaciones

Se define como una observación al registro del estado emocional del participante en un cierto instante. Por lo tanto, para el presente análisis se contempla un total de 554 observaciones declaradas por los 16 participantes. En promedio un participante declara 34 veces sus emociones durante el trayecto de viaje.

5.1.3. Descripción de modos utilizados

Respecto a los modos bautizados como “buses convencionales” en la submuestra, corresponden a los ocho buses utilizados por los participantes en el tramo de Avenida Pedro de Valdivia. En general, estos buses fueron fabricados en 2005 y cumplen con la norma Euro III. Específicamente, los buses bautizados como “convencionales” son los siguientes:

- 6 corresponden a buses marca *Volvo*, modelo B7R LE, cumplen con la norma Euro III y fueron fabricados en 2005.
- 2 corresponden a buses marca *Volvo*, modelo B-290 RLE, cumplen con la norma Euro V y fueron fabricados en 2014.

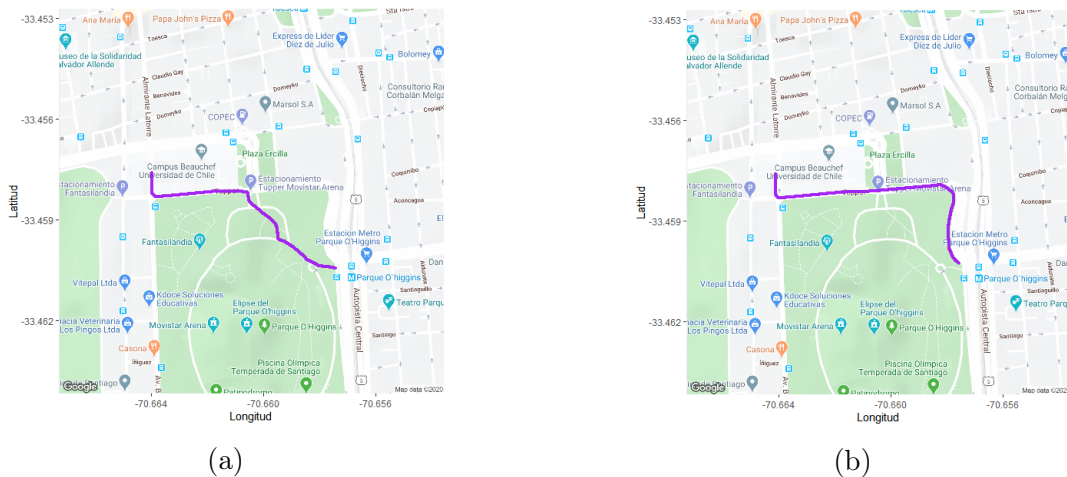
Respecto a los modos bautizados como “bus eléctrico” en la submuestra, corresponden a los dieciséis buses utilizados por los participantes en los tramos ida-vuelta en el tramo Avenida Blanco Encalada-Matta-Grecia. En general, estos buses fueron fabricados en 2019 y son eléctricos, por lo que no producen emisiones contaminantes. Específicamente, los buses bautizados como “eléctricos” son los siguientes:

- 15 corresponden, efectivamente, a buses eléctricos marca *BYD* y modelo K9FE. Respecto a los años de fabricación: 4 de ellos fueron fabricados en 2018 y los otros 11 en 2019.
- 1 corresponde a la marca *Mercedes-Benz* modelo O 500U, cumple con la norma Euro V y fue fabricado en 2013.

Respecto al modo bautizado como “metro” corresponden a los trenes de rodadura férrea modelo AS-2002 de Línea 4 del metro de Santiago.

Respecto al modo bautizado como “caminata” hace alusión principalmente a los tramos donde los participantes caminan en las zonas de Parque O’Higgins y de Av. Providencia-Av. Nueva Providencia. Aunque también considera los instantes de tiempo donde las personas no se encuentran en los otros modos, es decir, caminatas dentro de las estaciones de metro y las caminatas entre paraderos de buses.

Por último, los participantes deben hacer uno de los dos tipos de trayectorias disponibles, donde la única diferencia existente entre ambas son los tramos de caminatas. Algunos participantes comenzaron el periodo de estimulación haciendo el tramo de caminata de la Figura 5.1a y terminaron aquel periodo haciendo el tramo de la Figura 5.1b, en cambio, los otros participantes restantes hicieron los mismos tramos, pero en el orden contrario.



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.1: Tipos de tramos de caminata hechos por los participantes de la submuestra.

5.2. Definición del conjunto de variables

5.2.1. Descripción y procesamiento de los datos

A continuación son mostrados los datos provenientes de las cuatro fuentes de información principales del experimento de campo: aplicación del participante o *Status App*, aplicación del monitor o *PsycoTrans*, sensor de contexto o ContextINO y la pulsera PCB. Sumado a esto, se describe el tratamiento realizado a los datos obtenidos.

Las bases de datos creadas, utilizando la información obtenida del experimento son detalladas en el Anexo E.

5.2.2. Variables provenientes de *Status App*

Los participantes declaraban a través de la aplicación *Status App* (para más información ir a la sección 4.4.1) su **estado emocional** y, su **posición** (sentado o parado) en modos de transporte motorizado.

Los estados emocionales eran declarados cuando la aplicación enviaba un mensaje *push* cada 4 minutos en promedio¹ el cuadrante emocional con el cuál se sienta más identificado según la pregunta ¿Cuál de estos botones representa mejor tu estado en este momento? Donde los cuadrantes corresponden al resultado del modelo circuplejo de la Figura 3.9. Para facilitar la nomenclatura en el presente análisis se procede a nombrar los cuadrantes de la siguiente manera:

1. Alta activación y valencia positiva: **Feliz**
2. Alta activación y valencia negativa: **Estresado**
3. Baja activación y valencia negativa: **Triste**
4. Baja activación y valencia positiva: **Relajado**

En el caso de la posición, era declarada por el participante a través de dos botones (sentado y parado) cuando se encuentra en modo de transporte motorizado (metro, bus convencional y bus eléctrico).

Por lo tanto, de esta aplicación se extraen las siguientes variables:

1. **Emocion:** variable categórica que almacena el estado emocional declarado por el participante p en un cierto instante t . Es decir, $Emocion_{pt} \in \{\text{Feliz, Estresado, Triste, Relajado}\}$.
2. **Valencia:** variable dicotómica que registra si la emoción declarada por el participante p en un instante t es de valencia positiva o no. Es decir, se define de la siguiente manera:

$$Valencia_{pt} = \begin{cases} 1 & \text{si } Emocion_{pt} = \text{Feliz} \vee Emocion_{pt} = \text{Relajado} \\ 0 & \text{si } \sim \end{cases} \quad (5.1)$$

3. **Activación:** variable dicotómica que registra si la emoción declarada por el participante p en un instante t es de alta activación o no. Es decir, se define de la siguiente manera:

$$Activación_{pt} = \begin{cases} 1 & \text{si } Emocion_{pt} = \text{Feliz} \vee Emocion_{pt} = \text{Estresado} \\ 0 & \text{si } \sim \end{cases} \quad (5.2)$$

4. **Sentado:** variable dicotómica que registra si la persona p , cuando se encontraba en un modo de transporte motorizado declaró en un instante t que se encontraba sentado. Es

¹El tiempo sigue una componente determinística de dos minutos, más una aleatoria de distribución uniforme de 4 minutos.

decir, se define de la siguiente manera:

$$\text{Sentado}_{pt} = \begin{cases} 1 & \text{si la persona } p \text{ se encontraba sentada en el instante } t \\ 0 & \text{si } \sim \end{cases} \quad (5.3)$$

5. **Parado:** variable dicotómica que registra si la persona p , cuando se encontraba en un modo de transporte motorizado declaró en un instante t que se encontraba parado. Es decir, se define de la siguiente manera:

$$\text{Parado}_{pt} = \begin{cases} 1 & \text{si la persona } p \text{ se encontraba parado en el instante } t \\ 0 & \text{si } \sim \end{cases} \quad (5.4)$$

5.2.3. Variables provenientes de *PsycoTrans*

Los monitores declaraban a través de la aplicación *PsycoTrans* (para más información ir a la Sección 4.4.2) declaraba información como los tramos de viaje, eventos de transporte, información del bus/metro y la tasa de ocupación del bus/metro. En particular, para el presente análisis se crearon variables dicotómicas o *dummies* para cada uno de los modos de transporte. En consecuencia, se pueden definir las siguientes variables:

1. **Caminata:** variable dicotómica que registra si el participante p en un instante t se encontraba caminando. Es decir, se define de la siguiente manera:

$$\text{Caminata}_{pt} = \begin{cases} 1 & \text{si la persona } p \text{ se encontraba caminando en el instante } t \\ 0 & \text{si } \sim \end{cases} \quad (5.5)$$

2. **Bus convencional:** variable dicotómica que registra si el participante p en un instante t se encontraba en un bus convencional. Es decir, se define de la siguiente manera:

$$\text{Bus}_{pt}^{\text{convencional}} = \begin{cases} 1 & \text{si la persona } p \text{ se encontraba en bus convencional en el instante } t \\ 0 & \text{si } \sim \end{cases} \quad (5.6)$$

3. **Bus eléctrico:** variable dicotómica que registra si el participante p en un instante t se encontraba en un bus convencional.

$$\text{Bus}_{pt}^{\text{eléctrico}} = \begin{cases} 1 & \text{si la persona } p \text{ se encontraba en bus eléctrico en el instante } t \\ 0 & \text{si } \sim \end{cases} \quad (5.7)$$

4. **Metro:** variable dicotómica que registra si el participante p en un instante t se encontraba en el metro.

$$\text{Metro}_{pt} = \begin{cases} 1 & \text{si la persona } p \text{ se encontraba en metro en el instante } t \\ 0 & \text{si } \sim \end{cases} \quad (5.8)$$

Es preciso señalar que esta aplicación entrega una vasta cantidad de información relacionadas a marcadores de transporte y en este estudio preliminar solo se estudian de manera limitada.

5.2.4. Señales provenientes del PCB

A continuación se mencionan las señales capturadas por el PCB utilizadas para el análisis de los datos obtenidos del experimento de campo.

Actividad Electrodermal (EDA)

La actividad electrodermal (o la respuesta galvánica de la piel) entrega los valores de conductancia de la piel en microsiemens [mS]. La actividad electrodermal posee dos componentes, el primero es el *Skin Conductance Level* (SCL), el cual representa los niveles generales de conductancia. El segundo componente es el *Skin Conductance Response* (SCR), el cual registra la activación cuando hay estímulos.

Ritmo cardíaco (HR) y Variabilidad del ritmo cardíaco (HRV)

De la señal Fotopleletismograma (PPG) obtenida por el brazalete PCB, es posible obtener el ritmo cardíaco o *heart rate* (HR) la cual se encuentra en unidades de pulsos por minuto y se obtiene a través de la cantidad de peaks de la señal PPG registradas por unidad de tiempo. La otra señal obtenida es la variabilidad del ritmo cardíaco o *Heart rate variability* (HRV), la cual se encuentra en unidades de segundo y registra la variación de tamaño del intervalo entre latidos o IBI²

Temperatura de la piel

La temperatura de la piel o *skin Temperatura* (SKT) se obtiene de la zona de la muñeca de los participantes, es registrada en grados Celsius ($^{\circ}C$).

5.2.5. Señales provenientes del ContextINO

A continuación se mencionan las señales capturadas por el ContextINO y ocupadas para el análisis de los datos obtenidos del experimento de campo.

1. **Altitud:** se registra en metros sobre nivel del mar.
2. **Dioxido de carbono (CO₂):** se registra en partes por millón (PPM).
3. **Humedad:** se registra en porcentaje de humedad en el aire.
4. **Luminosidad:** se registra en señal analógica, para posteriormente ser escalado entre los valores 0 y 766 para obtener el valor del porcentaje de luminosidad.
5. **Presión:** se registraron dos señales de presión, una en unidades en atmósferas [*at*].
6. **Ruido ambiental:** se registra en señal analógica.

²Inter-beat interval.

7. **Temperatura ambiental:** se registra en grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$).

5.2.6. Definición de ventanas de tiempo

Con el propósito de incorporar los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales a los modelos de elección, primero se requiere definir qué se entiende en este trabajo por ventana de tiempo específica y una ventana de tiempo general. En palabras simples, una ventana de tiempo específica ($w_{\Delta}^{n,k}$) es el registro de datos psicofisiológicos y ambientales capturados para un participante en un cierto intervalo de tiempo de tamaño Δ . Por otro lado, una ventana de tiempo general (W_{Δ}) es el registro de datos psicofisiológicos y ambientales capturados para todos los participantes durante diversos intervalos de tiempo, tales que el tamaño de estos intervalos es de Δ segundos. Para simplificar la nomenclatura, a lo largo del trabajo cuando se menciona el concepto de ventana de tiempo, hace referencia a la ventana de tiempo general.

Es preciso señalar que las ventanas de tiempo calculadas en los análisis del experimento, corresponden a los intervalos que hacen referencia a una declaración o respuesta del estado emocional del participante. Específicamente, pensando que un participante n responde K_n veces cuál es su estado emocional durante el experimento, la **ventana de tiempo particular** ($w_{\Delta}^{n,k}$) del participante n que es definida para la respuesta $k \in \{1, 2, \dots, K_n\}$ es la siguiente:

$$w_{\Delta}^{n,k} = \{x_t^n | t_{n,k}^{\text{respuesta}} - \Delta \leq t \leq t_{n,k}^{\text{respuesta}}\} \quad (5.9)$$

Donde x_t^k corresponde a los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales del participante n capturadas en el instante t . Asimismo, $t_{n,k}^{\text{respuesta}}$ corresponde al instante de tiempo donde el participante n declara su k -ésimo estado emocional. Cabe destacar que las diferencias de tiempo Δ estudiadas varían entre 1 y los 10 segundos en forma discreta, es decir, $\Delta \in \{1, 2, \dots, 10\}$.

Es necesario precisar que los datos fueron preprocesados en el *WeSST Lab* para la eliminación de ruido y su sincronización. Posteriormente todas las señales ambientales e indicadores psicofisiológicos registrados en una ventana $w_{\Delta}^{n,k}$ se calculan las siguientes características:

- Promedio
- Varianza
- Skewness
- Kurtosis
- Mediana
- Valor acumulado en la ventana
- Raíz de la media cuadrática

Por último, se define W_{Δ} como **ventana de tiempo**, el conjunto de ventanas de tiempo

particulares de todas las observaciones de estados emocionales de todos los participantes, tales que tengan intervalos de tiempo de tamaño Δ . Usando un lenguaje algebraico se define de la siguiente manera:

$$W_{\Delta} = \{w_{\Delta}^{n,k} | \forall n \in \{1, 2, \dots, N\} \wedge \forall k \in \{1, 2, \dots, K_n\}\} \quad (5.10)$$

5.2.7. Selección de variables

Antes de hacer análisis sobre la información disponible, se procede a detectar correlaciones entre variables para poder descartar futuros problemas de multicolinealidad. En particular, se observa para cada indicador psicofisiológico y señal ambiental las correlaciones entre las características de cada una de ellas (promedio, mediana, varianza, entre otras) para el conjunto de ventanas de tiempo de largo 10 segundos ($W_{\Delta=10}$)³.

Para todos los casos donde existe una correlación mayor a 0.7 se procede a escoger una de las dos variables en cuestión. Generalmente los promedios poseen una correlación mayor a 0.7 con otras características de una misma variable; como el valor acumulado, y en menor medida, la varianza y mediana. Arbitrariamente, como el promedio es la característica más fácil de interpretar, se trata de mantener en tales casos.

Posteriormente, una vez teniendo un conjunto de variables reducidas para cada tipo de indicador o señal, se procede a evaluar si existen correlaciones entre las características de los distintos tipos de señales. Se sigue la regla anteriormente señalada sobre correlaciones mayores a 0.7. De lo anterior se desprenden las siguientes observaciones:

- Es necesario señalar que las características del EDA estaban altamente correlacionadas con las de SCL, lo cual era esperable debido que el EDA está compuesta por la SCR y SCL. Por consiguiente, se mantienen estas dos últimas señales y se quitan las del EDA.
- La variable Presión está altamente correlacionada en todas sus características a la variable Altitud, lo cual es esperado por la relación física que comparten. Arbitrariamente se conserva la señal Presión.
- La varianza de las señales CO₂ y humedad están altamente correlacionadas (0,7), por lo tanto, se procede a quitar la característica varianza del CO₂.

Finalmente las características que se conservaron para elaborar el conjunto de indicadores psicofisiológicos y señales ambientales a analizar son las siguientes:

³Se escoge esta ventana debido a que contiene más información y, por lo tanto, es más fácil observar si existe una correlación entre algún atributo y otro

1. Promedio SCL	19. Promedio SKT	36. Kurtosis Temperatura Ambiental
2. Varianza SCL	20. Varianza SKT	37. Promedio Humedad
3. Skewness SCL	21. Skewness SKT	38. Varianza Humedad
4. Kurtosis SCL	22. Kurtosis SKT	39. Skewness Humedad
5. Raíz de la media cuadrática SCL	23. Raíz de la media cuadrática SKT	40. Kurtosis Humedad
6. Promedio SCR	24. Promedio Presión	41. Mediana Humedad
7. Varianza SCR	25. Varianza Presión	42. Promedio Ruido Ambiental
8. Skewness SCR	26. Skewness Presión	43. Varianza Ruido Ambiental
9. Kurtosis SCR	27. Kurtosis Presión	44. Skewness Ruido Ambiental
10. Promedio HR	28. Mediana Presión	45. Kurtosis Ruido Ambiental
11. Varianza HR	29. Promedio CO ₂	46. Mediana Ruido Ambiental
12. Skewness HR	30. Skewness CO ₂	47. Promedio Luminosidad
13. Kurtosis HR	31. Kurtosis CO ₂	48. Varianza Luminosidad
14. Raíz de la media cuadrática HR	32. Mediana CO ₂	49. Skewness Luminosidad
15. Promedio HRV	33. Promedio Temperatura Ambiental	50. Kurtosis Luminosidad
16. Varianza HRV	34. Varianza Temperatura Ambiental	51. Mediana Luminosidad
17. Skewness HRV	35. Skewness Temperatura Ambiental	
18. Kurtosis HRV		

Asimismo, ya que se posee una variable que permite identificar si las personas iban sentadas o si iban paradas cuando los participantes se encontraban en los modos de transporte motorizados, la correlación que comparten ambas variables es negativa y perfecta. En consecuencia, arbitrariamente se conserva la variable *Sentado* para evitar la multicolinealidad.

Para el caso de las variables sociodemográficas, se cuenta con las edades y si los participantes se identifican con el género femenino o masculino, pero debido a que la muestra estudiada es reducida y se posee poca variabilidad, no son utilizadas.

5.2.8. Tratamiento de la data

Indicadores psicofisiológicos

Para el caso de los indicadores psicofisiológicos, para cada participantes el registro de este tipo de variables puede variar de acuerdo a la carga emocional previa al experimento o por sus características fisiológicas propias. En consecuencia, se debe comparar las variaciones de

este tipo de variables de acuerdo al estado de la persona cuando se encuentra sin estímulos externos (sin ruido ni luz). Es por esta razón que a este tipo de variables se les debe sustraer el nivel promedio de la línea base para cada participante en cuestión.

Para cada indicador psicofisiológico se procede a hacer el siguiente tratamiento de los datos:

$$\tilde{S}^{pf} = \hat{S}^{pf} - \bar{\tilde{S}}_{\text{línea base}}^{pf} \quad (5.11)$$

Donde \hat{S}^{pf} corresponde al indicador psicofisiológico en bruto y $\bar{\tilde{S}}_{\text{línea base}}^{pf}$ al promedio de ese indicador psicofisiológico capturado en el periodo de línea base⁴. \tilde{S}^{pf} es la resta de ambas, y entrega las variaciones del indicador psicofisiológico de acuerdo a la línea base.

Posteriormente con el objeto de poder capturar el efecto de las variables sin que se vean afectadas por la escala, se procede a normalizar los datos, es decir, se realiza la siguiente transformación para cada indicador psicofisiológico:

$$S^{pf} = \frac{\tilde{S}^{pf} - \bar{\tilde{S}}^{pf}}{\sigma(\tilde{S}^{pf})} \quad (5.12)$$

Donde \tilde{S}^{pf} corresponde a las variaciones del indicador psicofisiológico respecto a la línea base (ver Ecuación 5.11), $\bar{\tilde{S}}^{pf}$ y $\sigma(\tilde{S}^{pf})$ al promedio y desviación estándar, respectivamente, de las variaciones del indicador psicofisiológico respecto a la línea base. Finalmente, S^{pf} corresponde a la variación normalizada del indicador psicofisiológico respecto a la línea base. Siendo esta última la variable utilizada en los posteriores análisis y modelos.

Señales ambientales

Con el fin de poder capturar el efecto de las señales ambientales sin que se vean afectadas por la escala, se procede a normalizar los datos, es decir, se realiza la siguiente transformación para cada señal de este tipo:

$$S^a = \frac{\tilde{S}^a - \bar{\tilde{S}}^a}{\sigma(\tilde{S}^a)} \quad (5.13)$$

Donde \tilde{S}^a corresponde a los valores de la señal ambiental capturada, $\bar{\tilde{S}}^a$ y $\sigma(\tilde{S}^a)$ al promedio y desviación estándar, respectivamente, de la señal ambiental capturada.

Finalmente, S^a corresponde a la señal ambiental normalizada. Siendo esta última la variable utilizada en los posteriores análisis y modelos.

⁴Periodo donde los participantes cuando no se encuentran expuestos a ningún tipo de estímulo externo. Dura 3 minutos y 30 segundos.

Variables de transporte

Las variables de transporte que se utilizan en este estudio son los modos de transporte y las posiciones (sentado o parado) en los modos de transporte motorizados. Estas últimas fueron definidas en la Sección 5.2.3 y no recibieron algún tratamiento posterior.

Tiempo y sus transformaciones

Respecto al tiempo, esta variable fue registrada en milisegundos desde el comienzo del periodo de estimulación hasta su finalización. Por lo tanto, para la muestra en cuestión el tiempo tiene un mínimo (T_{\min}) igual a 0 y un tiempo máximo entre todos los participantes (T_{\max}) de 10.979 segundos o 3 horas con 3 minutos.

El tiempo de cada participante n utilizado para los análisis y modelos (t_n) corresponde a uno normalizado. Esto último realizado con el objetivo de poder hacer comparables el efecto del tiempo con las otras variables utilizadas. La normalización realizada consiste en que el tiempo adquiera valores entre cero y uno. Es decir, la variable t_n se calcula de la siguiente forma:

$$t_n = \frac{\hat{t}_n - T_{\min}}{T_{\max} - T_{\min}} \quad (5.14)$$

Donde \hat{t}_n corresponde al tiempo registrado para el participante n en segundos.

Para poder simplificar la notación, cuando se utiliza la variable tiempo t , hace referencia al conjunto de tiempo de todos los participantes. Es decir, $t = \{t_n | n \in \{1, 2, \dots, N\}\}$. Siendo N la cantidad de participantes de la submuestra.

Otro punto a considerar en los próximos modelos planteados es la utilización de transformaciones de t , las cuales son:

- Tiempo lineal: es el tiempo t incorporado directamente, sin ninguna transformación.
- Tiempo cuadrático: se hace referencia a añadir el tiempo t a los modelos y una segunda variable calculada como el cuadrado del tiempo, es decir, t^2 .
- Tiempo logarítmico: es el logaritmo natural aplicado sobre el tiempo t , es decir, $\ln(t)$.

5.3. Análisis exploratorio

En este apartado se estudian la clasificación de los estados emocionales de acuerdo al modelo circuplejo de Russell (1980), esto implica observar la composición de las respuestas de los participantes en cuanto a valencia, activación y cuadrantes del modelo circuplejo. Además, se busca ver las relaciones que tienen las declaraciones de los participantes en cuanto a sus indicadores psicofisiológicos, señales ambientales, modos de transporte y los tiempos de respuestas.

Las relaciones se estudian en este apartado a través de tablas de contingencia, gráficos de barra, pruebas de diferencias de medias y análisis de varianza.

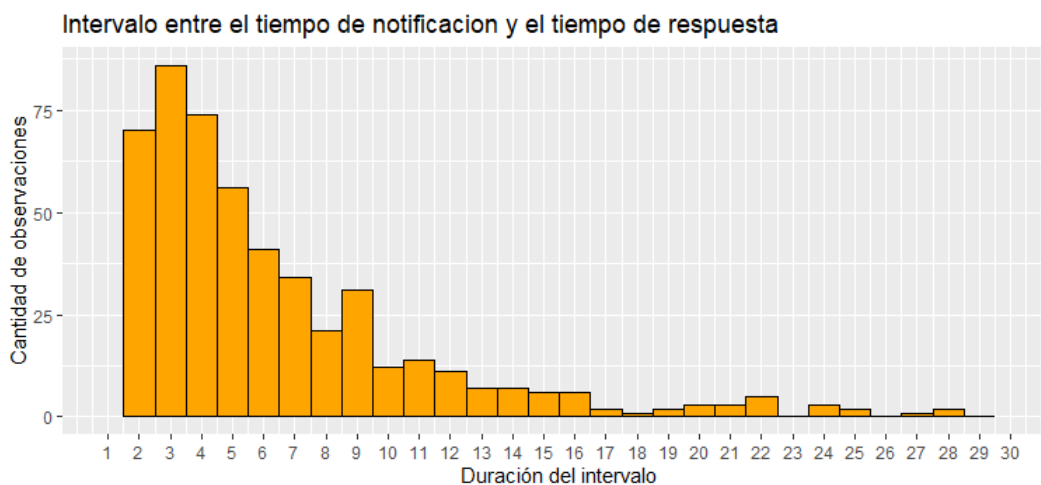
El objetivo en este apartado es conocer la composición de la data y extraer ciertas consideraciones para configurar modelos que permita extraer relaciones entre los estados emocionales de los participantes y las variables que puedan ser observadas en el experimento.

Tiempos de notificación y de respuesta

La aplicación *Status App* registraba dos instantes de tiempo: el instante de tiempo en que la aplicación enviaba la notificación *push* para que el participante conteste ($t^{\text{notificación}}$) y el instante de tiempo cuando el participante declara su estado emocional ($t^{\text{respuesta}}$).

Para los posteriores análisis es interesante considerar las diferencias de tiempo debido a que las notificaciones *push* en sí misma puede ser un estímulo que desencadena un efecto en los indicadores psicofisiológicos.

Al calcular las diferencias de tiempo Δt igual a $t^{\text{respuesta}} - t^{\text{notificación}}$ para cada observación de todos los participantes de la muestra, se crea un histograma para evidenciar como se distribuye Δt en los primeros 30 segundos (ver Figura 5.2), donde se concentra el 92 % de los datos⁵.



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.2: Distribución de los intervalos de tiempo entre los tiempos de notificación y los tiempos de respuesta de los participantes

El promedio de Δt en toda la muestra es de 12,6 [segundos], pero la mediana es de 5,15 [segundos]. Además, los intervalos con mayor cantidad de observaciones se concentran en los siguientes: (2,3], (3,4] y (1,2], en ese orden. Por lo tanto, debido a la mediana que posee, la concentración de datos es apreciable para los primeros 5 segundos. Entonces debería ser

⁵Se puede suponer que si los participantes con contestan dentro de los primeros segundos, se debe a que no se percataron que debían declarar su estado emocional y, por lo tanto, no puede evidenciar el efecto de la notificación en aquellos casos. Por lo tanto, no es necesario graficar una cantidad mayor a 30 segundos.

posible apreciar un efecto o irregularidad en los modelos a realizar dentro de las primeras 5 ventanas de tiempo.

Análisis de las emociones declaradas

De un total de 554 observaciones declaradas por los participantes, en general, se relacionan a emociones de valencia positiva con un 75 % de las observaciones (ver Tabla 5.3). Por otro lado, se puede observar que las observaciones se clasifican en un 79 % como emociones de baja activación (ver Tabla 5.4).

Tabla 5.3: Frecuencias y porcentajes de observaciones catalogadas según valencia (positiva o negativa)

Valencia	Frecuencia	Porcentaje
Positiva	415	74.91
Negativa	139	25.09

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.4: Tabla de contingencia que muestra la frecuencia y porcentajes de observaciones catalogadas según activación (baja o alta)

Activación	Frecuencia	Porcentaje
Alta	113	20.4
Baja	441	79.6

Fuente: Elaboración propia

Es interesante también ver la relación entre pares valencia-activación (ver Tabla 5.5), pero cabe recordar que esa relación entre estas dos variables son los cuadrantes en el modelo circunplejo (ver Tabla 5.6). Se utiliza la nomenclatura declarada en la Sección 5.2.2 “Variables provenientes de *Status App*”, en otras palabras, los cuadrantes son representados de la siguiente manera:

1. Alta activación y valencia positiva: **Feliz**
2. Alta activación y valencia negativa: **Estresado**
3. Baja activación y valencia negativa: **Triste**
4. Baja activación y valencia positiva: **Relajado**

Tabla 5.5: Tabla de contingencia que muestra la frecuencia de observaciones catalogadas según valencia (positiva o negativa) y activación (alta o baja)

Valencia	Activación	
	Baja	Alta
Negativa	108	31
Positiva	333	82

Tabla 5.6: Frecuencia de los cuadrantes de las emociones de las observaciones

Emoción	Frecuencia
Estresado	31
Feliz	82
Relajado	333
Triste	108

Fuente: Elaboración propia

Al observar la frecuencia por cuadrantes en la Tabla 5.6, se desprende que el 60 % de las observaciones corresponden a emociones de valencia positiva y baja activación (cuadrante Relajado). Esto último al ser comparado con las emociones declaradas en la encuesta, que se reportan en el apartado “Frecuencia de emociones percibidas por los encuestados según modo de transporte” (ver Sección 3.3.2), son totalmente contradictorios. En esta última, las emociones declaradas con mayor frecuencia por los encuestados eran las de valencia negativa y alta activación (vendría siendo equivalente al cuadrante “Estresado”). Esto último se puede deber a dos razones:

1. La encuesta es un instrumento en este caso más susceptible a sesgos de reporte. En particular, se puede suponer que los encuestados tienden a ponderar más cierto tipo de emociones que otras al dar una respuesta, lo cual induce a sesgos en la frecuencia reportada. En otras palabras, aparentemente en este caso los participantes tienden a recordar más fácilmente emociones de valencia negativa.
2. La encuesta pregunta por viajes realizados en un contexto de rutina diaria. En cambio, los participantes del experimento de campo lo hacen en un contexto de viaje controlado. De modo que es razonable que existan estas diferencias de percepción debido a que son situaciones distintas.

Relación entre las emociones declaradas y los indicadores psicofisiológicos/señales ambientales

Para estudiar la relación entre las emociones y los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales seleccionadas anteriormente, se utiliza una ventana de tiempo de largo 10 segundos ($W_{\Delta=10}$, ver sección 5.2.6).

A continuación se muestra el promedio de características según si se compara el caso

de valencia positiva o negativa (ver Tabla 5.7), alta o baja activación (ver Tabla 5.8) y de cuadrante de emociones (ver Tabla 5.9). Se realizan pruebas de diferencia de medias, en el caso de la valencia y la activación. En el caso de los cuadrantes de emociones, se realiza un análisis de varianza (ANOVA) de una vía. Debido a la extensión, son filtrando los casos donde no existe una significancia estadística al 10 % en todas pruebas. Ver Tablas F.1, F.2 y F.3 en Anexos para observar los resultados filtrados.

En el caso de la variable *Valencia*, se observa de la Tabla 5.7 que la temperatura de la piel (SKT), frecuencia cardíaca (HR), variabilidad del ritmo cardíaco (HRV) y el nivel de conductancia de la piel (SCL) son indicadores psicofisiológicos que pueden llegar a capturar diferencias de los niveles de valencia. También respecto a las señales ambientales, como la humedad y el ruido ambiental, son variables que pueden capturar diferencia de los niveles de valencia.

Tabla 5.7: Promedio de las características de los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales de las observaciones, considerando una ventana temporal de 10 segundo, según si la emoción declarada corresponde a una de valencia positiva o negativa. Se incorpora el p-valor menores a 0.1 para un test de medias de dos colas correspondiente al valor de la diferencia entre los promedios de las características

Señal	Valencia negativa	Valencia positiva	p-valor
Promedio SKT	0,286	-0,137	0
Raíz de la media cuadrática HR	17,355	21,26	0,026
Skewness Ruido Ambiental	0,174	0,03	0,034
Kurtosis Humedad	3,747	3,014	0,037
Raíz de la media cuadrática SCL	14,268	18,28	0,048
Kurtosis Presión	1,857	1,041	0,049
Varianza Ruido Ambiental	0,004	2,11	0,076
Skewness HRV	0,246	0,38	0,094

Fuente: Elaboración propia

En el caso de la variable *Activación*, se observa de la Tabla 5.8 que las componentes del EDA, es decir, la respuesta de la conductancia de la piel (SCR) y el nivel de conductancia de la piel (SCL) son indicadores psicofisiológicos que pueden llegar a capturar diferencia de los niveles de activación. También respecto a las señales ambientales, solo el ruido ambiental logra capturar diferencia de los niveles de activación.

Tabla 5.8: Promedio de las características de los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales de las observaciones, considerando una ventana temporal de 10 segundo, según si la emoción declarada corresponde a una de alta o baja activación. Se incorpora el p-valor menores a 0.1 para un test de medias de dos colas correspondiente al valor de la diferencia entre los promedios de las características

Señal	Baja activación	Alta activación	p-valor
Raíz de la media cuadrática SCL	18,594	12,122	0,003
Varianza SCR	0,397	0,065	0,009
Skewness SCR	0,342	0,12	0,01
Promedio SCR	0,071	-0,095	0,048
Kurtosis SCR	0,684	0,196	0,075
Varianza Ruido Ambiental	1,985	0,008	0,077

Fuente: Elaboración propia

Cuando se observa la variable *Emoción*, en el caso de los indicadores psicofisiológicos destacan la temperatura de la piel (SKT), frecuencia cardíaca (HR) y el nivel de conductancia de la piel (SCL). Asimismo, respecto a las señales ambientales se pueden encontrar diferencias significativas para los niveles de ruido ambiental, la humedad y la temperatura ambiental.

Tabla 5.9: Promedio de las características de los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales de las observaciones, considerando una ventana temporal de 10 segundo, según el cuadrante emocional. Se incorpora el p-valor menores a 0.1 para un análisis de varianza de una vía, para las características según los cuadrantes.

Señal	p-valor	Feliz	Estresado	Triste	Relajado
Promedio SKT	0	-0,067	0,334	0,272	-0,155
Skewness Ruido Ambiental	0,014	0,008	0,221	0,161	0,036
Promedio Temperatura Ambiental	0,035	-0,004	-0,031	-0,001	0
Raíz de la media cuadrática SCL	0,036	13,085	9,574	15,615	19,56
Varianza HR	0,065	0,015	0,02	0,011	0,016
Promedio Humedad	0,086	-0,001	0,013	-0,001	0,001

Fuente: Elaboración propia

Relación entre los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales con los modos de transporte

En esta sección se estudia la relación entre los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales, con los modos de transporte. Esto debido a que, bajo la hipótesis de que ciertas características físicas distintivas entre los modos de transporte podrían gatillar cambios en los estados psicofisiológicos. Además, se esperan diferencias entre las señales ambientales debido a que cada modo de transporte posee características operativas distintas.

Se realiza un análisis de varianza (ANOVA) aplicado a los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales, diferenciando por los cuatro modos de transporte. Las variables que

obtuvieron un p-valor menor a 0.1 son mostrados en la Tabla 5.10. Para el caso de las señales ambientales: la temperatura ambiental, el ruido ambiental y la presión; son las únicas que logran capturar diferencias entre los distintos modos de transporte. Por otro lado, el único indicador psicofisiológico que logra capturar diferencias entre los modos de transporte son los niveles de conductancia de la piel. Los resultados para todas las características filtradas se encuentran en la Tabla F.4 en Anexos.

Tabla 5.10: Promedio de las características de los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales de las observaciones, considerando una ventana temporal de 10 segundo, según modo de transporte. Se incorpora el p-valor menores a 0.1 para un análisis de varianza de una vía, para las características según los modos.

Señal	p-valor	Caminata	Metro	Bus convencional	Bus eléctrico
Varianza Temperatura Ambiental	0,001	1,389	0,445	0,966	1,004
Varianza Ruido Ambiental	0,001	3,458	0	0,058	0,005
Varianza Presión	0,003	1,287	0,269	0,217	1,226
Kurtosis SCL	0,013	-0,696	-0,514	-0,709	-0,729
Kurtosis Ruido Ambiental	0,051	1,547	3,505	1,239	0,979

Fuente: Elaboración propia

Relación entre las emociones declaradas y los modos de transporte

Respecto a la clasificación de los estados emocionales declarados por los participantes, al observar por niveles de activación y de valencia, una pregunta interesante que va alineada con los objetivos del experimento es si existen diferencias de estos últimos según modo de transporte.

Para evidenciar si descriptivamente existen diferencias, se crea una tabla de contingencia según valencia, activación y cuadrantes de emociones, desagregada por modo de transporte (ver Tabla 5.11) y gráficos de barra para observar mejor la composición de las observaciones según el modo (ver Figuras 5.3, 5.4 y 5.5).

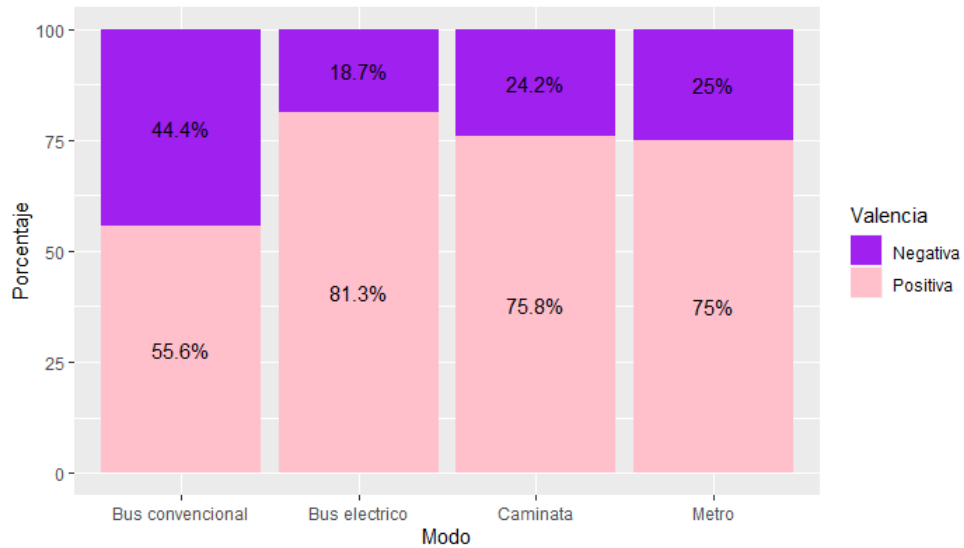
Tabla 5.11: Tabla de contingencia que evidencia la clasificación de las observaciones según valencia, activación y cuadrantes de emociones, desagregada por modo de transporte

Modo de transporte	Activación		Valencia		Emoción			
	Positiva	Negativa	Alta	Baja	Feliz	Estresado	Triste	Relajado
Bus convencional	40	32	8	64	3	5	27	37
Bus eléctrico	148	34	42	140	32	10	24	116
Caminata	191	61	47	205	34	13	48	157
Metro	36	12	16	32	13	3	9	23

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la valencia, y como se puede observar en la Figura 5.3, en general el bus

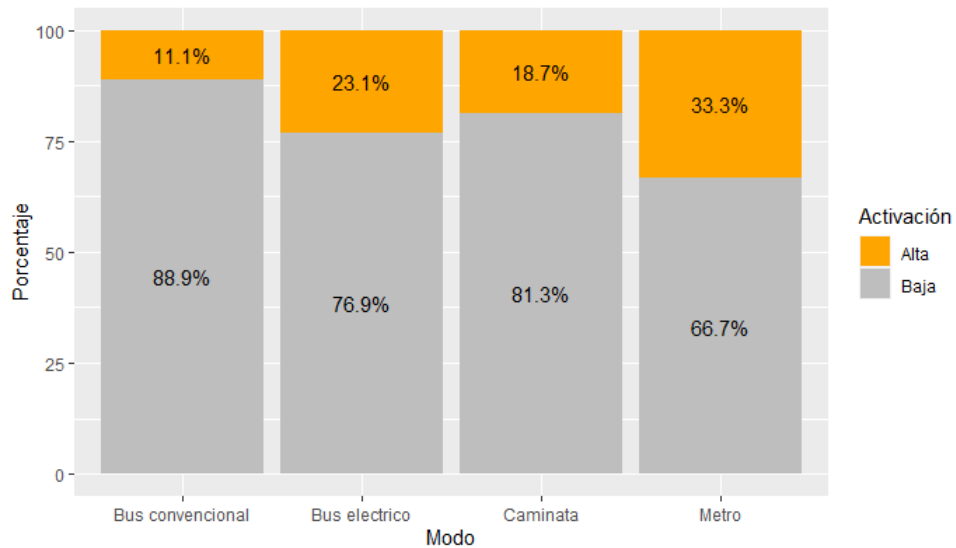
convencional es el modo que posee una mayor cantidad de estados emocionales de valencia negativa. Por el contrario, el bus eléctrico es en donde se experimenta la mayor cantidad de emociones de valencia positiva.



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.3: Porcentajes de emociones clasificadas según si es de valencia positiva o negativa declaradas por los participantes, según modo de transporte

Luego en cuanto a los niveles de activación, según la Figura 5.4, en el caso del metro es donde hay una mayor cantidad en emociones relacionadas con una alta activación. Por el contrario, el bus convencional es el que registra la mayor cantidad de emociones con baja activación.

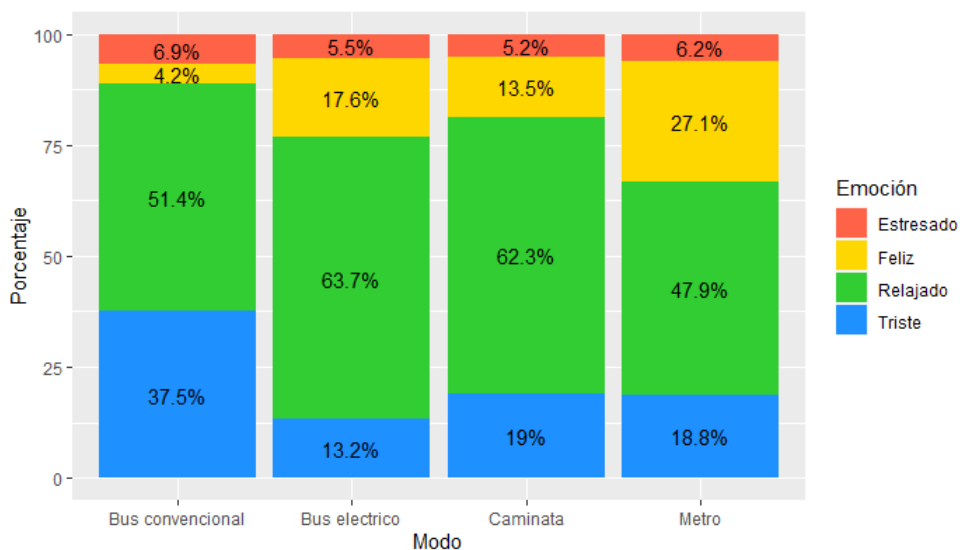


Fuente: Elaboración propia

Figura 5.4: Porcentajes de emociones clasificadas según si es de alta o baja activación declaradas por los participantes, según modo de transporte

Por último, al observar la composición de los cuadrantes de los estados emocionales desagregado por modo de transporte (ver Figura 5.5) se desprende lo siguiente:

- El bus convencional es donde se registran la mayor cantidad de emociones clasificadas en el cuadrante “Triste” y “Estresado”. Además, es el modo con menor cantidad de emociones clasificadas en “Feliz”.
- El bus eléctrico es donde se registran la menor cantidad de emociones clasificadas en el cuadrante “Triste” y con mayor cantidad de emociones clasificadas en “Relajado”.
- El metro es el modo de transporte donde se registran la mayor cantidad de emociones clasificadas en el cuadrante “Feliz”.
- La caminata, en cuanto a los cuadrantes, se podría mencionar que es un modo que posee una composición similar a la de bus eléctrico, pero con una mayor cantidad de emociones del cuadrante “Triste” y menor para el cuadrante “Feliz”.



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.5: Porcentajes de emociones clasificadas según si es de alta o baja activación declaradas por los participantes, según modo de transporte

5.4. Estrategia de modelamiento

Con el propósito de estudiar si existe una relación entre las emociones y ciertas variables como los indicadores psicofisiológicos, señales ambientales y los eventos de transporte, Se decide ocupar modelos de elección discreta para cumplir aquel propósito. Esto último motivado por el análisis exploratorio de los datos, donde se evidencian ciertas asociaciones, pero es necesario ahondar en técnicas que permitan afirmar con cierta significancia estadísticas que estas relaciones no son espurias⁶.

⁶Que es falso, ilegítimo o no auténtico.

Las variables que capturan estados emocionales de los participantes son los cuadrantes de emociones, por lo tanto, esta es la variable explicada principal en todo el análisis realizado en este trabajo. Igualmente es interesante estudiar si es posible capturar relaciones entre si un estado emocional corresponde a uno de valencia positiva/negativa o uno de alta/baja activación según las otras variables disponibles.

En base a lo anterior, la metodología de trabajo es la siguiente:

1. Justificar el uso y definir los modelos de elección discreta donde se trate de explicar las variables *Valencia* (positiva o negativa), *Activación* (alta o baja) y *Emoción* (feliz, estresado, triste y relajado).
2. Definir hipótesis de los resultados esperados.
3. Crear modelos de elección discreta que expliquen las variables *Valencia*, *Activación* y *Emoción*, utilizando tres conjuntos de variables explicativas: indicadores psicofisiológicos, señales ambientales y variables de transporte. En todos los casos se controla por distintas transformaciones de la variable *tiempo* (linea, cuadrático y logarítmico). Asimismo, se incorporan variables *dummies* por participante para controlar efecto individuales en todos los modelos.
4. Elegir la transformación óptima de la variable *tiempo* para cada conjunto de variables explicativas y para el caso de las señales ambientales e indicadores psicofisiológicos, también se escoge el conjunto de ventanas de tiempo óptima (W_{Δ}).
5. Crear nuevos modelos de elección, filtrando variables no significativas.
6. Interpretar los modelos creados.

5.5. Justificación y planteamiento de modelos de elección discreta

5.5.1. Justificación del uso de los modelos de elección discreta

Los participantes del experimento declaraban cada cuatro minutos, en promedio, sus estados emocionales en la aplicación *Status App*. En consecuencia, estas declaraciones pueden ser consideradas como elecciones del participante y el interés recae en si la data disponible puede asociarse a aquellas elecciones.

Para el presente análisis se utilizan modelos de elección discreta debido a que las variables relacionadas a emociones (niveles de valencia, niveles de activación y cuadrantes de emociones) son de carácter dicotómicas o categóricas. Por lo tanto, se debe trabajar con modelos que utilicen estos tipos de variables como los de elección discreta.

En particular, se utilizan modelos logit binarios para el caso de las variables *Valencia* (positivo o negativo) y *Activación* (alta o baja) y uno multinomial para el caso de la variable categórica *Emoción* (feliz, estresado, triste y relajado). Esto último, porque son los más prácticos y populares de los modelos de elección discreta (Train, 2009). Hay que tener en cuenta

que el presente trabajo utiliza una submuestra con una cantidad reducida de observaciones, por lo cual se justifica privilegiar la sencillez para obtener conjeturas más generales.

5.5.2. Definición de los modelos de elección discreta

En primer lugar, el interés de este trabajo recae en explicar los cambios en los estados emocionales de los participantes. En consecuencia, las variables explicadas por los modelos creados son *Valencia*, *Activación* y *Emoción*. De lo anterior se derivan tres tipos de conjuntos de elección:

1. $I^{\text{Valencia}} = \{\text{Valencia positiva, Valencia negativa}\}$
2. $I^{\text{Activación}} = \{\text{Alta activación, Baja activación}\}$
3. $I^{\text{Emoción}} = \{\text{Feliz, Estresado, Triste, Relajado}\}$

Características de los conjuntos de elección

Para los tres tipos de conjuntos de elección se exhiben las tres características que deben cumplir los modelos de elección discreta: son mutuamente excluyentes, es decir, cuando se escoge una de ellas, se descartan las otras en un cierto instante. Son exhaustivos, es decir, para cada caso se tienen todas las alternativas posibles; por ejemplo, en cuanto a valencia solo hay dos tipos: positivas y negativas. Por último, todas son conjuntos con una cantidad de alternativas finitas.

Definición de la utilidad determinística

Primero, la probabilidad de que el participante n escoja la alternativa i se define de la siguiente manera:

$$P_{ni} = \frac{e^{V_{ni}}}{\sum_j e^{V_{nj}}} \quad (5.15)$$

Donde i y j pueden pertenecer a los conjuntos I^{Valencia} , $I^{\text{Activación}}$ o $I^{\text{Emoción}}$.

Respecto a la utilidad determinística V_{ni} , normalmente se define de forma lineal de la siguiente manera: $V_{ni} = k_i + \beta' x_{ni} + \theta' s_n$. Donde k_i representa al valor de la constante para la alternativa i , x_{ni} es un vector de características de la alternativa i y s_n es un vector de características propias del tomador de decisión n (en nuestro caso, es el participante). Debido a que en este trabajo de campo solamente registra variables que son propias de los participantes, se puede definir la utilidad determinística de la siguiente manera:

$$V_{ni} = k_i + \theta' s_n \quad (5.16)$$

Donde el signo de los coeficientes que acompañan las características del tomador de decisión, es decir, los θ , se interpretan de acuerdo a una característica base a la cual se le atribuye un coeficiente de valor 0.

Los conjuntos de variables que se utilizan en los modelos programados mostrados posteriormente son los siguientes:

1. Variables de transporte: modos de transporte y posición.
2. Características de las ventanas de tiempo de los indicadores psicofisiológicos.
3. Características de las ventanas de tiempo de las señales ambientales.

Además, es posible aislar el impacto directo de todas las características individuales no observables e invariantes en el tiempo sobre cada participantes. Esto último se obtiene agregando una variable *dummy* por participante. Arbitrariamente, para evitar problemas de multicolinealidad, se decide fijar el efecto del primer participante como nulo, es decir, $\theta^{P1} = 0$. Caso similar ocurre para los modos de transporte, donde se fija el efecto del modo “caminata” como nulo, es decir: $\theta^{Caminata} = 0$.

Para el caso de las variables dependientes, como las diferencias de utilidades son las que importan, para la identificación de estas se debe fijar una de las alternativas con utilidad 0. Entonces, para cada situación de elección (conjunto de elección) se realiza lo siguiente:

- Si $i \in I^{\text{Valencia}}$, entonces se fija $V^{\text{Valencia negativa}} = 0$.
- Si $i \in I^{\text{Activación}}$, entonces se fija $V^{\text{Baja activación}} = 0$.
- Si $i \in I^{\text{Emoción}}$, entonces se fija $V^{\text{Relajado}} = 0$.

Por último, las funciones de probabilidades que se modelan para cada tipo de elección se definen de la siguiente manera:

$$P_{ni}^{\text{Valencia}} = \frac{e^{V_{ni}}}{1 + e^{V_{ni}^{\text{Valencia positiva}}}}, (\forall n \in N)(\forall i \in I^{\text{Valencia}}) \quad (5.17)$$

$$P_{ni}^{\text{Activación}} = \frac{e^{V_{ni}}}{1 + e^{V_{ni}^{\text{Alta Activación}}}}, (\forall n \in N)(\forall i \in I^{\text{Activación}}) \quad (5.18)$$

$$P_{ni}^{\text{Emoción}} = \frac{e^{V_{ni}}}{1 + e^{V_{ni}^{\text{Feliz}}} + e^{V_{ni}^{\text{Estresado}}} + e^{V_{ni}^{\text{Triste}}}}, (\forall n \in N)(\forall i \in I^{\text{Emoción}}) \quad (5.19)$$

5.6. Hipótesis

Basándose en el análisis exploratorio realizado anteriormente, se establecen las siguientes hipótesis respecto a los resultados esperados de los modelos:

Variabes de transporte

Respecto a los modos de transporte, de acuerdo al análisis exploratorio realizado se espera que los resultados de los modelos arrojen lo siguiente:

- El bus convencional posea un efecto negativo en la valencia y en la activación. Respecto a los cuadrantes de emociones se espera que genere un aumento del cuadrante Triste y Estresado y una disminución en el cuadrante Feliz.
- El bus eléctrico posea un efecto positivo en la valencia y en la activación. Respecto a los cuadrantes de emociones se espera que genere un aumento del cuadrante Feliz y Estresado y una disminución en el cuadrante Triste.
- El metro posea un efecto nulo en la valencia y positivo en la activación. Respecto a los cuadrantes de emociones se espera que genere un aumento del cuadrante Feliz y Estresado y un efecto nulo en el cuadrante Triste.

Es preciso señalar que los signos se estiman en relación al modo de transporte fijado con un efecto nulo, es decir, la caminata. En la Tabla 5.12 se muestra el signo esperado para cada coeficiente de los modos de transporte, según lo mencionado anteriormente. Para poder afirmar lo anterior se pide un nivel de confianza mínimo del 10 % en los modelos.

Tabla 5.12: Hipótesis respecto a los signos de las variables relacionadas a los modos de transporte. El cuadrante emocional base es “Relajado”. Se destacan con color azul los valores menores a 0 y amarillo los mayores a 0.

Coeficientes	Valencia	Activación	Emoción		
			Triste	Feliz	Estresado
$\theta^{\text{Bus convencional}}$	<0	<0	>0	<0	>0
$\theta^{\text{Bus eléctrico}}$	>0	>0	<0	>0	>0
θ^{Metro}	=0	>0	=0	>0	>0

Fuente: Elaboración propia

Indicadores psicofisiológicos

A continuación se revisa, para cada variable explicada, los indicadores psicofisiológicos que debieran encontrarse asociados a ellas. Se define que un indicador se encuentra asociado a la variable explicada si en los modelos resulta con un coeficiente significativo al 10 % alguna de sus características (promedio, varianza, mediana, entre otros).

Para el caso de la *Valencia*, se espera que se encuentren asociados el ritmo cardiaco (HR) y la temperatura de la piel (SKT) principalmente, debido a que en la revisión bibliográfica son indicadores relacionados a la ira y a la felicidad (emociones de valencia distinta). Además, la prueba de diferencia de medias realizada anteriormente (ver Tabla 5.7) entrega diferencias significativas para características de ambos indicadores al revisar si son asociadas a una observación de valencia positiva o negativa.

Para el caso de la *Activación*, se espera que se encuentren asociados el nivel de conductancia de la piel (SCL) y la respuesta de conductancia de la piel (SCR) principalmente, debido a que en la revisión bibliográfica la actividad electrodermal es un indicador relacionado al estrés. Además, la prueba de diferencia de medias realizada anteriormente (ver Tabla 5.8) entrega diferencias significativas para características de ambos indicadores al revisar si son asociadas a una observación de alta o baja activación.

Por último, para el caso de *Emoción*, se espera que se encuentren asociadas la temperatura de la piel (SKT), ritmo cardíaco (HR) y el nivel de conductancia de la piel (SCL) principalmente, debido a que en la revisión bibliográfica se encuentran relacionados a diversos estados emocionales. Además, el análisis de varianza realizado anteriormente (ver Tabla 5.9) entrega diferencias significativas para características de esos indicadores al observar entre cuadrantes.

Señales ambientales

A continuación se revisa para cada variable explicada las señales ambientales que debieran encontrarse asociadas a ellas. Se define que una señal se encuentra asociada a la variable explicada si en los modelos resulta con un coeficiente significativo al 10 % alguna de sus características (promedio, varianza, mediana, entre otros).

Para el caso de la *Valencia*, se espera que se encuentren asociadas la humedad y el ruido ambiental. Puesto que la prueba de diferencia de medias realizada anteriormente (ver Tabla 5.7) entrega diferencias significativas para características de ambas señales al revisar si son asociadas a una observación de valencia positiva o negativa.

Para el caso de la *Activación*, se espera que se encuentre asociada el ruido ambiental principalmente. Puesto que la prueba de diferencia de medias realizada anteriormente (ver Tabla 5.8) entrega diferencias significativas al revisar si son asociadas a una observación de alta o baja activación.

Por último, para el caso de *Emoción*, se espera que se encuentren asociadas el ruido ambiental, la temperatura ambiental y la humedad principalmente. Puesto que el análisis de varianza realizado anteriormente (ver Tabla 5.9) entrega diferencias significativas para características de esas señales al observar entre cuadrantes.

5.7. Elección de ventana de tiempo óptima y modelamiento de la variable tiempo

Para el caso de las señales ambientales e indicadores psicofisiológicos es necesario determinar si existe un largo óptimo de ventana de tiempo para que este tipo de variables sean incorporadas a los modelos. Por esta razón, se programan modelos de elección discreta con distintas ventanas de tiempo para las variables explicadas *Valencia*, *Activación* y *Emoción*. Específicamente, se utilizan en forma separada los conjuntos de variables relacionadas a los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales para poder comparar y determinar si existe un largo ideal.

Por otro lado, en esta sección se aprovecha a explorar la importancia de la variable *tiempo* y si esta última requiere ser incorporada en forma lineal⁷, cuadrática⁸ o logarítmica⁹. En consecuencia, además de estudiar esta variable junto a indicadores psicofisiológicos y señales ambientales, también se estudia el efecto del tiempo en conjunto a los modos de transporte.

⁷ t

⁸ $t + t^2$

⁹ $\ln(t)$

5.7.1. Modos de transporte

Se utilizan modelos logit binarios y multinomiales para explicar las variables *Valencia*, *Activación* y *Emoción*, empleando el conjunto de variables de modos de transporte como regresores en cada una de ellas. De estas se puede apreciar que en todos los casos el incorporar el *tiempo* mejora (disminuye) la métrica AIC en los modelos (ver Tabla 5.13). Asimismo, la mejor forma de incorporar el *tiempo* en todos los casos es a través de una transformación logarítmica.

Tabla 5.13: Valores del criterio de información de Akaike (AIC) de modelos que explican las variables *Valencia*, *Activación* y *Emoción*; utilizando modos de transporte y el *tiempo* (lineal, cuadrático y logarítmico) como variables explicativas.

Variable dependiente	Sin tiempo	Tiempo		
		Lineal	Cuadrático	Logarítmico
Valencia	521,01	498,94	495,37	490,77
Activación	505,83	497,02	494,39	494,52
Emoción	1041,48	1009,84	1004,03	996,87

Fuente:Elaboración propia

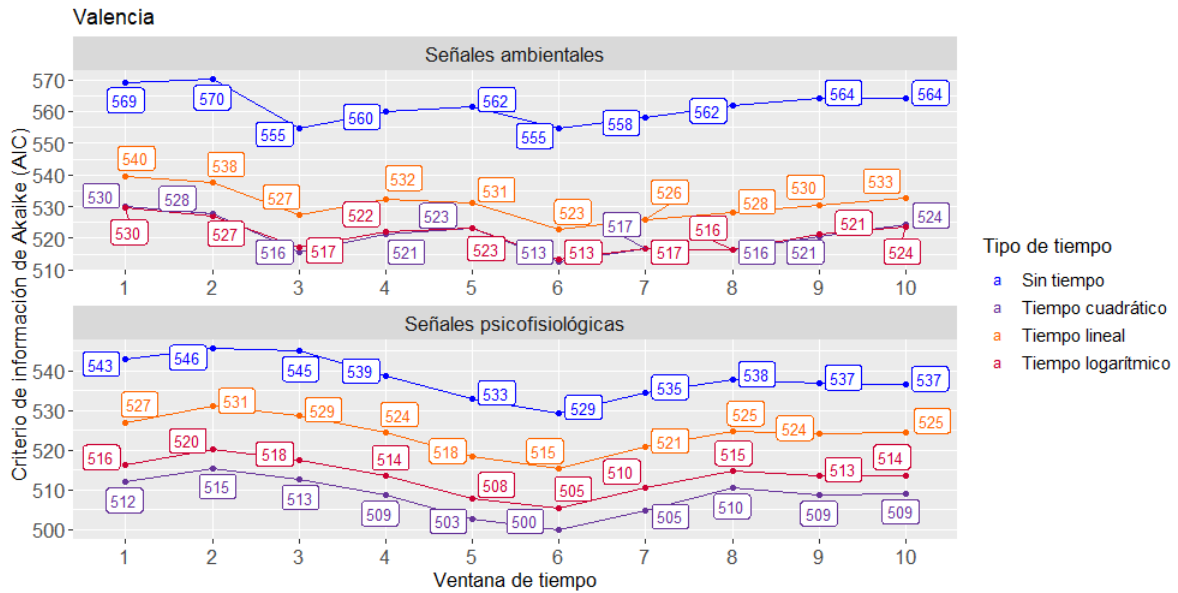
5.7.2. Indicadores psicofisiológicos y señales ambientales

Se utilizan modelos logit binarios y multinomiales para explicar las variables *Valencia*, *Activación* y *Emoción*, empleando en forma separada los conjuntos de indicadores psicofisiológicos y señales ambientales como regresores en cada una de ellas. Es preciso señalar que se usan las características de éstas últimas calculadas en ventanas de tiempo W_{Δ} de distinto largo $\Delta = \{1, 2, \dots, 10\}$ y se incorpora la variable *tiempo* con distintas transformaciones.

Se elaboran gráficos del criterio de información de Akaike (AIC) registrado para todos modelos. Esto último debido a que permite poder discriminar, según nivel de parsimonia, cuál es la transformación del *tiempo* y el largo de ventana Δ óptimos. A continuación se muestran las apreciaciones que se hacen sobre estos gráficos, distinguiendo por la variable dependiente utilizada.

Valencia

Al observar la Figura 5.6 se desprende que para el caso de la variable *Valencia*, el no incorporar la variable *tiempo* hace que los modelos entreguen peores (mayores) valores de la métrica AIC. Cuando se utilizan solo indicadores psicofisiológicos el *tiempo* cuadrático entrega mejores (menores) valores de la métrica AIC para todas las ventanas de tiempo. Para el caso de las señales ambientales, dependiendo del tamaño de la ventana de tiempo Δ , un *tiempo* cuadrático o uno logarítmico entrega los mejores valores, sin embargo, no poseen grandes diferencias. Por último, cuando se utiliza $W_{\Delta=6}$ y la variable *tiempo* en forma cuadrática, se encuentran los valores óptimos para la métrica AIC.



Fuente: Elaboración propia

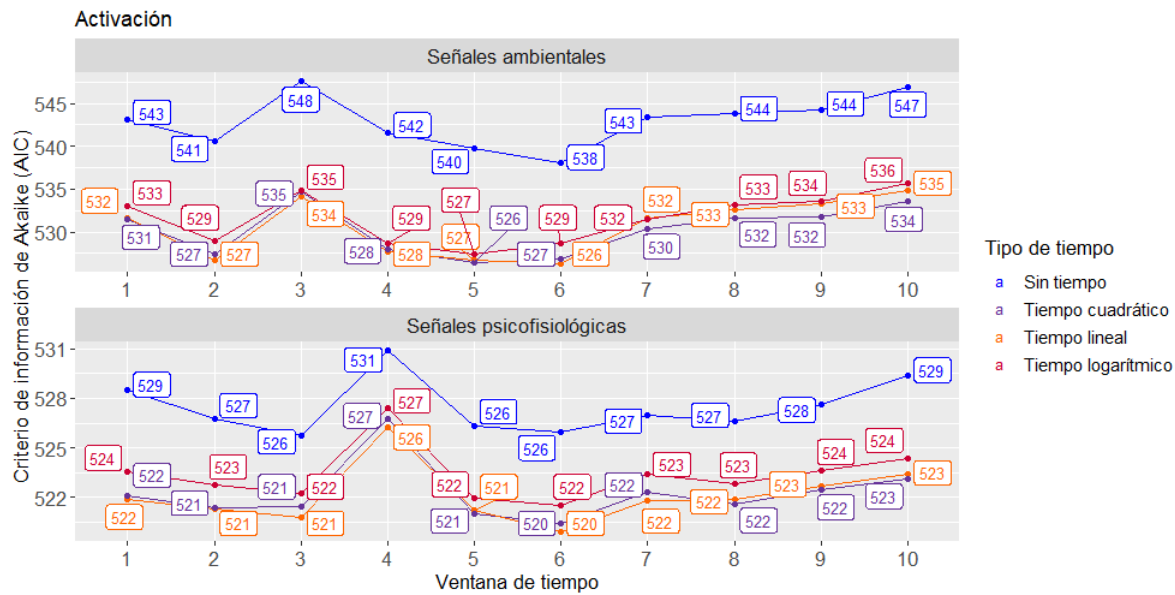
Figura 5.6: Gráfico de la evolución de la métrica AIC de los modelos que explican la variable *Valencia* según ventana de tiempo y grupo de variables explicativas (señales ambientales e indicadores psicofisiológicos), diferenciándose por la forma de *tiempo* (lineal, cuadrático y logarítmico).

Activación

Al observar la Figura 5.7 se desprende que para el caso de la variable *Activación*, el no incorporar la variable *tiempo* hace que los modelos entreguen peores (mayores) valores de la métrica AIC. Cuando se utilizan solo indicadores psicofisiológicos o solo señales ambientales, dependiendo del tamaño de la ventana de tiempo Δ , un *tiempo* cuadrático o uno lineal entregan mejores (menores) valores para la métrica AIC. Por último, al igual que para *Valencia*, cuando se utiliza $W_{\Delta=6}$, pero incorporando la variable *tiempo* en forma lineal, se encuentran los valores óptimos para la métrica AIC.

Cabe destacar que la evolución de la métrica AIC para la *Activación*, en contraste a la *Valencia*, es más irregular según los Δ . En particular, para el caso de las señales ambientales, al incorporar un *tiempo* cuadrático o logarítmico se alcanza el óptimo para esos modelos en con un $\Delta = 5$, pero cuando es incorporado el *tiempo* en forma lineal, se obtiene un valor óptimo para un $\Delta = 6$. Por el otro lado, en el caso de los indicadores psicofisiológicos se alcanza valores óptimos para $W_{\Delta=6}$, independientemente de la transformación de la variable *tiempo*.

Además, es preciso señalar que existen unos *peaks* en la evolución de la métrica AIC al observar por el incremento de Δ dentro de los primeros segundos. Esto último puede verse motivado por lo expuesto en la Sección 5.3, donde se evidencia una clase de retraso concentrado entre 1 y 5 segundos en cuanto al tiempo de respuesta. En consecuencia, se deja entrever que los niveles de activación pueden estar capturando como un estímulo la notificación *push* que le solicita a los participantes declarar su estado emocional.

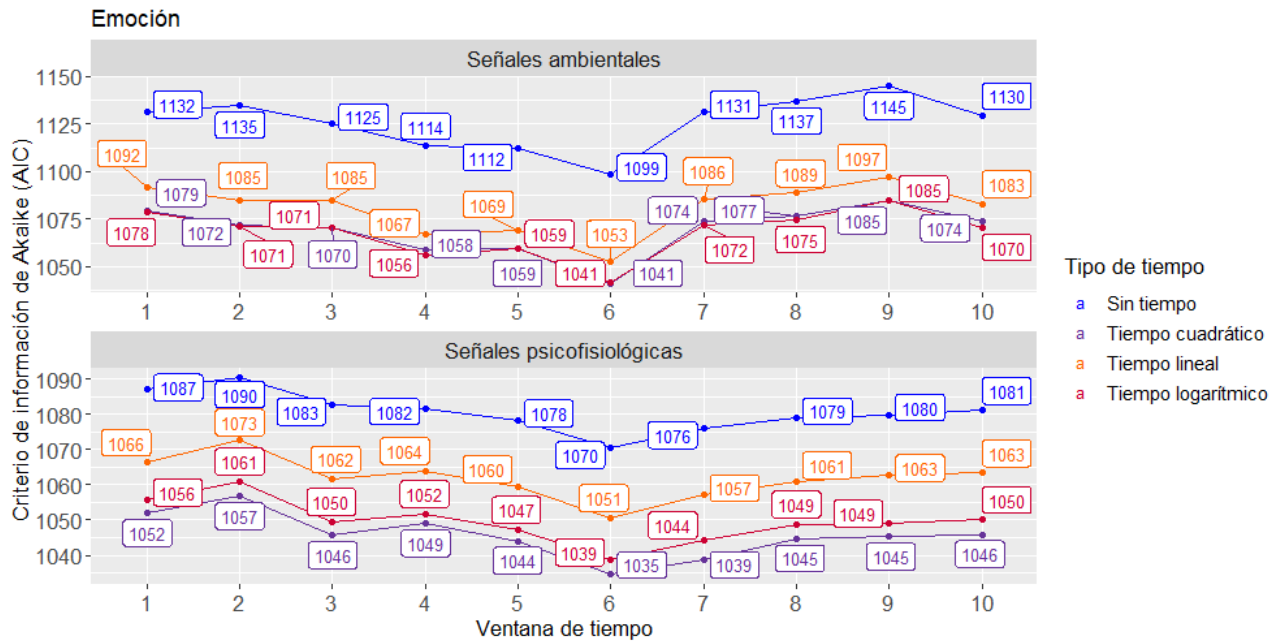


Fuente: Elaboración propia

Figura 5.7: Gráfico de la evolución de la métrica AIC de los modelos que explican la variable *Activación* según ventana de tiempo y grupo de variables explicativas (señales ambientales e indicadores psicofisiológicos), diferenciándose por la forma de *tiempo* (lineal, cuadrático y logarítmico).

Emoción

Al observar la Figura 5.8 se desprende que para el caso de la variable *Emoción*, el no incorporar la variable *tiempo* hace que los modelos entreguen peores (mayores) valores de la métrica AIC. La mejor forma de incorporar el *tiempo* en los modelos que utilizan información de indicadores psicofisiológicos se obtiene con uno cuadrático. En cuanto al caso de las señales ambientales, dependiendo del tamaño de la ventana de tiempo Δ , un *tiempo* cuadrático o uno logarítmico entrega mejores valores (menores) de la métrica AIC, sin embargo, no poseen grandes diferencias. Por último, al igual que en los otros casos, cuando se utiliza $W_{\Delta=6}$ y la variable *tiempo* en forma cuadrática, se encuentran los valores óptimos para la métrica AIC.



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.8: Gráfico de la evolución de la métrica AIC de los modelos que explican la variable “Emoción” según ventana de tiempo y grupo de variables explicativas (señales ambientales e indicadores psicofisiológicos), diferenciándose por la forma de *tiempo* (lineal, cuadrático y logarítmico).

5.7.3. Elección de ventana de tiempo y transformación de la variable tiempo

En síntesis, para todos los modelos e independientemente de la variable explicada, se obtienen los mejores (menores) valores del criterio de información de Akaike para las ventanas de tiempo de largo 6 segundos ($W_{\Delta=6}$). En consecuencia, esta ventana es la utilizada para el análisis de los resultados posteriores.

Respecto a la forma de incorporar el *tiempo*, en general, dependiendo de los regresores y el largo de la ventana de tiempo elegida, puede ser más conveniente incorporarlo en forma lineal, logarítmica o cuadrática. Para todos los modelos relacionados a variables de transporte se utiliza uno de tipo logarítmico. Para el caso de los modelos relacionados a indicadores psicofisiológicos y señales ambientales, se utiliza uno cuadrático cuando se trata de explicar las variables *Valencia* y *Emoción*, pero para el caso de la *Activación* se usa uno lineal.

5.8. Resultados de modelos de elección discreta

Considerando las elecciones de ventanas de tiempo y la forma de incorporación de la variable *tiempo* realizadas en la Sección 5.7.3, se procede a analizar los resultados de los modelos de elección discreta que explican las tres variables relacionadas a las emociones. Es importante señalar que los modelos logit binarios y multinomiales son programados en R, utilizando los paquetes MASS (Venables y Ripley, 2002) y mlogit (Croissant, 2020), respectivamente.

Cabe destacar que todos los modelos programados contemplan la información de una ventana de tiempo con un largo de 6 segundos ($W_{\Delta=6}$) y se controla por participante y por alguna transformación de la variable *tiempo*. Las tablas mostradas a continuación omiten las constantes por participante debido a que no son interpretadas en el presente análisis, pero en los apartados G.1, G.2 y G.3 de Anexos se encuentra desplegada la información de los modelos con estos coeficientes.

Es preciso señalar que también se realizan análisis de pesos relativos de las variables a través de algoritmos en R creados por Tonidandel y LeBreton (2015), pero estos solamente se encuentran definidos para logit binarios, por lo tanto, este análisis no es abarcado en los modelos multinomiales.

Otra consideración a realizar es que se quitaron dos regresores en los modelos. Específicamente, son sacadas la varianza de las señales SCL y del ruido ambiental, debido a que el programa arroja advertencia de probabilidades ajustadas numéricamente a 0 ó 1 cuando son incorporadas. Esto último se puede deber a que ambas son variables que tienen una distribución muy concentrada y *outliers* ampliamente alejados de la tendencia de la muestra. Además, al no ser significativas al incorporarlas en los modelos, se opta por esta decisión.

5.8.1. Valencia

Se crean modelos logit binarios para explicar la variable *Valencia*. Específicamente los modelos se agrupan en este análisis según variables de transporte, indicadores psicofisiológicos y señales ambientales. Para el caso de las últimas dos se utilizan ventanas de tiempo de largo 6 segundos. A continuación se exponen los modelos y sus resultados.

Variables de transporte

Al explorar si la variable *Valencia* puede ser explicada por: (1) los modos de transporte, (2) los modos de transporte y la variable *Sentado* y (3) los modos de transporte y la interacción de ellas con la variable *Sentado*. Se observa en la Tabla 5.14 que el conjunto de variables que entrega un modelo más parsimonioso (menor AIC) se obtiene cuando se controla solo por modos de transporte. A continuación se muestran las principales observaciones a los modelos creados:

1. Es posible apreciar que el coeficiente del bus convencional resulta ser negativo y significativo al 10 % para todos los modelos. A modo de interpretación, en comparación a la caminata, el participante al viajar en bus convencional tiene menos probabilidades de sentir estados emocionales de valencia positiva.
2. El bus eléctrico posee coeficiente positivo y significativo al 10 % solo cuando se controlan por modos. Es decir, se puede interpretar que es más probable en comparación a la caminata el tener estados emocionales de valencia positiva.
3. El metro no posee un coeficiente significativo para ninguno de los modelos. En otras palabras, se puede interpretar que el efecto que posee sobre la valencia de las emociones es igual al efecto que posee la caminata.

4. La variable *Sentado*, o sus interacciones con los modos, no posee un efecto estadístico significativo. En otras palabras, se puede mencionar que el hecho que los participantes se encuentren sentado o no, al parecer no influye en la declaración de emociones en cuanto a su valencia.
5. El tiempo logarítmico posee un coeficiente significativo al 1 % y negativo, por lo tanto, poseen un efecto en la probabilidad de tener emociones de valencia positiva o negativa. Específicamente, se puede interpretar que a medida que transcurre el tiempo, disminuye la probabilidad de tener emociones placenteras o de valencia positiva.
6. Los signos de los coeficiente se condicen con las hipótesis planteadas para los modos de transporte.
7. En definitiva, se puede afirmar que las variables de transporte tienen una relación con la valencia de las emociones declaradas por los participantes.

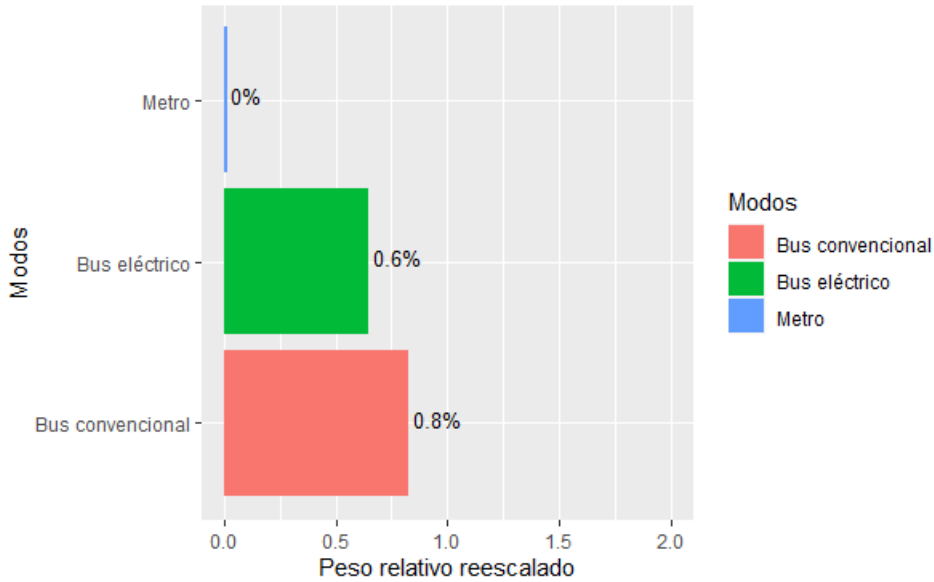
Tabla 5.14: Resultados de dos modelo logit donde la variable dependiente es la variable *Valencia*, utilizando los marcadores de transporte como variables explicativas. “Modelo I” utiliza solo los modos de transporte, el “Modelo II” utiliza los modos de transporte y si la persona iba sentado y el “Modelo III” utiliza los modos de transporte y el efecto de ir sentado según el modo. Las constantes por participante fueron omitidas.

	Valencia		
	Modelo I	Modelo II	Modelo III
Bus eléctrico	0.545* (0.283)	0.500 (0.324)	0.564 (0.351)
Bus convencional	-0.631* (0.342)	-0.687* (0.396)	-0.860* (0.473)
Metro	0.111 (0.423)	0.099 (0.425)	0.130 (0.448)
Bus eléctrico:Sentado			-0.049 (0.451)
Bus convencional:Sentado			0.427 (0.597)
Metro:Sentado			-0.165 (1.170)
Sentado		0.098 (0.350)	
Tiempo logarítmico	-0.838*** (0.175)	-0.831*** (0.176)	-0.840*** (0.179)
N	541	541	541
Log Likelihood	-225.000	-225.000	-225.000
AIC	491.000	493.000	496.000
R ²	0.269	0.269	0.270

Note: ***p < .01; **p < .05; *p < .1

Otro aspecto a analizar es el cuantificar el aporte de cada variable en la varianza explicada en los modelos. En particular, se utiliza un análisis de pesos relativos para estimar la contribución de cada variable en la métrica R^2 de McFadden del Modelo I de la Tabla 5.14. A continuación, se muestra la contribución del modo de transporte en la Figura 5.9:

Peso relativo reescalado de los modos de transporte - Valencia



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.9: Gráfico de un análisis de pesos relativos a un modelo que explica la variable *Valencia*, utilizando como variables explicativas los modos de transporte.

Es importante añadir que se omiten en el gráfico las variables de control relacionadas a los participantes y tiempo, los cuales contribuyen en un 93.88% y 4.63% de la métrica R^2 de McFadden, respectivamente. En este caso se observa que el bus convencional es el modo que más contribuye al ajuste y, en cambio, el metro es un modo que es nulo en cuanto su contribución.

Indicadores psicofisiológicos

Para explorar si la variable *Valencia* puede ser explicada por características de indicadores psicofisiológicos, se crea un modelo que incorpora todas estas variables y los resultados se muestran en la Tabla 5.15. A continuación se exponen las principales observaciones al modelo creado:

1. El ritmo cardiaco (HR) y la temperatura de la piel (SKT) son las variables que entregan características significativas y, por lo tanto, son indicadores que se asocian con que los participantes tengan emociones de valencia positiva o negativa.
2. A modo de interpretación de los coeficientes significativos, la raíz cuadrática media de la temperatura de la piel al ser acompañada de un coeficiente negativo se puede interpretar que a mayores desviaciones de este indicador, se registra una menor probabilidad de valencia positiva.
3. En el caso del ritmo cardiaco: a mayores variaciones respecto de la media (mayor varianza); tener valores más cerca de la media o más alejados, es decir, más extremos (mayor kurtosis); y que posea asimetrías positivas, es decir, que la mediana de los

datos sea menor que la media (mayor skewness); se asocian a probabilidades de tener emociones de valencia positiva.

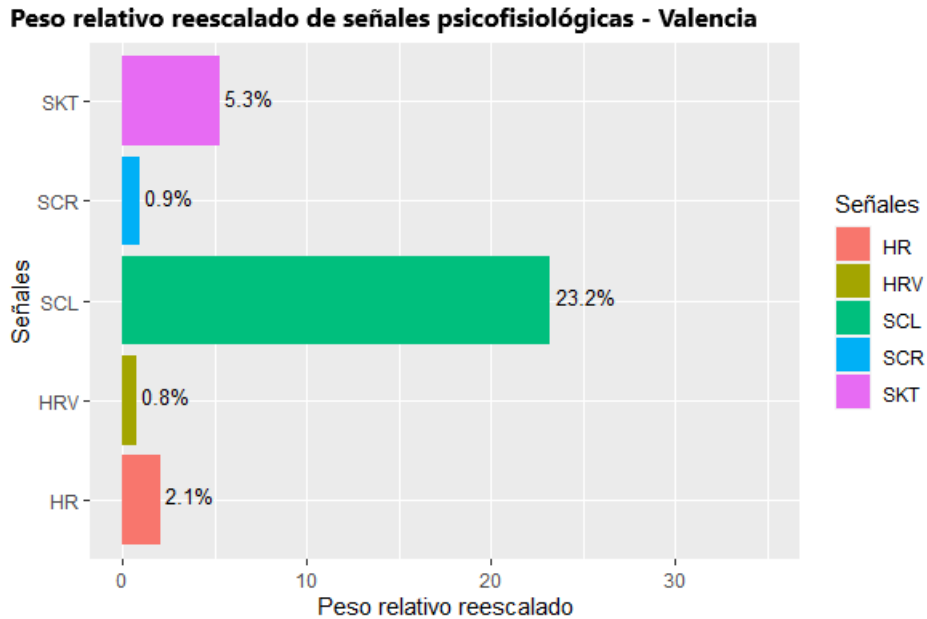
4. El tiempo y tiempo al cuadrado son variables con coeficiente significativo y, por lo tanto, poseen un efecto en la probabilidad de tener emociones de valencia positiva o negativa. En particular, el coeficiente del tiempo es negativo y el del tiempo al cuadrado es positivo. En consecuencia, a medida que transcurre el tiempo, disminuye la probabilidad de tener emociones placenteras o de valencia positiva, pero su tasa de decrecimiento cada vez es menor.
5. La hipótesis que se tenía para este modelo era que el ritmo cardiaco (HR) y la temperatura de la piel (SKT) guardaban una asociación con los niveles de valencia. Por lo tanto, se cumple con lo supuesto.

Tabla 5.15: Resultados de un modelo logit donde la variable dependiente es la variable *Valencia*, utilizando los indicadores psicofisiológicos de los participantes como variables independientes. Las constantes por participante fueron omitidas.

	Valencia
Promedio SCL	0.002 (0.436)
Skewness SCL	0.025 (0.133)
Kurtosis SCL	-0.076 (0.131)
Raíz de la media cuadrática SCL	0.185 (0.384)
Promedio SCR	0.078 (0.208)
Varianza SCR	-0.041 (0.164)
Skewness SCR	0.044 (0.145)
Kurtosis SCR	0.264 (0.192)
Promedio HR	-0.008 (0.301)
Varianza HR	0.257* (0.150)
Skewness HR	0.235* (0.134)
Kurtosis HR	0.334** (0.143)
Raíz de la media cuadrática HR	-0.120 (0.289)
Promedio HRV	-0.138 (0.169)
Varianza HRV	-0.002 (0.149)
Skewness HRV	0.113 (0.141)
Kurtosis HRV	-0.195 (0.150)
Promedio SKT	-0.335* (0.200)
Varianza SKT	-0.340 (0.444)
Skewness SKT	0.239 (0.146)
Kurtosis SKT	0.309 (0.245)
Raíz de la media cuadrática SKT	-0.408** (0.162)
Tiempo	-11.100*** (2.410)
Tiempo cuadrado	2.240*** (0.571)
N	541
Log Likelihood	-210.000
AIC	500.000
R ²	0.319

Note: ***p < .01; **p < .05; *p < .1

Otro aspecto a analizar es el cuantificar el aporte de cada variable en la varianza explicada en los modelos. En particular, se utiliza un análisis de pesos relativos para estimar la contribución de cada variable en la métrica R^2 de McFadden del modelo de la Tabla 5.15. A continuación, son sumadas las contribuciones de cada una de las características de los indicadores y son mostrados en la Figura 5.10:



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.10: Gráfico de un análisis de pesos relativos a un modelo que explica la variable *Valencia*, utilizando como variables explicativas los indicadores psicofisiológicos.

Es importante añadir que se omiten en el gráfico las variables de control relacionadas a los participantes y tiempo, los cuales contribuyen en un 61.66 % y 6.07 % de la métrica R^2 de McFadden, respectivamente. En este caso se observa que, a pesar que la señal SCL no posea características con coeficientes significativos, sí pondera considerablemente en el ajuste del modelo, luego le siguen la temperatura de la piel y el ritmo cardíaco.

Señales ambientales

Para explorar si la variable *Valencia* puede ser explicada por características de señales ambientales, se crea un modelo que incorpora todas estas variables y los resultados se muestran en la Tabla 5.16. A continuación se exponen las principales observaciones al modelo creado:

1. El ruido ambiental y la luminosidad son las variables que entregan características significativas y, por lo tanto, son señales que causan o se asocian con que los participantes tengan emociones de valencia positiva o negativa.
2. A modo de interpretación de los coeficientes significativos, se desprende que la skewness del ruido ambiental al tener coeficiente negativo se castiga la simetría positiva, es decir, si la mediana de la distribución de la señal en la ventana es menor a la media, se produce una disminución de la probabilidad de tener emociones de valencia positiva.

3. En el caso de la luminosidad, a mayores variaciones de luminosidad (mayor varianza) y cuando la mediana es menor a la media (skewness positiva), aumentan las probabilidades de que los participantes posean emociones de valencia positiva.
4. El tiempo y tiempo al cuadrado son variables con coeficiente significativo y, por lo tanto, poseen un efecto en la probabilidad de tener emociones de valencia positiva o negativa. El coeficiente del tiempo es negativo y el del tiempo al cuadrado es positivo. En consecuencia, a medida que transcurre el tiempo, disminuye la probabilidad de tener emociones de valencia positiva o placenteras, pero su tasa de decrecimiento cada vez es menor.
5. La hipótesis que se tenía para este modelo era que la humedad y el ruido ambiental guardaban una asociación con los niveles de valencia. Por lo tanto, solo el ruido ambiental cumple con aquella suposición.

Tabla 5.16: Resultados de un modelo logit donde la variable dependiente es la variable *Valencia*, utilizando las señales ambientales del experimento de campo como variables independientes. Las constantes por participante fueron omitidas.

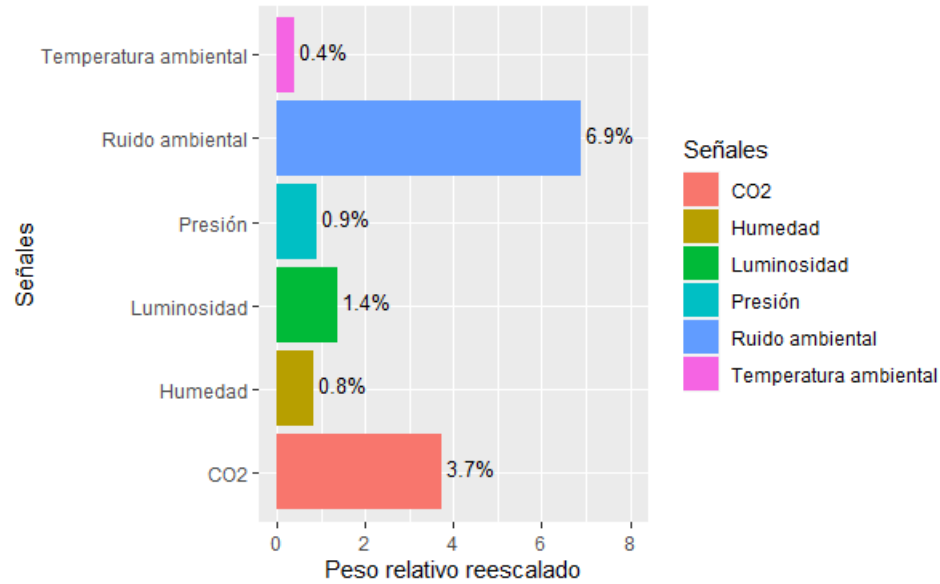
	Valencia
Promedio Presión	-0.103 (0.145)
Varianza Presión	0.247 (0.207)
Skewness Presión	0.092 (0.124)
Kurtosis Presión	-0.256 (0.182)
Mediana Presión	0.247 (0.157)
Promedio CO ₂	0.953 (0.725)
Skewness CO ₂	-0.082 (0.131)
Kurtosis CO ₂	-0.175 (0.153)
Mediana CO ₂	-0.286 (0.190)
Promedio Temperatura	-0.024 (0.115)
Varianza Temperatura	-0.222 (0.167)
Skewness Temperatura	0.055 (0.142)
Kurtosis Temperatura	0.005 (0.176)
Promedio Humedad	-0.110 (0.236)
Varianza Humedad	-0.055 (0.231)
Skewness Humedad	-0.096 (0.142)
Kurtosis Humedad	-0.220 (0.160)
Mediana Humedad	0.111 (0.166)
Promedio Ruido ambiental	-1.030 (2.480)
Skewness Ruido ambiental	-0.466*** (0.169)
Kurtosis Ruido ambiental	0.313 (0.213)
Mediana Ruido ambiental	2.210 (2.290)
Promedio Luminosidad	0.149 (0.162)
Varianza Luminosidad	0.490** (0.249)
Skewness Luminosidad	0.226* (0.128)
Kurtosis Luminosidad	0.152 (0.147)
Mediana Luminosidad	-0.123 (0.148)
Tiempo	-10.200*** (2.340)
Tiempo cuadrado	1.860*** (0.564)
N	541
Log Likelihood	-211.000
AIC	513.000
R ²	0.314

Note:

***p < .01; **p < .05; *p < .1

Otro aspecto a analizar es el cuantificar el aporte de cada señal en la varianza explicada en los modelos. En particular, se utiliza un análisis de pesos relativos para estimar la contribución de cada característica en la métrica R^2 de McFadden del modelo de la Tabla 5.16. A continuación, son sumadas las contribuciones de cada una de las características de las señales y son mostrados en la Figura 5.11:

Peso relativo reescalado de señales ambientales - Valencia



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.11: Gráfico de un análisis de pesos relativos aplicado a un modelo que explica la variable *Valencia*, utilizando como variables explicativas las señales ambientales.

Es importante añadir que se omiten en el gráfico las variables de control relacionadas a los participantes y tiempo, los cuales contribuyen en un 80.81 % y un 5.06 % de la métrica R^2 de McFadden, respectivamente. En este caso se observa que el ruido ambiental es la señal que más contribuye al ajuste del modelo, posteriormente le siguen los niveles de CO_2 y la luminosidad.

Selección de características de indicadores psicofisiológicos y señales ambientales

Debido a que existen varias características de indicadores psicofisiológicos y señales ambientales que no son significativas en los modelos anteriormente planteados, se realiza una selección a través del algoritmo *stepwise* del paquete MASS (Venables y Ripley, 2002) de R, que hace una selección automática de variables tal que optimice (minimice) la métrica AIC.

Los resultados que se muestran a continuación corresponden a modelos que, incorporando obligatoriamente solo las variables relacionadas a los participantes, llegan a un conjunto de variables que optimizan la métrica AIC. En la Tabla 5.17 se exponen los resultados de la selección y de las cuales se desprende lo siguiente:

1. Respecto a la selección realizada con los indicadores psicofisiológicos, mantuvo las variables significativas anteriormente encontradas y se incorporaron otras relacionadas a las mismas señales. Cabe destacar que una característica de la respuesta de conductancia de la piel se agrega al modelo y resulta significativa al 5 %.
2. Respecto a la selección realizada con las señales ambientales, mantuvo las variables significativas anteriormente encontradas y se incorporaron otras relacionadas a las mismas

señales. Cabe destacar que una característica de la señal humedad se agrega al modelo y resulta significativa al 5 %.

3. Ambos modelos cumplen con las hipótesis planteadas. La temperatura de la piel (SKT) y el ritmo cardíaco (HR) en el caso de los indicadores psicofisiológicos y la humedad y el ruido ambiental en el caso de las señales ambientales, guardan una asociación con los niveles de valencia.
4. El tiempo óptimo incorporado en ambos modelos está compuesto por una parte lineal y otra al cuadrado.

En definitiva, se pueden obtener modelos óptimos que logren explicar la variable *Valencia*, utilizando los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales e incluyendo el tiempo. Es preciso señalar que en los casos del ritmo cardíaco, la temperatura de la piel, el ruido ambiental y la luminosidad; son indicadores/señales que pueden considerarse robustos debido a que mantienen características con niveles de significancia al 10 % en todos los modelos planteados en este apartado.

Tabla 5.17: Resultados de dos modelo logit donde la variable dependiente es la variable *Valencia*. Con una selección de los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales como variables independientes. Las constantes por participante fueron incorporadas para mediar el efecto, pero se omiten sus resultados.

	Valencia	
	Indicadores psicofisiológicos	Señales ambientales
Kurtosis SCR	0.340** (0.171)	
Varianza HR	0.255* (0.146)	
Skewness HR	0.240* (0.130)	
Kurtosis HR	0.336** (0.141)	
Raíz de la media cuadrática HR	-0.125 (0.222)	
Kurtosis HRV	-0.116 (0.134)	
Skewness SKT	0.251** (0.125)	
Raíz de la media cuadrática SKT	-0.446*** (0.156)	
Mediana Presión		0.133 (0.120)
Promedio CO ₂		0.197 (0.325)
Varianza Temperatura		-0.218 (0.147)
Kurtosis Humedad		-0.251** (0.125)
Skewness Ruido ambiental		-0.358** (0.142)
Varianza Luminosidad		0.361* (0.219)
Skewness Luminosidad		0.193* (0.116)
Tiempo	-11.000*** (2.270)	-9.490*** (2.180)
Tiempo cuadrado	2.130*** (0.544)	1.730*** (0.525)
N	541	541
Log Likelihood	-215.000	-219.000
AIC	482.000	488.000
R ²	0.303	0.289

Note:

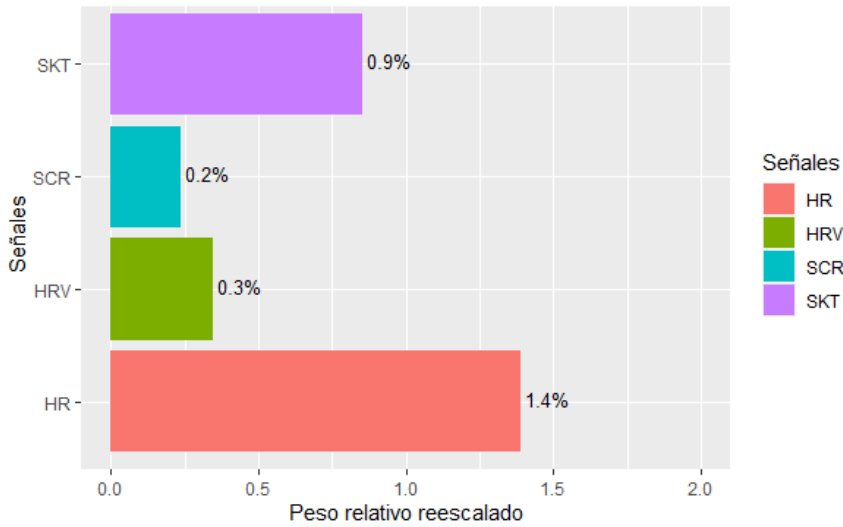
***p < .01; **p < .05; *p < .1

Además, se cuantifica el aporte de cada variable en la varianza explicada en los modelos, utilizando un análisis de pesos relativos para estimar la contribución de cada característica en la métrica R^2 de McFadden de los modelos de la Tabla 5.17. A continuación, son sumadas las contribuciones de cada una de las características de los indicadores psicofisiológicos en la Figura 5.12a y de cada señal en la Figura 5.12b.

Es importante añadir que se omiten en el gráfico las variables de control relacionadas a los participantes y tiempo, los cuales contribuyen en el caso de la Figura 5.12a un 91.04 % y un 6.13 % de la métrica R^2 de McFadden, respectivamente. En el caso de la Figura 5.12b un 91.97 % y un 5.56 %, respectivamente.

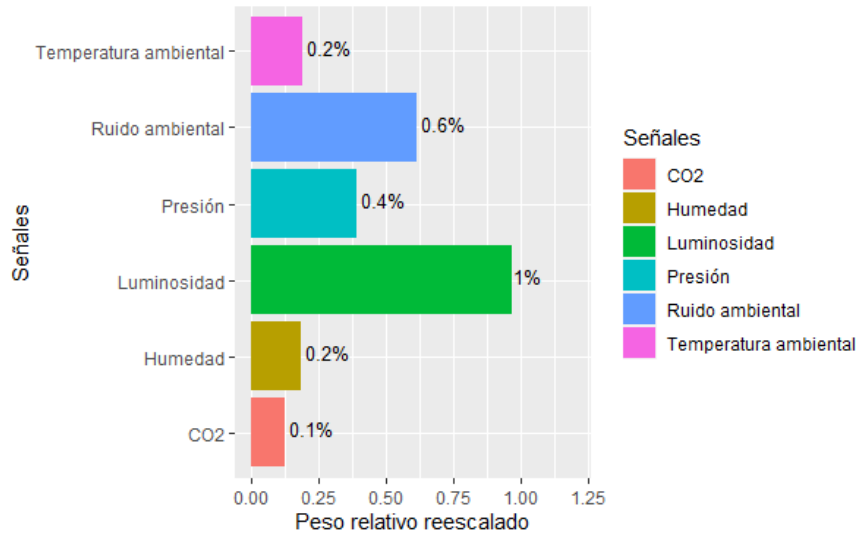
En estos casos se observa que al seleccionar variables, las que se encuentran relacionadas a los participantes son las que más adquieren ponderación, pero fuera de las variables de este tipo las que más ponderan en la explicación de varianza, son las que poseen coeficientes significativos.

Peso relativo reescalado de selección señales psicofisiológicas - Valencia



(a)

Peso relativo reescalado de selección señales ambientales - Valencia



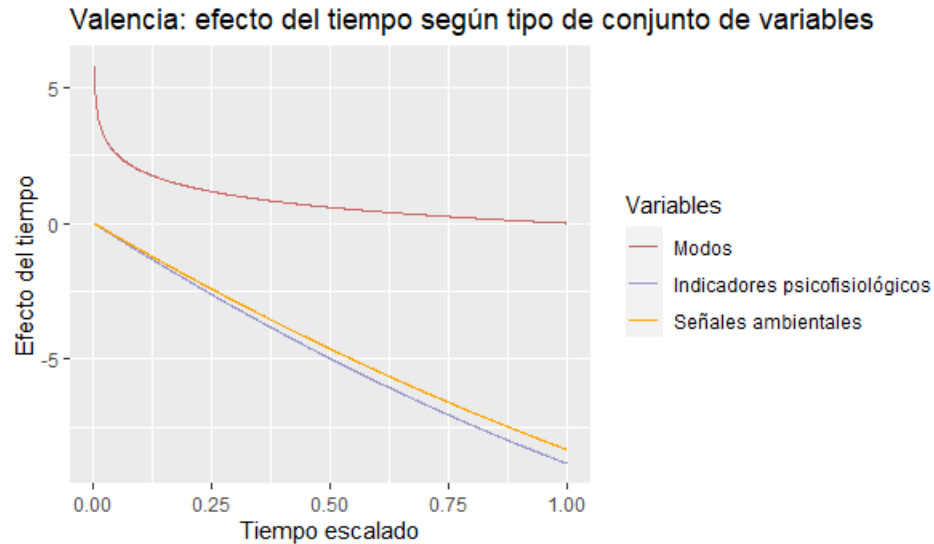
(b)

Fuente: Elaboración propia

Figura 5.12: Gráficos de análisis de pesos relativos aplicados a modelos que explican la variable *Valencia*, utilizando la selección de indicadores psicofisiológicos y señales ambientales, respectivamente.

Efecto del tiempo

En la totalidad de los modelos creados anteriormente, el tiempo resulta poseer un efecto significativo en todos ellos. Asimismo, llama la atención la utilización de diversas transformaciones de la variable tiempo como la logarítmica (en las variables de transporte) o la cuadrática (en los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales). En consecuencia, resulta interesante observar cómo evoluciona el efecto del tiempo en cada situación. A continuación en la Figura 5.13 se muestra el efecto del tiempo cuando es incorporado junto a los modos de transporte, los indicadores psicofisiológicos y las señales ambientales:



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.13: Evolución de los efectos del tiempo a medida que este último crece, aplicado en tres tipos de conjunto de variables explicativas.

De la Figura 5.13 se observa que en los tres casos el tiempo posee un efecto negativo y monótono. Se destaca que en el caso de los modos de transporte, el tiempo tiende a una cota a medida que transcurre. Al contrario, en los casos de los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales el efecto del tiempo no se aproxima a alguna cota, e incluso, tiende a asemejarse a una línea recta.

5.8.2. Activación

Se crean modelos logit binarios para explicar la variable *Activación*. Específicamente los modelos se agrupan en este análisis según variables de transporte, indicadores psicofisiológicos y señales ambientales. Para el caso de las últimas dos se utilizan ventanas de tiempo de largo 6 segundos. A continuación se exponen los modelos y sus resultados.

Variables de transporte

Al explorar si la variable *Activación* puede ser explicada por: (1) los modos de transporte, (2) los modos de transporte y la variable *Sentado* y (3) los modos de transporte y la interacción de ellas con la variable *Sentado*. Se observa en la Tabla 5.18 que el conjunto de variables que entrega un modelo más parsimonioso (menor AIC) se obtiene cuando se controla solo por modos de transporte. A continuación se muestran las principales observaciones a los modelos creados:

1. Es posible apreciar que el coeficiente del metro resulta ser positivo y significativo al 1% para todos los modelos. A modo de interpretación, en comparación a la caminata, el participante al viajar en metro tiene más probabilidades de sentir estados emocionales de alta activación.

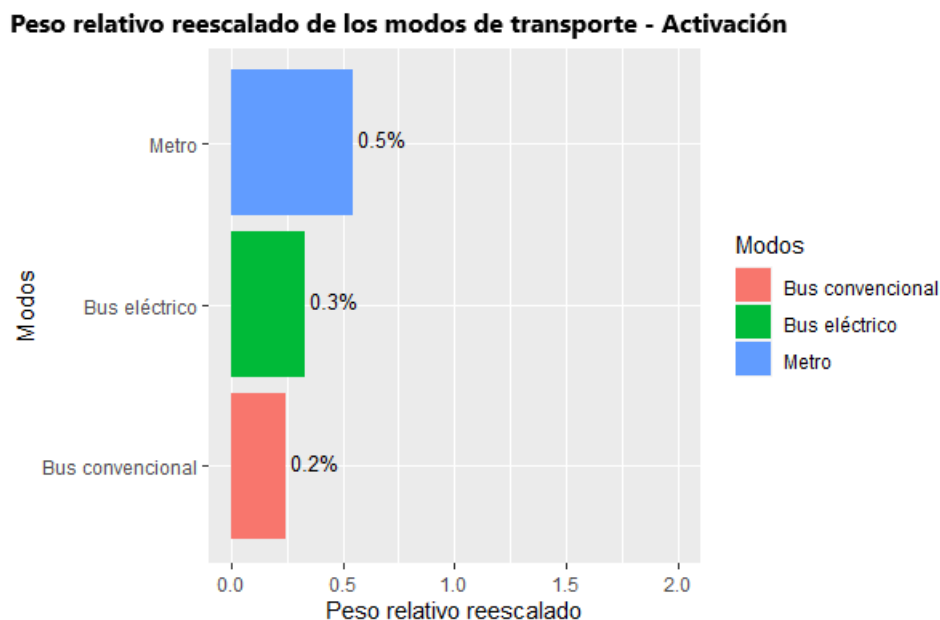
2. El bus eléctrico posee coeficientes significativos y positivos en los casos cuando se controlan por modos; y por modos y la variable *Sentado*. Es decir, se puede interpretar que es más probable en comparación a la caminata el tener estados emocionales de alta activación.
3. El bus convencional no posee un coeficiente significativo para ninguno de los modelos. En otras palabras, se puede interpretar que el efecto que posee sobre la activación de las emociones es igual al efecto que posee la caminata.
4. La interacción entre bus convencional y la variable *Sentado* posee un coeficiente significativo al 10 % cuando es incorporado en el Modelo III. En otras palabras, cuando un participante se sienta en el bus convencional disminuye la probabilidad de percibir emociones de alta activación.
5. El tiempo logarítmico posee un coeficiente significativo y negativo, por lo tanto, poseen un efecto en la probabilidad de tener emociones de alta o baja activación. Específicamente, a medida que transcurre el tiempo, disminuye la probabilidad de tener emociones de alta activación.
6. Los signos de los coeficiente se condice con las hipótesis planteadas para los modos de transporte. Pero se esperaba que el bus convencional tuviera un efecto negativo, pero resulta ser nulo en todos los modelos.
7. En definitiva, se puede afirmar que las variables de transporte tienen una relación con la activación de las emociones declaradas por los participantes.

Tabla 5.18: Resultados de dos modelo logit donde la variable dependiente es la variable *Activación*, utilizando los marcadores de transporte como variables explicativas. “Modelo I” utiliza solo los modos de transporte, el “Modelo II” utiliza los modos de transporte y si la persona iba sentada y el “Modelo III” utiliza los modos de transporte y el efecto de ir sentado según el modo. Las constantes por participante fueron omitidas.

	Activación		
	Modelo I	Modelo II	Modelo III
Bus eléctrico	0.486* (0.269)	0.644** (0.310)	0.513 (0.325)
Bus convencional	-0.115 (0.451)	0.027 (0.471)	0.456 (0.500)
Metro	1.240*** (0.394)	1.270*** (0.395)	1.270*** (0.404)
Bus eléctrico:Sentado			-0.058 (0.383)
Bus convencional:Sentado			-1.990* (1.130)
Metro:Sentado			-0.509 (1.490)
Sentado		-0.342 (0.343)	
Tiempo logarítmico	-0.427*** (0.119)	-0.432*** (0.119)	-0.430*** (0.119)
Constant	-4.320*** (1.070)	-4.260*** (1.070)	-4.270*** (1.070)
N	541	541	541
Log Likelihood	-227.000	-227.000	-225.000
AIC	495.000	496.000	496.000
R ²	0.164	0.166	0.172

Note: *** p < .01; **p < .05; *p < .1

Otro aspecto a analizar es el cuantificar el aporte de cada variable en la varianza explicada en los modelos. En particular, se utiliza un análisis de pesos relativos para estimar la contribución de cada variable en la métrica R^2 de McFadden del Modelo I de la Tabla 5.18. A continuación, se muestra la contribución del modo de transporte en la Figura 5.14:



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.14: Gráfico de un análisis de pesos relativos a un modelo que explica la variable *Activación*, utilizando como variables explicativas los modos de transporte.

Es importante añadir que se omiten en el gráfico las variables de control relacionadas a los participantes y tiempo, los cuales contribuyen en un 97.96% y 0.91% de la métrica R^2 de McFadden, respectivamente. En este caso se observa que el metro no es solo el modo de transporte más robusto en cuanto a su significancia, también es la que aporta más al ajuste del modelo.

Indicadores psicofisiológicos

Para explorar si la variable *Activación* puede ser explicada por características de indicadores psicofisiológicos, se crea un modelo que incorpora todas estas variables y los resultados se muestran en la Tabla 5.19. A continuación se exponen las principales observaciones al modelo creado:

1. El nivel de conductancia de la piel (SCL) y la temperatura de la piel (SKT) son las variables que entregan características significativas y, por lo tanto, son indicadores que se asocian con que los participantes tengan emociones de alta o baja activación.
2. A modo de interpretación de los coeficientes significativos, la raíz cuadrática media del nivel de conductancia de la piel (SCL) al ser negativa se puede interpretar que a mayores niveles de dispersión, se registra una menor probabilidad de alta activación.

3. En el caso de la temperatura de la piel (SKT), el coeficiente de la skewness al ser negativo, significa que cuando esta señal se concentra bajo la media (la mediana es menor a la media), es menos probable que se registren emociones de alta activación.
4. El tiempo posee un coeficiente significativo, en consecuencia, se le asocia un efecto en la probabilidad de tener emociones de activación alta o baja. En particular, el coeficiente del tiempo es negativo. En consecuencia, a medida que transcurre el tiempo, disminuye la probabilidad de tener emociones de alta activación.
5. La hipótesis que se tenía para este modelo era que el nivel de conductancia de la piel (SCL) y la respuesta de la conductancia de la piel (SCR) guardaban una asociación con los niveles de activación. Es decir, solo el SCL cumple con lo supuesto.

Tabla 5.19: Resultados de un modelo logit donde la variable dependiente es la variable *Activación*, utilizando los indicadores psicofisiológicos de los participantes como variables independientes. Las constantes por participante fueron omitidas.

	Activación
Promedio SCL	0.648 (0.442)
Skewness SCL	0.006 (0.128)
Kurtosis SCL	-0.062 (0.139)
Raíz de la media cuadrática SCL	-0.825** (0.407)
Promedio SCR	0.268 (0.279)
Varianza SCR	-0.215 (0.670)
Skewness SCR	-0.100 (0.151)
Kurtosis SCR	0.183 (0.161)
Promedio HR	-0.357 (0.254)
Varianza HR	0.048 (0.122)
Skewness HR	-0.015 (0.127)
Kurtosis HR	0.049 (0.130)
Raíz de la media cuadrática HR	0.382 (0.234)
Promedio HRV	0.174 (0.167)
Varianza HRV	-0.173 (0.201)
Skewness HRV	0.102 (0.142)
Kurtosis HRV	0.064 (0.130)
Promedio SKT	0.081 (0.189)
Varianza SKT	-0.333 (0.451)
Skewness SKT	0.388** (0.160)
Kurtosis SKT	-0.404 (0.258)
Raíz de la media cuadrática SKT	-0.061 (0.136)
Tiempo	-0.406*** (0.145)
N	541
Log Likelihood	-221.000
AIC	520.000
R ²	0.187

Note:

***p < .01; **p < .05; *p < .1

Otro aspecto a analizar es el cuantificar el aporte de cada variable en la varianza explicada en los modelos. En particular, se utiliza un análisis de pesos relativos para estimar la contribución de cada variable en la métrica R^2 de McFadden del modelo de la Tabla 5.19. A continuación, son sumadas las contribuciones de cada una de las características de los indicadores y son mostrados en la la Figura 5.15:

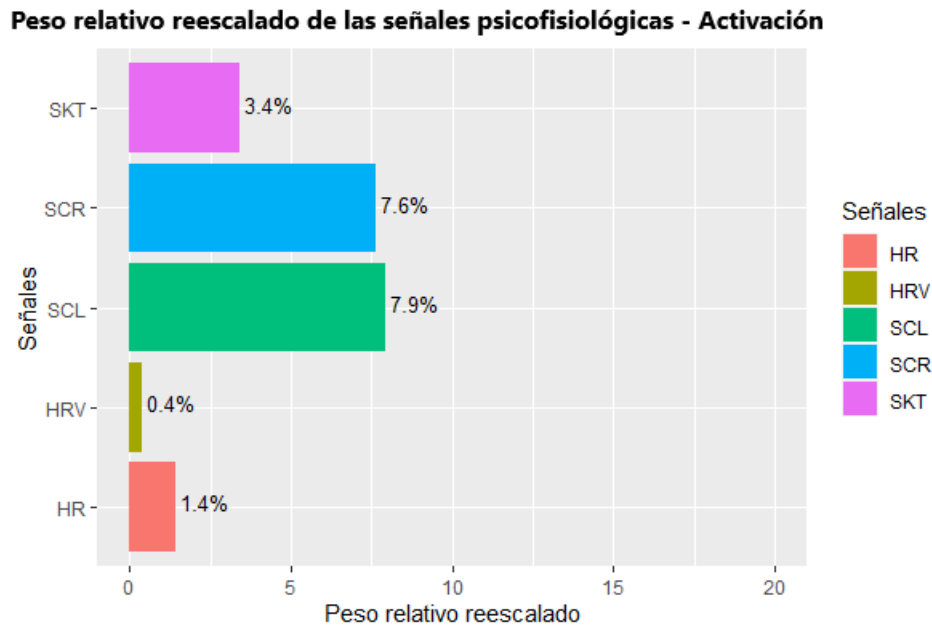


Figura 5.15: Gráfico de un análisis de pesos relativos a un modelo que explica la variable *Activación*, utilizando como variables explicativas los indicadores psicofisiológicos.

Es importante añadir que se omiten en el gráfico las variables de control relacionadas a los participantes y tiempo, los cuales contribuyen en un 87.72% y 1.07% de la métrica R^2 de McFadden, respectivamente. En este caso se observa que, a pesar que la señal SCR no posea características con coeficientes significativos, sí pondera considerablemente en el ajuste del modelo. El SCL y SKT son el primer y tercer indicador que más aportan al ajuste del modelo.

Señales ambientales

Para explorar si la variable *Activación* puede ser explicada por características de señales ambientales, se crea un modelo que incorpora todas estas variables y los resultados se muestran en la Tabla 5.20. A continuación se exponen las principales observaciones al modelo creado:

1. Los niveles de CO_2 , la temperatura ambiental y la luminosidad son las variables que entregan características significativas y, por lo tanto, son señales que causan o se asocian con que los participantes tengan emociones de alta o baja activación.
2. A modo de interpretación de los coeficientes significativos, se desprende que cuando los niveles de CO_2 se concentra bajo la media (la mediana es menor a la media o la skewness

es positiva), aumentan las probabilidades de tener emociones de alta activación. Sucede lo mismo con la temperatura ambiental.

3. En el caso de la luminosidad, como el coeficiente de la kurtosis es negativo, significa que disminuyen las probabilidades de poseer emociones de alta activación cuando los datos se encuentran muy concentrados en la media y en los extremos. En otras palabras, cuando la luminosidad posee distribuciones más uniformes, aumenta la probabilidad de sentir emociones de alta activación.
4. El tiempo posee un coeficiente significativo, en consecuencia, se le asocia un efecto en la probabilidad de tener emociones de alta o baja activación. En particular, el coeficiente del tiempo es negativo. En consecuencia, a medida que transcurre el tiempo, disminuye la probabilidad de tener emociones de alta activación.
5. La hipótesis que se tenía para este modelo era que el ruido ambiental guardaba una asociación con los niveles de activación. Por lo tanto, no se cumple con aquella suposición.

Tabla 5.20: Resultados de un modelo logit donde la variable dependiente es la variable *Activación*, utilizando las señales ambientales del experimento de campo como variables independientes. Las constantes por participante fueron omitidas.

	Activación
Promedio Presión	-0.122 (0.147)
Varianza Presión	-0.023 (0.136)
Skewness Presión	0.076 (0.145)
Kurtosis Presión	-0.047 (0.188)
Mediana Presión	0.212 (0.151)
Promedio CO ₂	-0.739 (0.749)
Skewness CO ₂	0.244* (0.140)
Kurtosis CO ₂	0.032 (0.156)
Mediana CO ₂	-0.169 (0.187)
Promedio Temperatura	-0.114 (0.128)
Varianza Temperatura	-0.011 (0.124)
Skewness Temperatura	0.235** (0.119)
Kurtosis Temperatura	0.107 (0.149)
Promedio Humedad	0.239 (0.364)
Varianza Humedad	0.009 (0.205)
Skewness Humedad	-0.174 (0.137)
Kurtosis Humedad	-0.106 (0.159)
Mediana Humedad	0.045 (0.223)
Promedio Ruido ambiental	0.415 (1.530)
Skewness Ruido ambiental	-0.053 (0.120)
Kurtosis Ruido ambiental	0.202 (0.163)
Mediana Ruido ambiental	-0.612 (1.390)
Promedio Luminosidad	-0.053 (0.130)
Varianza Luminosidad	0.106 (0.136)
Skewness Luminosidad	-0.206 (0.138)
Kurtosis Luminosidad	-0.280* (0.168)
Mediana Luminosidad	0.026 (0.123)
Tiempo	-0.465*** (0.129)
N	541
Log Likelihood	-219.000
AIC	526.000
R ²	0.194

Note: ***p < .01; **p < .05; *p < .1

Otro aspecto a analizar es el cuantificar el aporte de cada señal en la varianza explicada en los modelos. En particular, se utiliza un análisis de pesos relativos para estimar la contribución de cada característica en la métrica R^2 de McFadden del modelo de la Tabla 5.20. A continuación, son sumadas las contribuciones de cada una de las características de las señales y son mostrados en la Figura 5.16:

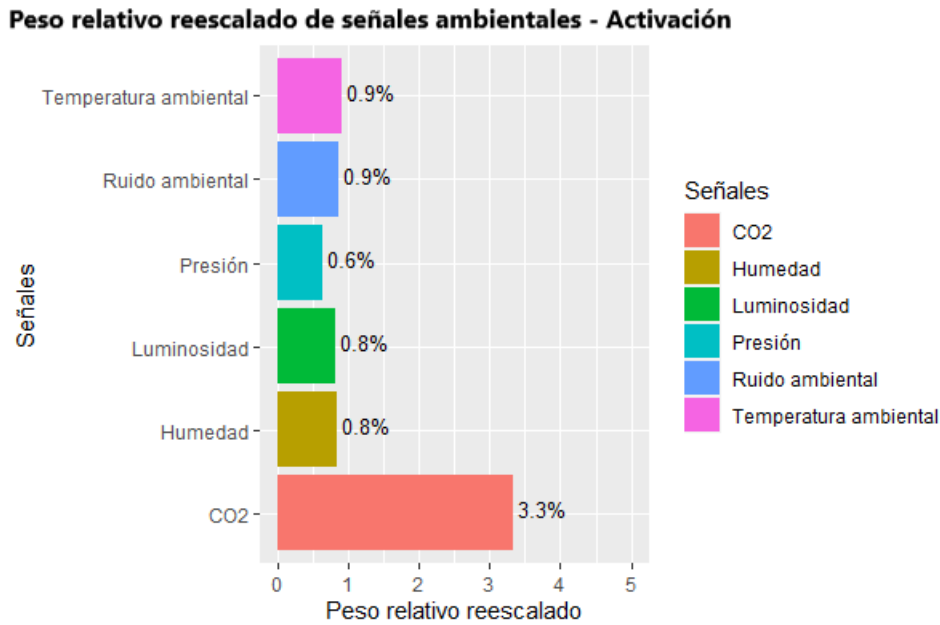


Figura 5.16: Gráfico de un análisis de pesos relativos aplicado a un modelo que explica la variable *Activación*, utilizando como variables explicativas las señales ambientales.

Es importante añadir que se omiten en el gráfico las variables de control relacionadas a los participantes y tiempo, los cuales contribuyen en un 91.59% y un 1.07% de la métrica R^2 de McFadden, respectivamente. En este caso se observa que el CO_2 es la señal que más contribuye al ajuste del modelo, posteriormente le siguen la temperatura y el ruido ambiental.

Selección de características de indicadores psicofisiológicos y señales ambientales

Debido a que existen varias características de indicadores psicofisiológicos y señales ambientales que no son significativas en los modelos anteriormente planteados, se realiza una selección a través del algoritmo *stepwise* del paquete MASS (Venables y Ripley, 2002) de R, que hace una selección automática de variables tal que optimice (minimice) la métrica AIC.

Los resultados que son mostrados a continuación corresponden a modelos que, incorporando obligatoriamente solo las variables relacionadas a los participantes, llegan a un conjunto de variables que optimizan la métrica AIC. En la Tabla 5.21 se muestran los resultados de la selección y de las cuales se desprende lo siguiente:

1. Respecto a la selección realizada con los indicadores psicofisiológicos, solo se mantuvo la raíz cuadrática media del nivel de conductancia de la piel (SCL). Asimismo, es la única variable significativa del modelo.
2. Respecto a la selección realizada con las señales ambientales, se mantuvo la skewness de la temperatura ambiental y se incorpora el promedio de la variable relacionada al CO_2 (en el primer modelo, se había incorporado en la skewness).
3. En el primer modelo, solo se cumple parcialmente la hipótesis de los indicadores psico-

fisiológicos y no se cumple en ningún caso para las señales ambientales.

4. El tiempo óptimo incorporado en la selección de indicadores psicofisiológicos está compuesto por una parte lineal y otra cuadrática, pero esta última no posee un coeficiente significativo, es decir, solo contribuye al ajuste del modelo. En el caso de las señales ambientales, el tiempo en forma lineal es el óptimo al definir un modelo parsimonioso.

En definitiva, se pueden obtener modelos óptimos que logren explicar la variable *Activación*, utilizando los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales e incluyendo el tiempo. Inclusive, en los casos del nivel de conductancia de la piel, niveles de CO₂ y la temperatura ambiental, son indicadores/señales que se pueden considerar robustas debido a que mantuvieron características con niveles de significancia al 10 % en todos los modelos planteados en este apartado.

Tabla 5.21: Resultados de dos modelo logit donde la variable dependiente es la variable *Activación*. “Modelo I” corresponde a una selección de las variables psicofisiológicas y “Modelo II” utiliza selección de variables ambientales como variables independientes. Las constantes por participante fueron omitidas.

	Activación	
	Indicadores psicofisiológicos	Señales ambientales
Promedio SCL	0.577 (0.436)	
Raíz de la media cuadrática SCL	-0.696* (0.396)	
Promedio HR	-0.302 (0.228)	
Raíz de la media cuadrática HR	0.297 (0.210)	
Promedio CO ₂		-1.030* (0.597)
Skewness Temperatura		0.249** (0.107)
Tiempo	-3.470** (1.730)	-1.870*** (0.471)
Tiempo cuadrado	0.538 (0.442)	
N	541	541
Log Likelihood	-228.000	-228.000
AIC	501.000	495.000
R ²	0.16	0.16

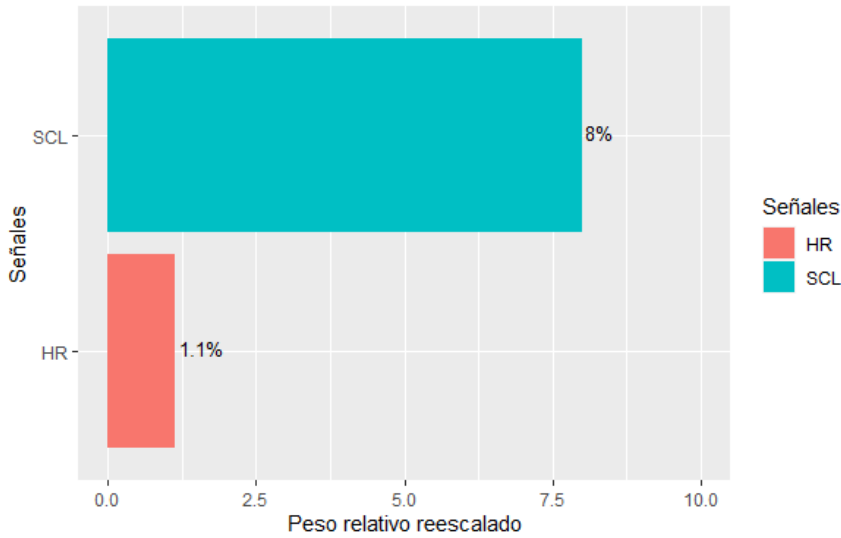
Note: ***p < .01; **p < .05; *p < .1

Además, se cuantifica el aporte de cada variable en la varianza explicada en los modelos, utilizando un análisis de pesos relativos para estimar la contribución de cada característica en la métrica R^2 de McFadden de los modelos de la Tabla 5.21. A continuación, son sumadas las contribuciones de cada una de las características de los indicadores psicofisiológicos en la Figura 5.17a y de cada señal ambiental en la Figura 5.17b.

Es importante añadir que se omiten en el gráfico las variables de control relacionadas a los participantes y tiempo, los cuales contribuyen en el caso de la Figura 5.17a un 94.69 % y un 0.97 % de la métrica R^2 de McFadden, respectivamente. En el caso de la Figura 5.17b un 91.54 % y un 0.97 %, respectivamente.

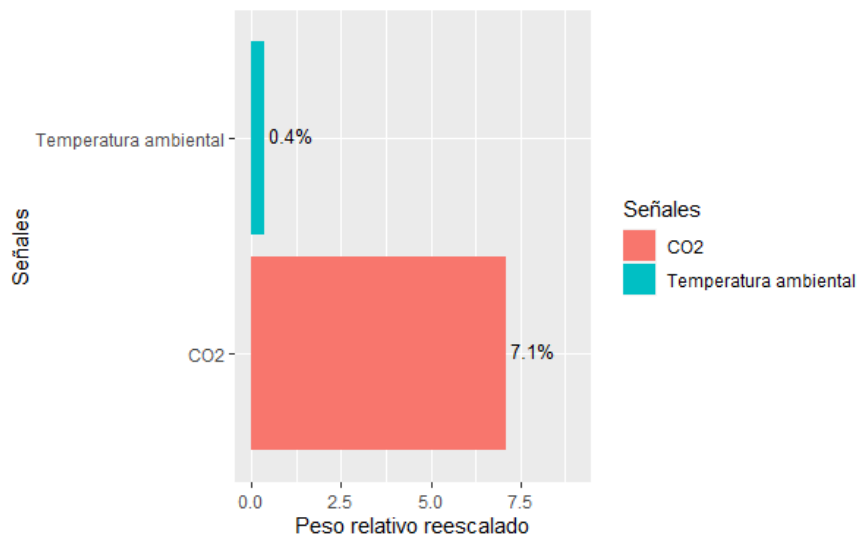
En estos casos se observa que al seleccionar variables, las que se encuentran relacionadas a los participantes son las que más adquieren ponderación, pero fuera de las variables de este tipo las que más ponderan en la explicación de varianza, son el nivel de conductancia de la piel en el caso de los indicadores psicofisiológicos y los niveles de CO₂ en el caso de las señales ambientales.

Peso relativo reescalado de selección señales psicofisiológicas - Activación



(a)

Peso relativo reescalado de selección señales ambientales - Activación



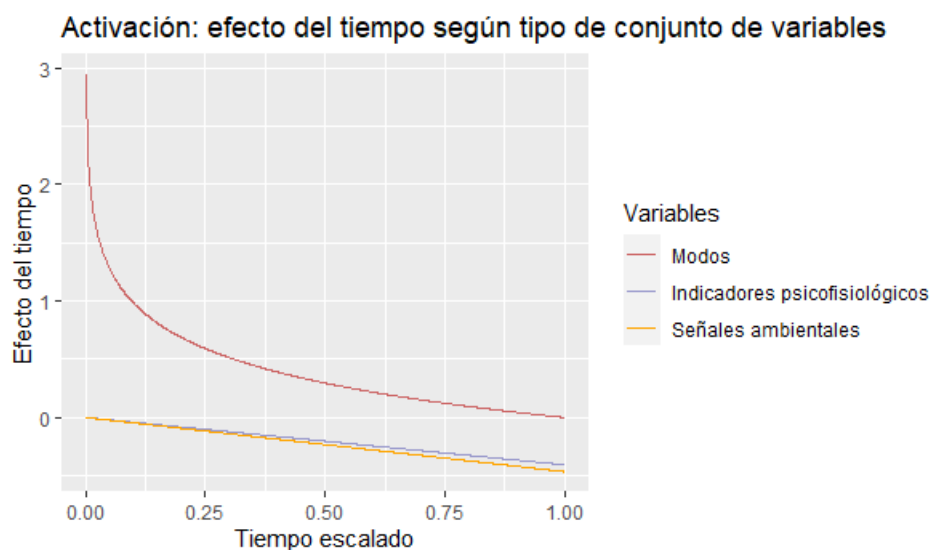
(b)

Fuente: Elaboración propia

Figura 5.17: Gráficos de análisis de pesos relativos aplicados a modelos que explican la variable *Activación*, utilizando la selección de indicadores psicofisiológicos y señales ambientales, respectivamente.

Efecto del tiempo

Al igual que en el caso de la variable *Valencia*, en la totalidad de los modelos creados anteriormente, el tiempo resulta poseer un efecto significativo en todos ellos. Asimismo, llama la atención la utilización de diversas transformaciones de la variable tiempo como la logarítmica (en las variables de transporte) o lineal (en los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales). En consecuencia, resulta interesante observar cómo evoluciona el efecto del tiempo en cada situación. A continuación en la Figura 5.18 se muestra el efecto del tiempo cuando es incorporado junto a los modos de transporte, los indicadores psicofisiológicos y las señales ambientales:



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.18: Evolución de los efectos del tiempo a medida que este último crece, aplicado en tres tipos de conjunto de variables explicativas.

De la Figura 5.18 se observa que en los tres casos el tiempo posee un efecto negativo y monótono. Se destaca que en el caso de los modos de transporte, el tiempo tiende a una cota a medida que transcurre. Al contrario, en los casos de los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales el efecto del tiempo no se aproxima a alguna cota, e incluso, tiende a asemejarse a una línea recta.

5.8.3. Emoción

Se crean modelos logit multinomiales para explicar la variable *Emoción* (cuadrantes emocionales). Específicamente los modelos se agrupan en este análisis según variables de transporte, indicadores psicofisiológicos y señales ambientales. Para el caso de las últimas dos se utilizan ventanas de tiempo de largo 6 segundos. Es preciso recordar que el cuadrante emocional base es Relajado, por lo tanto, todas las variaciones de los cuadrantes que se interpretan a continuación, se hacen en relación al estado emocional de valencia positiva y baja activación.

VARIABLES DE TRANSPORTE

Al explorar si la variable *Emoción* puede ser explicada por: (1) los modos de transporte, (2) los modos de transporte y la variable *Sentado* y (3) los modos de transporte y la interacción de ellas con la variable *Sentado*. Se observan en la Tablas 5.22 y 5.23 que el conjunto de variables que entrega un modelo más parsimonioso (menor AIC) se obtiene cuando se controla solo por modos de transporte y si el participante se encuentra sentado. A continuación se muestran las principales observaciones de los modelos creados:

1. Es posible apreciar que el coeficiente del bus eléctrico resulta ser significativa y negativo al 10 % para el cuadrante Triste en todos los modelos. A modo de interpretación, en comparación a la caminata, el participante al viajar en este modo de transporte tiene menos probabilidades de sentir estados emocionales de valencia negativa y baja activación. Asimismo, cuando solo se controla por modos de transporte, el bus eléctrico posee un efecto positivo y significativo al 10 % cuando es comparado con la caminata.
2. El metro posee coeficientes significativos al 1 % y positivos en los tres modelos para el cuadrante Feliz. Es decir, es más probable que, en comparación a la caminata, se asocie a tener estados emocionales de valencia positiva y alta activación.
3. El bus convencional posee un coeficiente significativo y positivo al 5 % para el cuadrante Estresado en el modelo donde se incorporan las interacciones de la variable *Sentado* con los modos. Por lo tanto, en este caso en particular, es más probable que en comparación a la caminata, se asocie a una mayor probabilidad de tener estados emocionales de valencia negativa y alta activación.
4. Al incorporar la variable *Sentado*, el coeficiente de esta variable resulta significativo al 5 % y negativo para el cuadrante Estresado. En otras palabras, se puede mencionar que el hecho que los participantes se encuentren sentados está asociado, en comparación a la caminata, a una menor probabilidad de sentir emociones de valencia negativa y alta activación.
5. El tiempo logarítmico posee coeficientes significativos al 1 % para los cuadrantes Feliz y Triste. Por lo tanto, el tiempo se encuentra relacionado con la probabilidad de elección de cuadrantes de emociones de los participantes. Específicamente, a medida que transcurre el tiempo, disminuye la probabilidad de tener emociones de alta activación y valencia positiva, y aumenta los de baja activación y valencia negativa.
6. Los signos de los coeficiente que resultaron ser significativos se condice con las hipótesis planteadas para los modos de transporte.
7. En definitiva, se puede afirmar que las variables de transporte tienen una relación con los cuadrantes de emociones declaradas por los participantes.

Tabla 5.22: Resultados de un modelo logit multinomial donde la variable dependiente es la variable *Emoción*, utilizando los marcadores de transporte como variables explicativas. Las constantes por participante fueron omitidas.

	Modelo I
Estresado:Tiempo logarítmico	0.103 (0.241)
Feliz:Tiempo logarítmico	-0.422*** (0.131)
Triste:Tiempo logarítmico	1.080*** (0.229)
Estresado:Bus eléctrico	-0.086 (0.480)
Feliz:Bus eléctrico	0.549* (0.311)
Triste:Bus eléctrico	-0.552* (0.328)
Estresado:Bus convencional	0.591 (0.632)
Feliz:Bus convencional	-0.369 (0.667)
Triste:Bus convencional	0.605 (0.372)
Estresado:Metro	0.585 (0.739)
Feliz:Metro	1.460*** (0.441)
Triste:Metro	0.152 (0.497)
N	541
AIC	997
R ²	0.244
Log Likelihood	-438.000
LR Test	283.000*** (df = 60)
<i>Note:</i>	***p < .01; **p < .05; *p < .1

Tabla 5.23: Resultados de un modelo logit multinomial donde la variable dependiente es la variable *Emoción*, utilizando los marcadores de transporte como variables explicativas. Las constantes por participante fueron omitidas.

	Emoción	
	Modelo II	Modelo III
Estresado:Tiempo logarítmico	0.048 (0.232)	0.054 (0.234)
Feliz:Tiempo logarítmico	-0.424*** (0.131)	-0.424*** (0.131)
Triste:Tiempo logarítmico	1.140*** (0.239)	1.160*** (0.244)
Estresado:Bus eléctrico	0.499 (0.527)	0.315 (0.553)
Feliz:Bus eléctrico	0.466 (0.369)	0.408 (0.380)
Triste:Bus eléctrico	-0.748** (0.380)	-0.850** (0.420)
Estresado:Bus convencional	1.050 (0.677)	1.430** (0.705)
Feliz:Bus convencional	-0.450 (0.694)	-0.051 (0.812)
Triste:Bus convencional	0.363 (0.441)	0.650 (0.529)
Estresado:Metro	0.715 (0.744)	0.607 (0.743)
Feliz:Metro	1.440*** (0.442)	1.450*** (0.441)
Triste:Metro	0.094 (0.504)	0.169 (0.499)
Estresado:Sentado	-1.560** (0.719)	
Feliz:Sentado	0.151 (0.393)	
Triste:Sentado	0.444 (0.402)	
Estresado:Bus eléctrico:Sentado		-0.954 (0.779)
Feliz:Bus eléctrico:Sentado		0.277 (0.427)
Triste:Bus eléctrico:Sentado		0.667 (0.537)
Estresado:Bus convencional:Sentado		-19.000 (5,144.000)
Feliz:Bus convencional:Sentado		-0.750 (1.290)
Triste:Bus convencional:Sentado		-0.067 (0.657)
N	541	541
AIC	994	998
R ²	0.251	0.253
Log Likelihood	-434.000	-433.000
LR Test	291.000*** (df = 63)	294.000*** (df = 66)

Note: ***p < .01; **p < .05; *p < .1

Indicadores psicofisiológicos

Para explorar si la variable *Emoción* puede ser explicada por características de indicadores psicofisiológicos, se crea un modelo que incorpora todas estas variables y los resultados se muestran en la Tabla 5.24 A continuación se exponen las principales observaciones al modelo creado:

1. La respuesta de la conductancia de la piel (SCR), el ritmo cardiaco (HR), la variabilidad del ritmo cardiaco (HRV) y la temperatura de la piel (SKT) son las variables que entregan características significativas y, por lo tanto, son indicadores que se asocian con que los participantes elijan ciertos cuadrantes emocionales.
2. A modo de interpretación de los coeficientes significativos, para el caso del cuadrante

Feliz, aumenta la probabilidad de elección cuando: (1) aumenta el promedio de la variabilidad del ritmo cardiaco (HRV) y (2) aumenta la skewness de la temperatura de la piel (SKT).

3. Para el caso del cuadrante Estresado, aumenta la probabilidad de elección cuando: (1) aumenta el promedio de la respuesta de la conductancia de la piel (SCR); (2) disminuye el promedio, disminuye la skewness y aumenta la raíz cuadrática media del ritmo cardiaco (HR); y (3) aumenta la kurtosis de la variabilidad del ritmo cardiaco (HRV).
4. Para el caso del cuadrante Triste, aumenta la probabilidad de elección cuando: (1) disminuye el promedio y la kurtosis de la respuesta de la conductancia de la piel (SCR); (2) disminuye la varianza y la kurtosis del ritmo cardíaco (HR) y (3) Aumenta la raíz de la media cuadrática de la temperatura de la piel (SKT).
5. El tiempo y tiempo cuadrático poseen coeficientes significativos al 1 % para el cuadrante Triste. Por lo tanto, el tiempo se encuentra relacionado con la probabilidad de elección de cuadrantes de emociones de los participantes. El coeficiente del tiempo lineal es positivo y el del tiempo cuadrático es negativo para el caso del cuadrante Triste. Es decir, es un comportamiento distinto a los modelos que explican la valencia positiva y la alta activación, lo cual era lo esperado porque el cuadrante Triste representa emociones de valencia negativa y baja activación.
6. La hipótesis que se tenía para este modelo era que el ritmo cardiaco (HR), la temperatura de la piel (SKT) y el nivel de conductancia de la piel (SCL) guardaban una asociación con los cuadrantes. Por lo tanto, solo no se cumpliría para el SCL.

Tabla 5.24: Resultados de un modelo logit multinomial donde la variable dependiente es la variable *Emoción*, utilizando los indicadores psicofisiológicos de los participantes como variables independientes. Las constantes por participante fueron omitidas.

	Emoción
Estresado:Tiempo cuadrado	-5.830 (3.810)
Feliz:Tiempo cuadrado	1.800 (2.290)
Triste:Tiempo cuadrado	-12.000*** (3.040)
Estresado:Tiempo	5.440 (3.750)
Feliz:Tiempo	-3.000 (2.090)
Triste:Tiempo	14.600*** (3.180)
Estresado:Promedio SCL	0.499 (0.896)
Feliz:Promedio SCL	0.818 (0.544)
Triste:Promedio SCL	0.298 (0.580)
Estresado:Skewness SCL	-0.231 (0.238)
Feliz:Skewness SCL	0.090 (0.151)
Triste:Skewness SCL	0.111 (0.157)
Estresado:Kurtosis SCL	0.012 (0.261)
Feliz:Kurtosis SCL	-0.066 (0.166)
Triste:Kurtosis SCL	0.082 (0.151)
Estresado:Raíz de la media cuadrática SCL	-1.260 (0.963)
Feliz:Raíz de la media cuadrática SCL	-0.785 (0.478)
Triste:Raíz de la media cuadrática SCL	-0.363 (0.484)
Estresado:Promedio SCR	1.230*** (0.466)
Feliz:Promedio SCR	-0.487 (0.639)
Triste:Promedio SCR	-0.802* (0.431)
Estresado:Varianza SCR	0.309 (1.240)
Feliz:Varianza SCR	-0.606 (2.330)
Triste:Varianza SCR	0.306 (0.233)
Estresado:Skewness SCR	0.375 (0.332)
Feliz:Skewness SCR	-0.222 (0.175)
Triste:Skewness SCR	-0.188 (0.173)
Estresado:Kurtosis SCR	0.017 (0.518)
Feliz:Kurtosis SCR	0.126 (0.181)
Triste:Kurtosis SCR	-0.430* (0.257)
Estresado:Promedio HR	-1.740** (0.831)
Feliz:Promedio HR	-0.288 (0.266)
Triste:Promedio HR	0.220 (0.332)
Estresado:Varianza HR	0.294 (0.216)
Feliz:Varianza HR	-0.054 (0.154)
Triste:Varianza HR	-0.502*** (0.192)
Estresado:Skewness HR	-0.515* (0.294)
Feliz:Skewness HR	0.041 (0.142)
Triste:Skewness HR	-0.185 (0.157)
Estresado:Kurtosis HR	-0.039 (0.286)
Feliz:Kurtosis HR	0.013 (0.145)
Triste:Kurtosis HR	-0.427** (0.171)
Estresado:Raíz de la media cuadrática HR	1.280* (0.752)
Feliz:Raíz de la media cuadrática HR	0.356 (0.248)

Triste:Raíz de la media cuadrática HR	0.122 (0.317)
Estresado:Promedio HRV	-0.013 (0.402)
Feliz:Promedio HRV	0.308* (0.186)
Triste:Promedio HRV	0.321 (0.205)
Estresado:Varianza HRV	-0.161 (0.677)
Feliz:Varianza HRV	-0.184 (0.219)
Triste:Varianza HRV	-0.027 (0.179)
Estresado:Skewness HRV	-0.023 (0.250)
Feliz:Skewness HRV	0.088 (0.174)
Triste:Skewness HRV	-0.258 (0.175)
Estresado:Kurtosis HRV	0.473** (0.226)
Feliz:Kurtosis HRV	-0.128 (0.206)
Triste:Kurtosis HRV	0.021 (0.209)
Estresado:Promedio SKT	0.619 (0.382)
Feliz:Promedio SKT	0.028 (0.230)
Triste:Promedio SKT	0.112 (0.238)
Estresado:Varianza SKT	-0.430 (1.850)
Feliz:Varianza SKT	-0.147 (0.606)
Triste:Varianza SKT	0.424 (0.543)
Estresado:Skewness SKT	-0.081 (0.320)
Feliz:Skewness SKT	0.439** (0.187)
Triste:Skewness SKT	-0.246 (0.170)
Estresado:Kurtosis SKT	-0.981 (0.640)
Feliz:Kurtosis SKT	-0.397 (0.270)
Triste:Kurtosis SKT	-0.248 (0.245)
Estresado:Raíz de la media cuadrática SKT	0.398 (0.311)
Feliz:Raíz de la media cuadrática SKT	-0.063 (0.163)
Triste:Raíz de la media cuadrática SKT	0.524*** (0.186)
N	541
AIC	1035
R ²	0.315
Log Likelihood	-397.000
LR Test	365.000*** (df = 120)

Note:

***p < .01; **p < .05; *p < .1

Señales ambientales

Para explorar si la variable *Emoción* puede ser explicada por características de las señales ambientales, se crea un modelo que incorpora todas estas variables y los resultados se muestran en la Tabla 5.25. A continuación se exponen las principales observaciones al modelo creado:

1. La presión, los niveles de CO₂, la humedad, el ruido ambiental y luminosidad son las variables que entregan características significativas y, por lo tanto, son señales que se asocian con que los participantes elijan ciertos cuadrantes emocionales.
2. A modo de interpretación de los coeficientes significativos, para el caso del cuadrante Feliz, aumenta la probabilidad de elección cuando: (1) disminuye el promedio y aumenta la skewness del CO₂; (2) disminuye la varianza de la humedad; y (3) disminuye la skewness del ruido ambiental.
3. Para el caso del cuadrante Estresado, aumenta la probabilidad de elección cuando: (1) aumenta la skewness de la presión; (2) aumenta el promedio, aumenta la varianza y disminuye la skewness de la humedad; (3) aumenta la skewness del ruido ambiental; y (4) disminuye la skewness de la luminosidad.
4. Para el caso del cuadrante Triste, aumenta la probabilidad de elección cuando: (1) disminuye el promedio y aumenta la mediana del CO₂; (2) disminuye la varianza de la humedad; (3) aumenta la skewness del ruido ambiental; y (4) disminuye la varianza de la luminosidad.
5. El tiempo lineal posee coeficientes significativos para los cuadrantes Triste y Feliz, también para el caso del tiempo cuadrático en el caso del cuadrante Triste. En consecuencia, el tiempo se encuentra asociado con la probabilidad de elección de cuadrantes de emociones de los participantes.
6. En particular, el coeficiente del tiempo lineal es positivo y el tiempo cuadrático es negativo para el caso del cuadrante Triste. Es decir, es un comportamiento distinto a los modelos que explican la valencia positiva y la alta activación, lo cual era lo esperado porque el cuadrante Triste representa emociones de valencia negativa y baja activación.
7. Por otro lado, el tiempo lineal posee un coeficiente negativo para el caso del cuadrante Feliz. En otras palabras, es el mismo comportamiento de los modelos que explican la valencia positiva y la alta activación, lo cual era lo esperado porque el cuadrante Feliz representa emociones de valencia positiva y alta activación.
8. La hipótesis que se tenía para este modelo era que el ruido ambiental, la temperatura ambiental y la humedad guardaban una asociación con los cuadrantes. Por lo tanto, no se cumple con aquella suposición para el caso de la temperatura ambiental.

Tabla 5.25: Resultados de un modelo logit multinomial donde la variable dependiente es la variable *Emoción*, utilizando las señales ambientales del experimento de campo como variables independientes. Las constantes por participante fueron omitidas.

	Emoción
Estresado:Tiempo cuadrado	2.290 (4.200)
Feliz:Tiempo cuadrado	1.860 (2.290)
Triste:Tiempo cuadrado	-10.400*** (2.950)
Estresado:Tiempo	-2.110 (4.150)
Feliz:Tiempo	-3.450* (2.080)
Triste:Tiempo	13.600*** (3.020)
Estresado:Promedio Presión	-0.482 (0.681)
Feliz:Promedio Presión	-0.068 (0.190)
Triste:Promedio Presión	0.198 (0.168)
Estresado:Varianza Presión	-1.980 (1.920)
Feliz:Varianza Presión	0.062 (0.158)
Triste:Varianza Presión	0.025 (0.189)
Estresado:Skewness Presión	0.789** (0.381)
Feliz:Skewness Presión	-0.087 (0.229)
Triste:Skewness Presión	-0.164 (0.154)
Estresado:Kurtosis Presión	0.142 (0.419)
Feliz:Kurtosis Presión	-0.089 (0.260)
Triste:Kurtosis Presión	0.286 (0.221)
Estresado:Mediana Presión	0.205 (0.500)
Feliz:Mediana Presión	0.231 (0.194)
Triste:Mediana Presión	-0.273 (0.175)
Estresado:Promedio CO ₂	-0.318 (1.500)
Feliz:Promedio CO ₂	-2.010* (1.040)
Triste:Promedio CO ₂	-2.110** (0.955)
Estresado:Skewness CO ₂	0.412 (0.357)
Feliz:Skewness CO ₂	0.360* (0.190)
Triste:Skewness CO ₂	0.146 (0.171)
Estresado:Kurtosis CO ₂	0.017 (0.357)
Feliz:Kurtosis CO ₂	0.045 (0.205)
Triste:Kurtosis CO ₂	0.168 (0.187)
Estresado:Mediana CO ₂	0.413 (0.309)
Feliz:Mediana CO ₂	-0.180 (0.237)
Triste:Mediana CO ₂	0.457* (0.238)
Estresado:Promedio Temperatura	-0.189 (0.278)
Feliz:Promedio Temperatura	-0.038 (0.199)
Triste:Promedio Temperatura	0.135 (0.196)
Estresado:Varianza Temperatura	0.371 (0.243)
Feliz:Varianza Temperatura	-0.202 (0.225)
Triste:Varianza Temperatura	0.253 (0.194)
Estresado:Skewness Temperatura	0.267 (0.307)
Feliz:Skewness Temperatura	0.138 (0.138)
Triste:Skewness Temperatura	-0.235 (0.194)
Estresado:Kurtosis Temperatura	0.323 (0.359)
Feliz:Kurtosis Temperatura	0.041 (0.173)
Triste:Kurtosis Temperatura	-0.109 (0.216)
Estresado:Promedio Humedad	2.690** (1.150)
Feliz:Promedio Humedad	-0.263 (0.400)
Triste:Promedio Humedad	-0.255 (0.315)

Estresado:Varianza Humedad	0.808** (0.348)
Feliz:Varianza Humedad	-0.667* (0.375)
Triste:Varianza Humedad	-0.622* (0.329)
Estresado:Skewness Humedad	-0.994** (0.467)
Feliz:Skewness Humedad	0.046 (0.166)
Triste:Skewness Humedad	0.263 (0.200)
Estresado:Kurtosis Humedad	0.260 (0.406)
Feliz:Kurtosis Humedad	-0.179 (0.197)
Triste:Kurtosis Humedad	0.183 (0.195)
Estresado:Mediana Humedad	0.438 (0.533)
Feliz:Mediana Humedad	-0.038 (0.308)
Triste:Mediana Humedad	-0.276 (0.217)
Estresado:Promedio Ruido ambiental	1.110 (9.030)
Feliz:Promedio Ruido ambiental	0.234 (1.290)
Triste:Promedio Ruido ambiental	1.010 (2.500)
Estresado:Skewness Ruido ambiental	0.822** (0.415)
Feliz:Skewness Ruido ambiental	-0.383* (0.206)
Triste:Skewness Ruido ambiental	0.339* (0.202)
Estresado:Kurtosis Ruido ambiental	-0.145 (0.459)
Feliz:Kurtosis Ruido ambiental	-0.034 (0.256)
Triste:Kurtosis Ruido ambiental	-0.331 (0.262)
Estresado:Mediana Ruido ambiental	-4.500 (6.300)
Feliz:Mediana Ruido ambiental	-0.365 (1.240)
Triste:Mediana Ruido ambiental	-1.570 (2.410)
Estresado:Promedio Luminosidad	-0.047 (0.311)
Feliz:Promedio Luminosidad	-0.125 (0.156)
Triste:Promedio Luminosidad	-0.131 (0.209)
Estresado:Varianza Luminosidad	-0.854 (0.816)
Feliz:Varianza Luminosidad	0.099 (0.149)
Triste:Varianza Luminosidad	-0.546* (0.290)
Estresado:Skewness Luminosidad	-0.947** (0.402)
Feliz:Skewness Luminosidad	-0.087 (0.175)
Triste:Skewness Luminosidad	-0.081 (0.161)
Estresado:Kurtosis Luminosidad	-0.435 (0.473)
Feliz:Kurtosis Luminosidad	-0.300 (0.212)
Triste:Kurtosis Luminosidad	-0.199 (0.193)
Estresado:Mediana Luminosidad	0.495 (0.364)
Feliz:Mediana Luminosidad	-0.082 (0.144)
Triste:Mediana Luminosidad	0.018 (0.179)
N	541
AIC	1041
R ²	0.335
Log Likelihood	-386.000
LR Test	388.000*** (df = 135)

Note:

***p < .01; **p < .05; *p < .1

Selección de características de indicadores psicofisiológicos y señales ambientales

Debido a que existen varias características de los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales que no son significativas en los modelos anteriormente planteados, se realiza una selección manual, utilizando las variables que sí resultaron significativas en estos últimos, asimismo, son incorporadas las características significativas procedentes de los modelos de elección planteados para las variables *Valencia* y *Activación*.

En la Tabla 5.26 se muestran los resultados de la selección y de las cuales se desprende lo siguiente:

1. Respecto a la selección realizada con los indicadores psicofisiológicos, se mantienen como características significativas las anteriormente encontradas para la respuesta de conductancia de la piel (SCR), la variabilidad del ritmo cardiaco (HRV) y la temperatura de la piel (SKT). Para el caso del ritmo cardiaco (HR), solo conserva como característica significativa la varianza.
2. Respecto a la selección realizada con las señales ambientales, se mantienen como características significativas las anteriormente encontradas para la presión, CO₂, ruido ambiental y luminosidad. En particular, para el caso de la humedad, deja de ser significativa la skewness, pero se conserva el promedio y la varianza de aquella señal como características significativas.
3. Al igual que en los modelos anteriores, el tiempo lineal posee coeficientes significativos para los cuadrantes Triste y Feliz. Además, resulta significativa la variable del tiempo cuadrático para el cuadrante Triste. Por lo tanto, el tiempo se encuentra asociado con la probabilidad de elección de cuadrantes de emociones de los participantes.
4. La hipótesis que se tenía para el primer modelo era que el ritmo cardiaco (HR), la temperatura de la piel (SKT) y el nivel de conductancia de la piel (SCL) guardaban una asociación con los cuadrantes. En consecuencia, no se cumple con aquella suposición para el caso del SCL. En el segundo caso, la hipótesis que se tenía para este modelo era que el ruido ambiental, la temperatura ambiental y la humedad guardaban una asociación con los cuadrantes. Por lo tanto, no se cumple con aquella suposición para el caso de la temperatura ambiental.

En definitiva, se pueden obtener modelos óptimos que logren explicar la variable *Emoción*, utilizando los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales e incluyendo el tiempo. Salvo el nivel de conductancia de la piel en los indicadores psicofisiológicos y la temperatura ambiental en las señales ambientales, el resto de indicadores/señales entregan características que poseen coeficientes con algún nivel de significancia.

Tabla 5.26: Resultados de dos modelo logit multinomial donde la variable dependiente es la variable *Emoción*. “Modelo I” corresponde a una selección de las variables psicofisiológicas y “Modelo II” utiliza selección de variables ambientales como variables independientes. Las constantes por participante fueron omitidas.

Emoción

	Indicadores psicofisiológicos	Señales ambientales
Estresado:Tiempo cuadrado	-3.608 (3.508)	-0.950 (3.580)
Feliz:Tiempo cuadrado	2.542 (2.249)	1.696 (2.173)
Triste:Tiempo cuadrado	-12.472*** (2.998)	-8.531*** (2.658)
Estresado:Tiempo	3.407 (3.459)	0.829 (3.573)
Feliz:Tiempo	-3.683* (2.035)	-3.282* (1.965)
Triste:Tiempo	15.032*** (3.133)	11.735*** (2.741)
Estresado:Raíz de la media cuadrática SCL	-0.695 (0.534)	
Feliz:Raíz de la media cuadrática SCL	-0.313 (0.297)	
Triste:Raíz de la media cuadrática SCL	-0.277 (0.239)	
Estresado:Promedio SCR	1.018*** (0.339)	
Feliz:Promedio SCR	-0.368 (0.432)	
Triste:Promedio SCR	-0.274 (0.202)	
Estresado:Kurtosis SCR	0.240 (0.476)	
Feliz:Kurtosis SCR	0.010 (0.173)	
Triste:Kurtosis SCR	-0.519** (0.224)	
Estresado:Promedio HR	-1.214 (0.739)	
Feliz:Promedio HR	-0.220 (0.251)	
Triste:Promedio HR	0.165 (0.311)	
Estresado:Varianza HR	0.215 (0.200)	
Feliz:Varianza HR	-0.028 (0.154)	
Triste:Varianza HR	-0.525*** (0.191)	
Estresado:Skewness HR	-0.406 (0.274)	
Feliz:Skewness HR	0.053 (0.140)	
Triste:Skewness HR	-0.187 (0.154)	
Estresado:Kurtosis HR	-0.051 (0.272)	
Feliz:Kurtosis HR	0.017 (0.141)	
Triste:Kurtosis HR	-0.445*** (0.169)	
Estresado:Raíz de la media cuadrática HR	0.935 (0.690)	
Feliz:Raíz de la media cuadrática HR	0.273 (0.239)	
Triste:Raíz de la media cuadrática HR	0.072 (0.303)	
Estresado:Promedio HRV	-0.094 (0.307)	
Feliz:Promedio HRV	0.219 (0.144)	
Triste:Promedio HRV	0.271* (0.156)	
Estresado:Kurtosis HRV	0.464*** (0.176)	
Feliz:Kurtosis HRV	-0.053 (0.169)	
Triste:Kurtosis HRV	-0.067 (0.187)	
Estresado:Promedio SKT	0.516 (0.357)	
Feliz:Promedio SKT	-0.021 (0.224)	
Triste:Promedio SKT	0.144 (0.227)	
Estresado:Skewness SKT	-0.107 (0.256)	
Feliz:Skewness SKT	0.283* (0.145)	
Triste:Skewness SKT	-0.272* (0.149)	
Estresado:Raíz de la media cuadrática SKT	0.390 (0.296)	
Feliz:Raíz de la media cuadrática SKT	-0.065 (0.155)	
Triste:Raíz de la media cuadrática SKT	0.540*** (0.184)	
Estresado:Skewness Presión		0.516** (0.248)
Feliz:Skewness Presión		-0.110 (0.200)

Triste:Skewness Presión		-0.082 (0.132)
Estresado:Promedio CO ₂		-0.733 (1.309)
Feliz:Promedio CO ₂		-1.801** (0.919)
Triste:Promedio CO ₂		-1.632* (0.863)
Estresado:Skewness CO ₂		0.358 (0.271)
Feliz:Skewness CO ₂		0.357** (0.177)
Triste:Skewness CO ₂		0.079 (0.161)
Estresado:Mediana CO ₂		0.195 (0.282)
Feliz:Mediana CO ₂		-0.184 (0.235)
Triste:Mediana CO ₂		0.371* (0.208)
Estresado:Skewness Temperatura		0.208 (0.242)
Feliz:Skewness Temperatura		0.153 (0.129)
Triste:Skewness Temperatura		-0.191 (0.170)
Estresado:Promedio Humedad		0.900* (0.533)
Feliz:Promedio Humedad		-0.344 (0.315)
Triste:Promedio Humedad		-0.265 (0.205)
Estresado:Varianza Humedad		0.277 (0.281)
Feliz:Varianza Humedad		-0.694* (0.361)
Triste:Varianza Humedad		-0.322 (0.250)
Estresado:Skewness Humedad		-0.415 (0.281)
Feliz:Skewness Humedad		0.040 (0.157)
Triste:Skewness Humedad		0.292 (0.184)
Estresado:Kurtosis Humedad		0.310 (0.267)
Feliz:Kurtosis Humedad		-0.155 (0.172)
Triste:Kurtosis Humedad		0.182 (0.172)
Estresado:Skewness Ruido ambiental		0.750*** (0.284)
Feliz:Skewness Ruido ambiental		-0.345** (0.174)
Triste:Skewness Ruido ambiental		0.336* (0.174)
Estresado:Varianza Luminosidad		-0.270 (0.489)
Feliz:Varianza Luminosidad		0.110 (0.127)
Triste:Varianza Luminosidad		-0.486* (0.286)
Estresado:Skewness Luminosidad		-0.837*** (0.322)
Feliz:Skewness Luminosidad		-0.085 (0.165)
Triste:Skewness Luminosidad		-0.043 (0.162)
Estresado:Kurtosis Luminosidad		-0.493 (0.319)
Feliz:Kurtosis Luminosidad		-0.302* (0.182)
Triste:Kurtosis Luminosidad		-0.201 (0.176)
N	541	541
AIC	1006	1004
R ²	0.292	0.294
Log Likelihood	-410.356	-409.162
LR Test (df = 93)	338.951***	341.340***

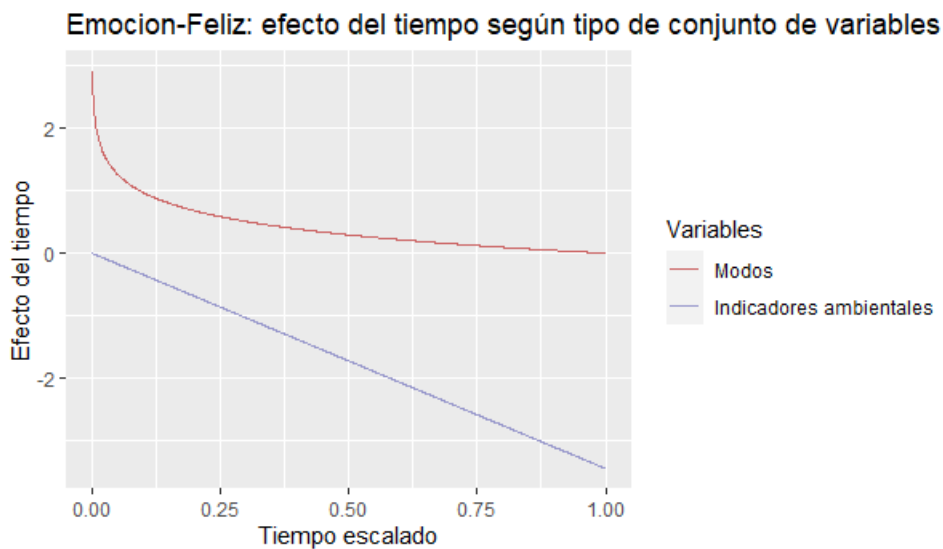
Note:

***p < .01; **p < .05; *p < .1

Efecto del tiempo

Al igual que en los modelos aplicados para *Valencia* y *Activación*, el tiempo resulta poseer un efecto significativo, pero limitado en algunos casos. Asimismo, llama la atención la utilización de diversas transformaciones de la variable tiempo y, en consecuencia, observar cómo evoluciona el efecto del tiempo en cada situación resulta interesante. A continuación se grafica el efecto de estas variables en las Figuras 5.19 y 5.20, donde se muestra específicamente el caso de los cuadrantes de emoción Feliz y Triste (Estresado no posee coeficientes significativos en este caso) cuando es incorporado junto a los modos de transporte, los indicadores psicofisiológicos y las señales ambientales.

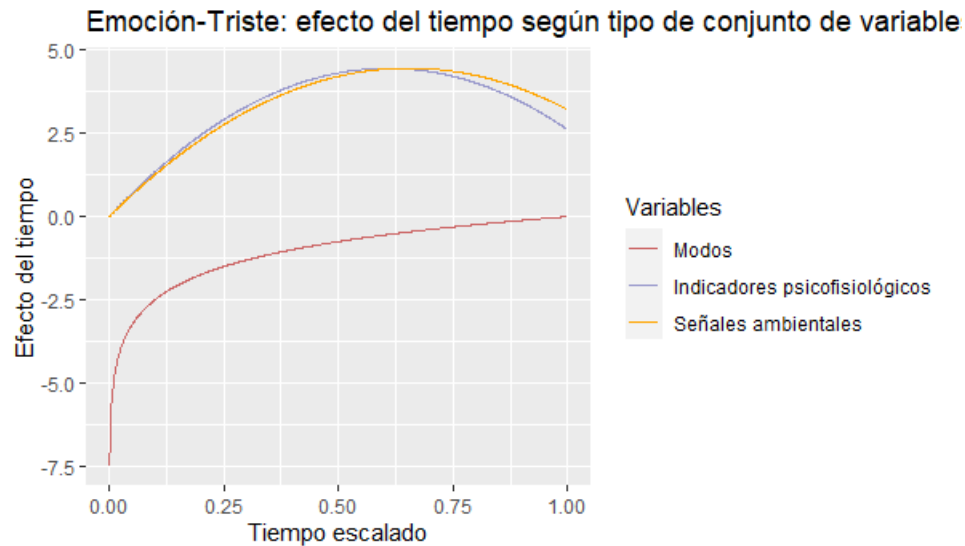
Para el caso de la Figura 5.19 no se grafica el efecto del tiempo para los indicadores psicofisiológicos debido a que no posee significancia estadística al 10 %. Es posible observar que para el caso del cuadrante Feliz el tiempo posee un efecto negativo y monótono.



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.19: Evolución de los efectos del tiempo a medida que este último crece, aplicado en tres tipos de conjunto de variables explicativas.

Para el cuadrante Triste, como se puede apreciar en la Figura 5.20, el tiempo posee un efecto creciente y monótono para el caso de los modos, pero para las señales ambientales e indicadores psicofisiológicos el crecimiento no lo es. Esto último significa que en algún instante del tiempo disminuyen las probabilidades de que los participantes declaren emociones de valencia negativa y de baja activación.



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.20: Evolución de los efectos del tiempo a medida que este último crece, aplicado en tres tipos de conjunto de variables explicativas.

5.9. Síntesis y discusión

5.9.1. Variables de transporte

El experimento de campo registra una gran cantidad de información relacionada a variables de transporte que no es utilizada en el análisis realizado anteriormente, como los eventos registrados durante los experimentos o las tasas de ocupación. Sin embargo, sí es empleada la información relacionada a los modos de transporte utilizados y si los participantes se encontraban sentados durante los viajes.

A continuación se sintetizan los principales resultados de los modelos de elección discreta, los cuales fueron utilizados para ahondar en la relación entre las variables de transporte descritas anteriormente y los estados emocionales declarados por los participantes.

1. En relación a los niveles de valencia: el bus convencional se asocia a una disminución de los niveles de valencia positiva en todos los modelos, al comparar con la caminata. Por otro lado, el metro y la caminata poseen efectos similares en cuanto a los niveles de valencia. Por último, para el bus eléctrico no se encuentra información concluyente, debido a que según el modelo de elección planteado puede aumentar los niveles de valencia positiva o igualar a los que entrega la caminata.
2. En relación a los niveles de activación: el metro se asocia a un aumento de los niveles de activación en todos los modelos, al comparar con la caminata. Por otro lado, el bus convencional y la caminata poseen efectos similares en cuanto a los niveles de activación. Luego, para el bus eléctrico no se encuentra información concluyente, debido a que según el modelo de elección planteado puede aumentar los niveles de activación o igualar a los que entrega la caminata. Por último, cuando los participantes se encuentran sentados

en un bus convencional, se evidencia una disminución de la probabilidad de activación.

3. En relación a los cuadrantes emocionales: al bus eléctrico se le asocia una disminución de las emociones de valencia negativa y baja activación (Triste), en comparación a la caminata. Asimismo, no existe información concluyente respecto a su asociación del bus eléctrico con emociones de valencia positiva y alta activación (Feliz), debido a que según el modelo, puede aumentar o igualar el efecto de la caminata. Por otro lado, al metro se le asocia un aumento de las emociones de valencia positiva y alta activación (Feliz). En el caso del bus convencional, no se encuentra información concluyente, debido a que según el modelo de elección planteado puede aumentar los niveles de valencia negativa y alta activación (Estresado) o igualar el efecto que entrega la caminata. Por último, cuando el participante se encuentra sentado, se asocia a una disminución de la probabilidad de declarar emociones de valencia negativa y alta activación (Estresado).

En base a lo anterior, se desprende que los estados emocionales efectivamente guardan relación con los tipos de modo de transporte utilizados. Esto último concuerda con lo encontrado en distintos estudios como los de Ettema et al. (2011), Morris y Guerra (2015), De Vos et al. (2016) y Lunke (2020). Específicamente, según el modo de transporte se puede mencionar lo siguiente:

El bus convencional es el único modo que llega a mostrar una asociación significativa en cuanto a mayores niveles de emociones desagradables, en comparación a la caminata. Asimismo, es el único modo que llega a mostrar en algunos modelos una asociación significativa en cuanto a mayores niveles de emociones desagradables y de alta activación, en comparación a la caminata. Por lo tanto, es posible afirmar que de los cuatro modos estudiados el que más se asocia a emociones desagradables son los buses convencionales. Esto último guarda relación con lo concluido por los trabajos de Morris y Guerra (2015) y los de De Vos et al. (2016), donde el bus es el modo asociado a mayores niveles de emociones negativas y a los niveles más bajos de satisfacción, respectivamente.

Respecto al bus eléctrico, es posible afirmar que es el modo que menos se relaciona a estados emocionales de valencia negativa con baja activación. Asimismo, en algunos modelos se encuentra una asociación significativa a mayores niveles de valencia positiva y valencia positiva con alta activación. Por lo tanto, el bus eléctrico debería encontrarse asociado a altos niveles de satisfacción, pero los resultados son distintos a los expuestos para el caso del bus convencional y a lo concluido en la literatura. Lo último puede verse motivado por la falta de desagregación de los tipos de buses, dejando entrever que existen características operativas que mejoran la experiencia de los usuarios en este caso. Sin embargo, es necesario aumentar el número de la muestra para poder evaluar si efectivamente este resultado se robustece.

Respecto al metro, es posible afirmar que es el modo de transporte que más se asocia a estados emocionales de alta activación. Asimismo, es el modo que más se relaciona a estados emocionales de valencia positiva y alta activación. Al contrastar con la literatura, normalmente este modo es agrupado con otros similares como el tren o el tranvía. Sin embargo, Lunke (2020) afirma en uno de sus estudios que al analizar los modos de transporte público, los usuarios del metro se encuentran más satisfechos con sus viajes que los de bus, lo cual concuerda al comparar con el bus convencional en el presente estudio.

Por último, la caminata fue el modo base en todos los modelos creados. De los análisis realizados se desprende que no es el modo que genera más satisfacción en los usuarios. Esto último debido a que los niveles de valencia son más altos en algunos modelos en el bus eléctrico y los estados emocionales de valencia positiva y alta activación son más alto en metro. No obstante, De Vos et al. (2016) concluyen que usuarios del bus o tren perciben su viaje más negativamente que en caminata. Sin embargo, esta diferencia puede ser atribuible a que De Vos et al. estudian viajes de ocio, en cambio, los participantes hacen un viaje que puede ser considerado como de trabajo. Además, la caminata en el experimento considera instantes de transbordo, lo que puede motivar variaciones en los resultados.

5.9.2. Indicadores psicofisiológicos

En el análisis realizado en el presente trabajo, se estudiaron las relaciones entre estados emocionales e indicadores psicofisiológicos a través de modelos de elección discreta. A continuación se muestra en la Tabla 5.27 un resumen de las características significativas por indicador según el tipo de modelo y las variables explicadas. De la cual se desprende lo siguiente:

1. Se puede considerar que el único indicador psicofisiológico de características con coeficientes significativos para las tres variables explicadas es la temperatura de la piel (SKT). Este indicador se encuentra asociado a los niveles de valencia y activación de las emociones y, además, guarda relación con la percepción de emociones de valencia positiva y alta activación (Feliz), y las de valencia negativa y baja activación (Triste). Esto último se condice con lo encontrado en la literatura, donde este indicador es asociado a estados emocionales como la tristeza, disgusto y la felicidad (Collet et al., 1997).
2. Para las señales que se derivan de la actividad electrodermal: el nivel de conductancia de la piel (SCL) es asociado a los niveles de activación de las emociones. Por el otro lado, la respuesta de conductancia de la piel (SCR) es asociado a las emociones de valencia negativa de alta y baja activación (Estresado y Triste, respectivamente). En la literatura la actividad electrodermal se encuentra relacionada con niveles de excitación (Ganglbauer et al., 2009) y de estrés (Park et al., 2009). Por lo tanto, estos indicadores guardan efectivamente relación al poder discriminar ciertos grados de activación.
3. El ritmo cardiaco (HR) es un indicador que se relaciona principalmente a la explicación de los niveles de valencia de la emociones. Además, también este indicador es asociado a las emociones de valencia negativa de alta y baja activación (Estresado y Triste, respectivamente). Esto último se condice con lo encontrado en la literatura, donde a este indicador se le asocia a niveles de activación (Robazza et al., 1999) y a estados afectivos como la ira (Ekman et al., 1983).
4. Por último, la variabilidad del ritmo cardiaco (HRV) no logra explicar por si sola niveles de activación o valencia en este experimento. Sin embargo, es asociada a la captura de diferencias de emociones de alta activación en cuanto a si corresponden a niveles de valencia positiva o negativa (Feliz o Estresado, respectivamente). Esto último se condice con lo encontrado en la literatura, donde a este indicador se le asocia a estados afectivos como el estrés (Healey y Picard, 2005; Lane et al., 2009; Sharma y Gedeon, 2012), es decir, emociones de alta activación y valencia negativa.

Tabla 5.27: Características de los indicadores psicofisiológicos según variable explicada (*Valencia, Activación y Emoción*) y modelos de elección discreta creados. Simbología: “+” si el coeficiente es significativo y positivo, “-” si el coeficiente es significativo y negativo, y si se encuentra vacío, no es significativa. Se omitieron las características que no eran significativas para ningún modelo.

Indicador psicofisiológico		Valencia		Activación		Emoción							
		Completo	Selección	Completo	Selección	Completo			Selección				
						Triste	Feliz	Estresado	Triste	Feliz	Estresado		
SCL	RMS			-	-								
SCR	Promedio					-		+					+
	Kurtosis		+			-			-				
SKT	Promedio	-											
	Skewness		+	+			+		-		+		
	RMS	-	-			+			+				
HR	Promedio								-				
	Varianza	+	+			-			-				
	Skewness	+	+						-				
	Kurtosis	+	+			-							
HRV	Promedio						+		-				
	Kurtosis									+			+
	RMS									+			

5.9.3. Señales ambientales

En el análisis realizado en el presente trabajo, se estudiaron las relaciones entre estados emocionales y señales ambientales a través de modelos de elección discreta. A continuación se muestra en la Tabla 5.28 un resumen de las características significativas por señal según el tipo de modelo y las variables explicadas. De la cual se desprende lo siguiente:

1. Se puede considerar que la única señal ambiental de características con coeficientes significativos para las tres variables explicadas es la luminosidad. Esta señal se encuentra asociada a los niveles de valencia y activación de las emociones y, además, guarda relación con todos los cuadrantes de emociones estudiados. Es decir, los de baja activación y valencia negativa (Triste), alta activación y valencia positiva (Feliz); y alta activación y valencia negativa (Estresado).
2. La presión es una señal que se encuentra asociada a las emociones de valencia negativa y alta activación (Estresado).
3. El nivel de CO₂ se relacionan con los niveles de activación. Además, también esta señal es asociada a las emociones de valencia negativa y baja activación (Triste); y a las de valencia positiva y alta activación (Feliz).
4. La temperatura ambiental solo se encuentra relacionan con los niveles de activación.
5. La humedad no logra explicar por si sola niveles de activación o valencia en este experimento. Sin embargo, es asociada a la captura de baja activación y valencia negativa (Triste), de alta activación y valencia positiva (Feliz); y de alta activación y valencia negativa (Estresado).
6. Por último, el ruido ambiental no logra explicar por si sola niveles de activación. Sin embargo, es asociada a los niveles de valencia de las emociones y también se encuentra

relacionada a las emociones de baja activación y valencia negativa (Triste); de alta activación y valencia positiva (Feliz); y de alta activación y valencia negativa (Estresado).

Tabla 5.28: Características de las señales ambientales según variable explicada (*Valencia, Activación y Emoción*) y modelos de elección discreta creados. Simbología: “+” si el coeficiente es significativo y positivo, “-” si el coeficiente es significativo y negativo, y si se encuentra vacío, no es significativa. Se omitieron las características que no eran significativas para ningún modelo.

Señales ambientales		Valencia		Activación		Emoción						
		Completo	Selección	Completo	Selección	Completo			Selección			
						Triste	Feliz	Estresado	Triste	Feliz	Estresado	
Presión	Skewness							+				+
CO ₂	Promedio				-	-	-		-	-		
	Skewness			+			+			+		
	Mediana					+			+			
Temperatura	Skewness			+	+							
Humedad	Promedio							+				+
	Varianza					-	-	+		-		
	Skewness								-			
	Kurtosis											
Ruido ambiental	Skewness	-	-			+	-	+	+	-	+	
Luminosidad	Varianza	+	+			-			-			
	Skewness	+	+					-				-
	Kurtosis			-							-	

5.9.4. Ajuste de los modelos

Un punto interesante de los modelos de elección discreta planteados en este trabajo, es evaluar cuanta varianza explica en relación a las variables relacionadas a estados emocionales. Esto último es posible de ser analizado a través de la métrica R^2 de McFadden y son expuestos en la Tabla 5.29 según conjunto de variables explicativas. En particular, los valores de la métrica señalada son más bajos para los modelos que intentan explicar la variable *Activación*, por lo tanto, se puede interpretar que el nivel de activación de los estados emocionales es la componente más complicada de capturar con los datos disponibles y los modelos diseñados.

Tabla 5.29: Valores de la métrica R^2 de McFadden para los modelos que explican las variables *Valencia, Activación y Emoción*, según el tipo de variables explicativas.

Conjunto de variables explicativas	Valencia	Activación	Emoción
Modos de transporte	0,26	0,16	0,24
Indicadores psicofisiológicos	0,31	0,18	0,32
Selección indicadores psicofisiológicos	0,30	0,16	0,29
Señales ambientales	0,31	0,19	0,34
Selección señales ambientales	0,28	0,16	0,29

5.9.5. Variables de control: tiempo y participantes

Para todos los modelos planteados se puede observar que las variables de control como el tiempo y las *dummies* relacionadas a los participantes resultan tener diversos coeficientes con significancia estadística. Por lo tanto, cobra relevancia su incorporación en los modelos.

En particular, los tiempos de viaje tienen un efecto altamente significativo. En todos los modelos e independientemente de la forma en que sea incorporada (lineal, cuadrático o logarítmico), poseen a lo menos un coeficiente significativo al 5%. Asimismo, el tiempo se encuentra relacionado a la disminución de emociones de alta activación y de valencia positiva, lo cual resulta intuitivo pensando en que los participantes deben comenzar a presentar agotamiento físico y mental a medida que transcurre el experimento.

Desde el punto de vista de la activación, Wener et al. (2003) realizaron estudios de niveles de estrés a través de cortisol salival en viajes en transporte público, concluyendo que el nivel de estrés es mediado por el tiempo de viaje. Es preciso señalar que las emociones relacionadas a valencia negativa y alta activación (estrés) se encuentran subrepresentadas en la muestra estudiada, por lo tanto, no es posible afirmar lo mismo que Wener et al., pero sí es posible señalar que tiene un efecto mediador en otros cuadrantes emocionales como los de valencia positiva y alta activación y los de valencia negativa y baja activación.

Por otro lado, en los modelos de elección binarios, es decir, los que explican la *Valencia* y *Activación*, se pudo realizar un análisis adicional para evaluar la ponderación de las variables relacionadas a los participantes y el tiempo en el ajuste de los modelos. En particular, se pudo utilizar un Análisis de pesos relativos (ver el resumen de resultados en la Tabla 5.30) y de la cual se desprende lo siguiente:

- Las variables relacionadas a los participantes son las que más aportan al ajuste de los modelos. Sin embargo, en los casos donde menos contribución existe por parte de estas variables se produce cuando son incorporado junto a los indicadores psicofisiológicos. Esto último puede deberse al tratamiento previo que reciben estas variables en cuanto a la sustracción de la línea base.
- El tiempo es una variable que contribuye más al ajuste de los modelos relacionados a los niveles de valencia que a los de activación.

Tabla 5.30: Síntesis de los porcentajes del aporte de las variables relacionadas a las *dummies* de los participantes y las variables del tiempo, para los modelos que explican las variables *Valencia*, *Activación* y *Emoción*, según el tipo de variables explicativas.

Conjunto de variables explicativas	Valencia		Activacion	
	Participantes	Tiempo	Participantes	Tiempo
Modos de transporte	93 %	5 %	97 %	0.9 %
Indicadores psicofisiológicos	61 %	6 %	88 %	1 %
Selección indicadores psicofisiológicos	91 %	6 %	95 %	1 %
Señales ambientales	80 %	5 %	92 %	1 %
Selección señales ambientales	91 %	5 %	92 %	1 %

5.9.6. Elección de ventanas de tiempo

Como se comprueba que existe una relación entre las emociones y los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales, la última pregunta de investigación a contestar es ¿cuál es

la ventana de tiempo óptima para registrar aquella relación?

Para los modelos que explican los niveles de valencia, activación y los cuadrantes de emociones, utilizando todos los indicadores psicofisiológicos y todas las señales ambientales —sin hacer selección de características— la ventana óptima de tiempo de registro es de 6 segundos en todos los casos. No obstante, el comportamiento del ajuste según el criterio de información de Akaike (AIC) pueden ser muy distintos al observar por variable explicada.

En los modelos que explican niveles de valencia y elección de cuadrantes de emoción, se encuentra un único valor óptimo del AIC para una ventana de tiempo de 6 segundos. Sin embargo, al observar los modelos que explican los niveles de activación es posible encontrar más de una ventana de tiempo óptima, según el conjunto de regresores a utilizar. No obstante, es preciso señalar que las ventanas que entregan mejores valores para la métrica en cuestión se obtienen para largos de ventanas menores o iguales a 6 segundos.

En resumen, utilizando una ventana de tiempo de 6 segundos se puede asegurar un registro óptimo que permita establecer la relación entre los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales con las emociones declaradas por los participantes.

Capítulo 6

Conclusiones

El presente trabajo de título expone el diseño, implementación y análisis de los resultados de un experimento de campo en un contexto de transporte público. Específicamente, los participantes del experimento se vieron expuestos a eventos de transporte, utilizando sensores portátiles para el registro de indicadores psicofisiológicos y señales ambientales. Es importante precisar que el experimento de campo se sustenta teóricamente en la metodología planteada para la incorporación de indicadores psicofisiológicos en modelos de elección en transporte de Castro et al. (2020).

A continuación se revisará el cumplimiento de los objetivos específicos de esta memoria. En primer lugar, se cumplió el primer objetivo específico de diseñar y aplicar instrumentos de recolección de información, para identificar tres emociones que mejor representen cada cuadrante del modelo circumplejo de Russell (1980) para describir las emociones en un viaje en transporte público. Específicamente el modelo circumplejo posee dos dimensiones para clasificar una emoción: valencia (placentera o desagradable) y un eje de activación (alta o baja excitación). En consecuencia, el modelo circumplejo entrega cuatro cuadrantes emocionales: valencia positiva con alta activación (p. ej., feliz), valencia positiva con baja activación (p. ej., relajado), valencia negativa con alta activación (p. ej., estresado) y valencia negativa con baja activación (p. ej., triste).

Se cumplió el segundo objetivo de planificar y ejecutar un experimento de campo en el que los participantes se vieron expuestos a diversos eventos de transporte, portando sensores de señales ambientales y psicofisiológicas al mismo tiempo que describieron las emociones que percibían. El experimento de campo fue ejecutado entre los días 27 de noviembre de 2019 y 30 de enero de 2020 en la ciudad de Santiago, Chile. Contó con la participación de 55 estudiantes de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile y utilizó aplicaciones para *smartphones*, sensores de señales ambientales (ContextINO) y sensores de indicadores psicofisiológicos (PCB) con el fin de capturar los datos.

Finalmente, se cumplió el tercer y último objetivo específico, esto es, procesar procesar y analizar la información obtenida de los experimentos, estudiando la relación de las emociones descritas por los participantes con las variables de transporte, indicadores psicofisiológicos y señales ambientales. Específicamente, se analizó una submuestra de 16 participantes mediante

diversos análisis exploratorios y modelos de elección discreta para verificar aquellas relaciones.

Dentro de los análisis realizados en este trabajo, destaca principalmente el uso de modelos de elección discreta para poder responder las preguntas de investigación planteadas al inicio de esta memoria. La primera pregunta trata sobre si los eventos de transporte gatillan efectivamente cambios en los estados emocionales de los participantes del experimento. La segunda, sobre si es posible registrar los cambios emocionales, utilizando sensores que capturen indicadores psicofisiológicos y señales ambientales. Por último, la tercera pregunta trata sobre cuál sería la ventana de tiempo óptima para registrar la relación entre los cambios de emociones y las señales ambientales e indicadores psicofisiológicos.

Respecto a la primera pregunta de investigación, los eventos de transporte, utilizados en el análisis son los modos de transporte utilizados por los participantes y si las personas se encontraban sentadas durante el experimento.

Se concluye que los modos de transporte sí se encuentran asociados a cambios emocionales. En particular al comparar con la caminata: el bus convencional se encuentra asociado a aumentos de emociones de valencia negativa. El metro se asocia a aumentos de los niveles de activación y a un aumento en la declaración de cuadrantes de emociones de valencia positiva con alta activación. Por último, el bus eléctrico es el modo que menos se relaciona a estados emocionales de valencia negativa con baja activación.

Por otro lado, se concluye que el estar sentado también se encuentra asociado a cambios emocionales. En particular, las personas si se encuentran sentadas se produce un efecto de disminución en los niveles activación o excitación en buses convencionales. Asimismo, se encuentra asociada también a la disminución de emociones de valencia negativa con alta activación.

Respecto a la segunda pregunta de investigación; se estudiaron características como el promedio, la varianza, la skewness, la kurtosis, la raíz de la media cuadrática y la mediana de los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales registradas en ciertas ventanas de tiempo. Específicamente, los indicadores psicofisiológicos estudiados son: el ritmo cardíaco (HR), la variabilidad del ritmo cardíaco (HRV), la respuesta de conductancia de la piel (SCR), el nivel de conductancia de la piel (SCL) y la temperatura de la piel (SKT). Por el otro lado, el experimento de campo registra doce tipos de señales ambientales, pero para el análisis se utilizaron seis de ellas: niveles de dióxido de carbono, humedad, luminosidad, presión, ruido ambiental y temperatura ambiental.

Se concluye que a todos los indicadores psicofisiológicos se les puede asociar alguna de sus características a una dimensión emocional. Al observar los niveles de valencia, se encuentran asociadas la SCR, SKT y HR. Respecto a los niveles de activación, se encuentran asociados la SCL y SKT. Por último, al observar por cuadrantes emocionales, se asocian la SCR, SKT, HR y HRV. En definitiva, es posible afirmar que para los indicadores psicofisiológicos anteriormente nombrados, efectivamente pueden capturar cambios emocionales, utilizando dispositivos que las registren. Además, cabe destacar que todos los indicadores anteriormente señalados guardan alguna relación con la literatura revisada.

También se concluye que a todas las señales ambientales se les puede asociar alguna

de sus características a una dimensión emocional. Al observar los niveles de valencia, se encuentran asociadas la humedad, la luminosidad y el ruido ambiental. Respecto a los niveles de activación, se encuentran asociados la temperatura ambiental, los niveles de CO₂ y la luminosidad. Por último, al observar por cuadrantes emocionales, se asocian la presión, niveles de CO₂, la humedad, el ruido ambiental y la luminosidad. En definitiva, es posible afirmar que para las señales ambientales anteriormente nombradas, efectivamente pueden capturar cambios emocionales, utilizando dispositivos que las registren.

Respecto a la última pregunta de investigación, se concluye que el intervalo de tiempo óptimo desde que se comienzan a registrar los indicadores psicofisiológicos y las señales ambientales hasta que los participantes declaran un estado emocional, debe ser de 6 segundos. Cabe precisar que para determinar lo anterior se utilizó el criterio de información de Akaike calculado para todos los modelos creados en distintas ventanas de tiempo.

En resumen, los eventos en transporte como el modo utilizado y si las personas se encuentran sentadas durante el viaje, gatillan cambios de emociones. Por otro lado, se concluye que los indicadores psicofisiológicos se encuentran asociados a estados emocionales, lo cual guarda relación con la literatura estudiada. Por último, se concluye que las señales ambientales también se asocian a estados emocionales y que la ventana de tiempo óptima de registro de los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales es de 6 segundos.

Por último, el aporte de esta memoria recae en haber diseñado y ejecutado con éxito una metodología experimental que permite registrar emociones con información granular. Esto último fija un precedente para futuros estudios sobre cómo los usuarios toman sus decisiones en transporte público y generar valiosos insumos para la creación de políticas públicas.

6.1. Implicancias para la creación de políticas públicas

Según Lahera (1999) las políticas públicas son cursos de acción o flujos de información relativos a un objetivo público, desarrollados por el sector público y con la frecuente participación de la comunidad o el sector privado. Un posible objetivo puede ser el incentivar el uso del transporte público. Esto último puede tener el efecto de disminuir las externalidades negativas producidas por el uso de otros modos de transporte que resultan ser más ineficientes, como el automóvil, donde la tasa de ocupación promedio es de 1,5 personas (Tirachini, 2017). Otro objetivo público puede ser el mejorar los índices de satisfacción del transporte público, para las personas que ya utilizan estos servicios se sientan más cómodas.

En el caso hipotético que se siga ahondando y perfeccionando el uso de sensores psicofisiológicos y ambientales, además de profundizar en la interpretación de las señales que generan, se podría en algún momento utilizar las mismas señales de dispositivos que ya poseen las personas. Por ejemplo, un dispositivo que se ha ido masificando en el mercado son los *smart watch*, que tienen incorporados sensores fotoplestismográficos (PPG). Una posible idea es el entrecruzar la información de estos aparatos en un contexto de viaje cotidiano en transporte público, lo que podría ayudar a identificar desde siniestros de tránsito hasta elementos de segregación urbana; siendo insumos que puede resultar valiosos para ayudar a los hacedores de políticas públicas (*policy makers*) y cumplir con los objetivos públicos que sean declarados.

6.2. Limitaciones y extensiones

Las principales limitaciones que se identifican del trabajo realizado son las siguientes: el experimento de campo diseñado corresponde a uno de carácter controlado. Por lo tanto, las conclusiones que se obtengan respecto a las interpretaciones de las señales no son extensibles a viajes en transporte público de carácter natural o no controlado. Además, los dispositivos utilizados para registrar los indicadores psicofisiológicos de los participantes, es decir, las pulseras PCB, se conectan por *Bluetooth* al sensor de contexto (ContextINO) para poder almacenar los datos registrados. Debido a lo anterior hubo varios inconvenientes durante algunos experimentos, ya que esta señal se perdía en ciertos instantes. En consecuencia, las pulseras no pueden ser utilizadas sin el sensor de contexto y su funcionamiento no es robusto, lo cual actualmente limita la posibilidad de realizar experimentos sin alguna persona que vigile el correcto funcionamiento del experimento. Por último, una limitante importante de los resultados y las conclusiones es que algunos tramos del experimento poseen diferentes condiciones de ruta de viaje. En consecuencia, existen variables del experimento que no son controladas en el análisis, produciendo que los resultados puedan verse influenciado por aquello.

Algunas extensiones que pueden ser realizadas para poder profundizar en los objetivos del trabajo o mejorar los resultados de análisis posteriores son las siguientes: en primer lugar, procesar e incorporar una mayor cantidad de observaciones de los participantes, para poder agregar robustez a los resultados del análisis realizado en este trabajo. En segundo lugar, procesar y utilizar eventos granulares de la aplicación *PsycoTrans*. Esto último sirve para poder complementar la demostración empírica de la propuesta metodológica. En tercer lugar, caracterizar los tramos de caminata y explorar su relación con las emociones declaradas. Por último, estudiar si existe un efecto al pedirle a los participantes que declaren su estado emocional. Esto último debe reflejarse principalmente en las señales psicofisiológicas y el beneficio de su estudio es el poder aislar aquel efecto (en caso que exista) de posteriores análisis.

Bibliografía

- Abdi, H. y Williams, L. J. (2010). Principal component analysis. *WIREs Computational Statistics*, 2(4):433–459.
- Abou-Zeid, M., Witter, R., Bierlaire, M., Kaufmann, V., y Ben-Akiva, M. (2012). Happiness and travel mode switching: findings from a swiss public transportation experiment. *Transport Policy*, 19(1):93–104.
- Anderson, D. R., Sweeney, D. J., y Williams, T. A. (1999). *Statistics for business and economics*. South-Western Publishing Company.
- Ba, Y., Zhang, W., Wang, Q., Zhou, R., y Ren, C. (2017). Crash prediction with behavioral and physiological features for advanced vehicle collision avoidance system. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 74:22–33.
- Bloombaum, M. (1970). Doing smallest space analysis. *The Journal of Conflict Resolution*, 14(3):409–416.
- Budescu, D. V. (1993). Dominance analysis: a new approach to the problem of relative importance of predictors in multiple regression. *Psychological bulletin*, 114(3):542.
- Burt, K. B. y Obradović, J. (2013). The construct of psychophysiological reactivity: Statistical and psychometric issues. *Developmental Review*, 33(1):29–57.
- Cacioppo, J. T., Gardner, W. L., y Berntson, G. G. (1999). The affect system has parallel and integrative processing components: Form follows function. *Journal of personality and Social Psychology*, 76(5):839.
- Carrel, A., Mishalani, R. G., Sengupta, R., y Walker, J. L. (2016). In pursuit of the happy transit rider: dissecting satisfaction using daily surveys and tracking data. *Journal of Intelligent Transportation Systems*, 20(4):345–362.
- Carroll, J. D. y Wish, M. (1974). Multidimensional perceptual models and measurement methods. *Handbook of perception*, 2:391–447.
- Castro, M., Guevara, C. A., y Jimenez-Molina, A. (2020). A methodological framework to incorporate psychophysiological indicators into transportation modeling. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 118:102712.
- Collet, C., Vernet-Maury, E., Delhomme, G., y Dittmar, A. (1997). Autonomic nervous

- system response patterns specificity to basic emotions. *Journal of the autonomic nervous system*, 62(1-2):45–57.
- Cortina, J. M. y Landis, R. S. (2009). When small effect sizes tell a big story, and when large effect sizes don't. *Statistical and methodological myths and urban legends: Doctrine, verity and fable in the organizational and social sciences*, pages 287–308.
- Cox, M. A. y Cox, T. F. (2008). *Multidimensional scaling*. Springer.
- Croissant, Y. (2020). *mlogit: Multinomial Logit Models*. R package version 1.0-3.1.
- de Leeuw, J. y Heiser, W. (1982). 13 theory of multidimensional scaling. *Handbook of statistics*, 2:285–316.
- De Vos, J., Mokhtarian, P. L., Schwanen, T., Van Acker, V., y Witlox, F. (2016). Travel mode choice and travel satisfaction: bridging the gap between decision utility and experienced utility. *Transportation*, 43(5):771–796.
- De Vos, J., Schwanen, T., Van Acker, V., y Witlox, F. (2013). Travel and subjective well-being: A focus on findings, methods and future research needs. *Transport Reviews*, 33(4):421–442.
- DTPM (2020a). Estudio de satisfacción empresas operadoras. <http://www.dtpm.cl/index.php/documentos/estudios>.
- DTPM (2020b). Usuarios del transporte público metropolitano ponen nota 5,5 al sistema. <http://www.dtpm.cl/index.php/homepage/noticias/592-usuarios-ponen-nota-5-5-a-recorridos-con-buses-red-y-mejoran-su-calificacion-del-transporte-publico-metropolitano>.
- Duarte, A., Garcia, C., Giannarakis, G., Limão, S., Polydoropoulou, A., y Litinas, N. (2010). New approaches in transportation planning: happiness and transport economics. *NETNOMICS: Economic Research and Electronic Networking*, 11(1):5–32.
- Eagly, A. H. y Chaiken, S. (1993). *The psychology of attitudes*. Harcourt brace Jovanovich college publishers.
- Ekman, P. (1994). Moods, emotions, and traits. *The nature of emotion: Fundamental questions*, pages 56–58.
- Ekman, P., Levenson, R. W., y Friesen, W. V. (1983). Autonomic nervous system activity distinguishes among emotions. *science*, 221(4616):1208–1210.
- Ettema, D., Gärling, T., Eriksson, L., Friman, M., Olsson, L. E., y Fujii, S. (2011). Satisfaction with travel and subjective well-being: Development and test of a measurement tool. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 14(3):167–175.
- Fernandez, R. (2014). *Temas de ingeniería y gestión de tránsito*. RIL Editores.

- Frijda, N. H. et al. (1994). *Varieties of affect: Emotions and episodes, moods, and sentiments*. New York Oxford University Press.
- Ganglbauer, E., Schrammel, J., Geven, A., y Tscheligi, M. (2009). Possibilities of psychophysiological methods for measuring emotional aspects in mobile contexts. In *MobileHCI*, volume 9, pages 15–18. Citeseer.
- Gao, Y., Rasouli, S., Timmermans, H., y Wang, Y. (2017). Effects of traveller’s mood and personality on ratings of satisfaction with daily trip stages. *Travel behaviour and society*, 7:1–11.
- Gordan, R., Gwathmey, J. K., y Xie, L.-H. (2015). Autonomic and endocrine control of cardiovascular function. *World journal of cardiology*, 7(4):204.
- Guevara, C. A. (2015). Critical assessment of five methods to correct for endogeneity in discrete-choice models. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 82:240–254.
- Guevara, C. A., Jiménez, A., y Munizaga, M. (2019). Toward accounting for the behavioral roots in the modeling of transportation choices. *Research Proposal FONDECYT project 1191104*.
- Guevara, C. A. y Polanco, D. (2016). Correcting for endogeneity due to omitted attributes in discrete-choice models: the multiple indicator solution. *Transportmetrica A: Transport Science*, 12(5):458–478.
- Guttman, L. (1968). A general nonmetric technique for finding the smallest coordinate space for a configuration of points. *Psychometrika*, 33(4):469–506.
- Guttman, L. (1971). Measurement as structural theory. *Psychometrika*.
- Healey, J. A. y Picard, R. W. (2005). Detecting stress during real-world driving tasks using physiological sensors. *IEEE Transactions on intelligent transportation systems*, 6(2):156–166.
- Hennig, C. (2019). *fpc: Flexible Procedures for Clustering*. R package version 2.2-3.
- Johnson, J. (2004). Factors affecting relative weights: The influence of sampling and measurement error. *Organizational Research Methods*, 7:283–299.
- Johnson, J. W. (2000). A heuristic method for estimating the relative weight of predictor variables in multiple regression. *Multivariate behavioral research*, 35(1):1–19.
- Johnson, R. M. (1966). The minimal transformation to orthonormality. *Psychometrika*, 31(1):61–66.
- Karthikeyan, P., Murugappan, M., y Yaacob, S. (2012). Descriptive analysis of skin temperature variability of sympathetic nervous system activity in stress. *Journal of Physical Therapy Science*, 24(12):1341–1344.

- Kruskal, J. B. (1964). Nonmetric multidimensional scaling: a numerical method. *Psychometrika*, 29(2):115–129.
- Lahera, E. (1999). Introducción a las políticas públicas. *CEPAL*.
- Lane, R. D., McRae, K., Reiman, E. M., Chen, K., Ahern, G. L., y Thayer, J. F. (2009). Neural correlates of heart rate variability during emotion. *Neuroimage*, 44(1):213–222.
- Larsen, J., Berntson, G., Poehlmann, K., Ito, T., y Cacioppo, J. (2008). *The Psychophysiology of Emotion*. The Guilford Press.
- Lunke, E. B. (2020). Commuters’ satisfaction with public transport. *Journal of Transport & Health*, 16:100842.
- MacRae, B. A., Annaheim, S., Spengler, C. M., y Rossi, R. M. (2018). Skin temperature measurement using contact thermometry: a systematic review of setup variables and their effects on measured values. *Frontiers in physiology*, 9:29.
- Madrid, H. y Patterson, M. (2014). Measuring affect at work based on the valence and arousal circumplex model. *The Spanish journal of psychology*, 17:1–12.
- Maechler, M., Rousseeuw, P., Struyf, A., Hubert, M., y Hornik, K. (2019). *cluster: Cluster Analysis Basics and Extensions*. R package version 2.1.0 — For new features, see the ‘Changelog’ file (in the package source).
- Marschak, J. (1974). Binary-choice constraints and random utility indicators (1960). In *Economic Information, Decision, and Prediction*, pages 218–239. Springer.
- Martell, R., Lane, D., y Emrich, C. (1996). Male-female differences: A computer simulation. *American Psychologist*, 51:157–158.
- Morris, E. A. (2015). Should we all just stay home? travel, out-of-home activities, and life satisfaction. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 78:519–536.
- Morris, E. A. y Guerra, E. (2015). Mood and mode: does how we travel affect how we feel? *Transportation*, 42(1):25–43.
- MTT (2015). Presentamos resultados de la encuesta origen destino de santiago. <https://www.mtt.gob.cl/archivos/10194>.
- Nourbakhsh, N., Wang, Y., Chen, F., y Calvo, R. A. (2012). Using galvanic skin response for cognitive load measurement in arithmetic and reading tasks. In *Proceedings of the 24th Australian Computer-Human Interaction Conference*, pages 420–423.
- Park, S., Reddy, B., Suresh, A., Mani, M. R., Kumar, V. V., Sung, J.-S., Anbuselvi, R., Bhuvaneshwaran, R., Sattarova, F., Shavkat, S., et al. (2009). Electro-dermal activity, heart rate, respiration under emotional stimuli in schizophrenia. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 9:1–8.

- Paschalidis, E., Choudhury, C. F., y Hess, S. (2019). Combining driving simulator and physiological sensor data in a latent variable model to incorporate the effect of stress in car-following behaviour. *Analytic methods in accident research*, 22:100089.
- Posner, J., Russell, J., y Peterson, B. (2005). The circumplex model of affect: An integrative approach to affective neuroscience, cognitive development, and psychopathology. *Development and psychopathology*, 17:715–34.
- R Core Team (2018). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Raveh, A. y Landau, S. F. (1986). Smallest-space analysis vs. the method of principal components: another look at ahamad's analysis of crimes. *Journal of Quantitative Criminology*, 2(3):279–291.
- Rice, J. A. (2006). *Mathematical statistics and data analysis*. Cengage Learning.
- Robazza, C., Bortoli, L., y Nougier, V. (1999). Emotions, heart rate and performance in archery: A case study. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 39:169–76.
- Russell, J. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 6:1161–1178.
- Russell, J., Lewicka, M., y Niit, T. (1989). A cross-cultural study of a circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 57:848–856.
- Russell, J. A. y Barrett, L. F. (1999). Core affect, prototypical emotional episodes, and other things called emotion: dissecting the elephant. *Journal of personality and social psychology*, 76(5):805.
- Said, M., Abou-Zeid, M., y Chalak, A. (2017). Investigating the impact of satisfaction indicators on the efficiency of choice models: New evidence from lebanon. *Journal of choice modelling*, 22:1–12.
- Sharma, N. y Gedeon, T. (2012). Objective measures, sensors and computational techniques for stress recognition and classification: A survey. *Computer methods and programs in biomedicine*, 108(3):1287–1301.
- Shoval, N., Schvimer, Y., y Tamir, M. (2018). Tracking technologies and urban analysis: Adding the emotional dimension. *Cities*, 72:34–42.
- T13 (2019). La cronología del estallido social en chile, según la agencia afp. <https://www.t13.cl/noticia/nacional/la-cronologia-del-estallido-social-chile-segun-agencia-afp>.
- Tan, P.-N., Steinbach, M., y Kumar, V. (2016). *Introduction to data mining*. Pearson Education India.
- Thurstone, L. L. (1994). A law of comparative judgment. *Psychological review*, 101(2):266.

- Tirachini, A. (2017). Las calles del futuro: la batalla perdida de los vehículos particulares. <http://www.infraestructurapublica.cl/las-calles-del-futuro-la-batalla-perdida-de-los-vehiculos-particulares/>.
- Tonidandel, S. y LeBreton, J. M. (2010). Determining the relative importance of predictors in logistic regression: An extension of relative weight analysis. *Organizational Research Methods*, 13(4):767–781.
- Tonidandel, S. y LeBreton, J. M. (2015). Rwa web: A free, comprehensive, web-based, and user-friendly tool for relative weight analyses. *Journal of Business and Psychology*, 30(2):207–216.
- Train, K. E. (2009). *Discrete Choice Methods with Simulation*. Cambridge University Press, 2 edition.
- Urrejola, J. (2019). La cronología del estallido social en Chile. <https://www.dw.com/es/la-cronolog%C3%ADa-del-estallido-social-de-chile/a-51407726>.
- Valiente, F. (2019). Vivir y sobrevivir en la “zona cero”. <https://www.pauta.cl/nacional/vidas-de-vecinos-familias-ancianos-zona-cero-santiago-adaptacion-protestas>.
- Venables, W. N. y Ripley, B. D. (2002). *Modern Applied Statistics with S*. Springer, New York, fourth edition. ISBN 0-387-95457-0.
- Walker, J. L. (2001). *Extended discrete choice models: integrated framework, flexible error structures, and latent variables*. PhD thesis, Massachusetts Institute of Technology.
- Watson, D., Wiese, D., Vaidya, J., y Tellegen, A. (1999). The two general activation systems of affect: Structural findings, evolutionary considerations, and psychobiological evidence. *Journal of personality and social psychology*, 76(5):820.
- Wener, R. E., Evans, G. W., Phillips, D., y Nadler, N. (2003). Running for the 7: 45: The effects of public transit improvements on commuter stress. *Transportation*, 30(2):203–220.
- Wish, M. y Carroll, J. D. (1982). 14 multidimensional scaling and its applications. *Handbook of statistics*, 2:317–345.

Anexos

“Focus Group y técnicas proyectivas sobre experiencia de viaje en transporte público”

Estudiante: Carlos Barría A.
Profesor: Angelo Guevara C.
Fecha de entrega: 30 de Junio de 2019.

1. Objetivos

El trabajo realizado busca cumplir con los siguientes objetivos:

1. Identificar 3 palabras en español que describan y permitan diferenciar cada uno de los cuatro cuadrantes del modelo circunplejo de las emociones, en un contexto de viaje en transporte público de estudiantes de ingeniería de la Universidad de Chile.
2. Obtener una lista priorizada de eventos que podrían afectar las emociones experimentadas por estudiantes de Ingeniería de Universidad de Chile en el transcurso de sus viajes en transporte público.

2. Metodología

Para poder conseguir los objetivos anteriormente planteados, se llevaron a cabo dos métodos de investigación cualitativa: un focus group y aplicación de técnicas proyectivas. El grupo objetivo fueron estudiantes de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. Para ambas actividades se debe contar con una cantidad de entre 8 a 12 personas.

3. Convocatoria

Los asistentes fueron convocados a través de una invitación abierta en el foro de la comunidad de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile en la página web U-Cursos.

El mensaje de convocatoria fue el siguiente:

“En el contexto del proyecto FONDECYT “Hacia la Incorporación de Indicadores Psicofisiológicos a la Modelación de Elecciones de Transporte”, se busca realizar un Focus Group el día jueves 13 de junio a las 14:30 hasta las 16:00 en la Sala 511 del edificio Beauchef Poniente (5to piso del Departamento de Ingeniería Industrial) con el objetivo de poder recolectar las experiencias en el transporte público de estudiantes de la FCFM, las cuales servirán como un insumo valioso y necesario para el proyecto.

Los/las asistentes registrados serán contactados por WhatsApp para confirmar asistencia. Además, para acompañar esta instancia, habrá un cóctel (bebidas frías y calientes, pastelitos y galletas) para todos los/as asistentes.

De antemano, muchas gracias por tu inscripción y ante cualquier duda puedes contactar a Carlos Barría al siguiente correo electrónico: carlos.barría@ug.uchile.cl”

A continuación se muestra la lista de los asistentes:

Nombre	Apellido	Carrera
Camila	Santelices	Ingeniería Civil Industrial
Claudio	Mena	Ingeniería Civil Industrial
Constanza	Balbontin	Ingeniería Civil Industrial
Daniela	Quintanilla	Ingeniería Civil Industrial
Esteban	Muñoz	Posgrado
Javiera	Ybar	Ingeniería Civil
Lorna	León	Ingeniería Civil en Biotecnología
Manuel	Layera	Ingeniería Civil Industrial
Mathias	Weithofer	Ingeniería Civil Industrial
Monserrat	Morales	Ingeniería Civil
Solange	Muñoz	Ingeniería Civil



Figura 1: Fotografía con los asistentes a las actividades

4. Resultados

Para las actividades del focus group y técnicas proyectivas se contó con una cantidad de 11 personas, las cuales se pueden caracterizar de la siguiente manera:

- En cuanto a género: 7 eran mujeres y 4 eran hombres.
- En cuanto a las carreras que se encuentran cursando: 6 eran estudiantes de ingeniería civil industrial, 3 de ingeniería civil con mención en transporte, 1 de ingeniería civil de biotecnología y 1 de posgrado.
- En cuanto a frecuencia de viaje en transporte público: 2 personas viajan entre 1 o 2 veces por semana y 9 de ellas declararon que viajaban 3 o más veces en él.

A continuación se muestran los resultados para cada una de las actividades.

4.1. Focus Group

Como introducción a la actividad, se comenzó comentando el contexto del presente trabajo, indicando que se encuentra enmarcado el proyecto FONDECYT :“Hacia la Incorporación de Indicadores Psicofisiológicos a la Modelación de Elecciones de Transporte” y se le pidió a los asistentes el presentarse a través de su nombre, carrera, edad y si tenían algún hobby, con el propósito de distender la actividad.

Se realizaron dos preguntas con el objeto de motivar la discusión, las cuales fueron:

1. Imaginen un viaje ideal en transporte público ¿cómo sería?¿qué aspectos debería tener aquella experiencia?
2. ¿Qué es lo que más le desagrada de un viaje en transporte público?

Debido a que la naturaleza del focus group, es conseguir que los asistentes puedan tener una conversación distendida respecto a las preguntas, las respuestas muchas veces no se limitaba a una pregunta y posterior a la realización del focus group se hizo una clasificación de las principales respuestas en aspectos positivos y negativos.

Dentro de los principales aspectos positivos mencionados se encuentran:

1. Hubo un acuerdo sobre que debe ser cómo del viaje en largas distancias, específicamente se señaló que los pasajeros deben estar sentados. Esta última característica fue nombrada en más de una ocasión por los asistentes.
2. Se comentó sobre la seguridad dentro de los buses, como un aspecto a resguardar para tener un viaje placentero.
3. Otro aspecto importante para resguardar una buena experiencia de viaje es que sea rápido, específicamente se nombró que debería contar con pocas combinaciones y bajos tiempos de espera.
4. Un aspecto importante de una experiencia ideal de viaje, es que fuera instantáneo, si fuera posible.
5. Se menciona que el metro es un medio de transporte más limpio que los buses. Se menciona en este punto que la gente es muy sucia y se compara con el caso de Japón, donde la cultura es “más limpia”.
6. Se menciona que un viaje ideal es que se complemente el transporte en bus y en bicicleta. Actualmente, según lo dicho en el focus group, estos medios de transporte actualmente no se complementan.
7. La cortesía del chofer en un viaje ideal es un aspecto mencionado en más de una ocasión por los asistentes.
8. El bus debe contar con calefacción en un viaje ideal.

9. Un aspecto relevante de un viaje es la confiabilidad que se debe tener en el tiempo planificado. Se especifica como que el tiempo planificado, efectivamente sea el tiempo recorrido.
10. La buena conectividad del transporte público es un aspecto deseado. Evitar que las personas caminen mucho.

Dentro de los principios aspectos positivos mencionados se encuentran:

1. Que las aplicaciones que permiten planificar viajes, hagan predicciones de recorridos y que estos no se coincidan con los tiempos reales.
2. El precio de pasaje es caro, pero que nosotros (los estudiantes) no lo notamos.
3. Existen buses que desde ciertas horas no tienen (no registran su trayecto) gps.
4. Se menciona que un aspecto molesto son los vendedores ambulantes que se suben.
5. Un aspecto nombrado por una de las asistentes es que los conductores son bruscos e, inclusive, una vez se lesionó una rodilla por este motivo.
6. El uso de torniquetes y las filas que se producen por aquellas.
7. Que los viajes sean foco de delincuencia y “lanzazos”.
8. Un aspecto descrito como frustrante fue el llegar tarde a destinos de viaje debido a que el pasajero no se pudo subir al metro o bus debido a que este se encontraba lleno.
9. Existe poca complementariedad, en el sentido que se colapsa el metro y la ciudad se paraliza.
10. El uso de vías exclusivas por parte de taxis y automóviles, lo cual provoca que los buses se desplacen más lento.

4.2. Técnicas proyectivas en experiencias de viaje

Posterior a la realización del focus group, se realizó una técnica proyectiva en experiencias de viajes, la cual consiste en que los asistentes clasificaran una serie de eventos predefinidos (escritos en post-it) en los siguientes niveles:

- Me desagrada mucho
- Me desagrada
- Me es indiferente
- Me agrada
- Me agrada mucho

Además los asistentes podían agregar sus propios eventos que ellos mismos consideraran relevantes de clasificar. Cabe destacar que se dividió a los asistentes en dos grupos, uno de 6 (grupo A) y uno de 5 (grupo B).

Las respuestas se encuentran en **Anexos** y, a continuación se muestran las acciones repetidas en ambos grupos:

Me desagrada mucho	Me desagrada	Me es indiferente	Me agrada	Me agrada mucho
Alguien pone música fuerte	El pasajero está esperando un bus	El bus llega a un paradero	Aplicaciones de transporte	El pasajero viaja sentado
Frenada inesperada	El pasajero está transbordando	Sube un músico	Medio de pago único	Wifi y USB en buses
El bus está muy lleno				

Cabe destacar que hubo casos donde las clasificaciones eran dispares como los siguientes:

1. Casos **“muy desagradable”** en un grupo y en el otro eran **“desagradable”**:
 - “Alguien evade el pago”
 - “El bus está sucio”
2. Casos **“desagradable”** en un grupo y en el otro eran **“indiferente”**:
 - “El bus pasa por un bache”
 - “Sube un vendedor ambulante”
 - “Interacción con un desconocido”

Además, es importante resaltar las acciones agregadas por los mismos participantes durante la actividad:

Me desagrada mucho	Me desagrada	Me es indiferente	Me agrada	Me agrada mucho
El chofer no para	Mala educación [del] chofer	El pasajero viaja de pie (<20 minutos)	Aplicaciones de transporte	Wifi y USB
Delincuencia y seguridad	Falta de baños (en el metro)			
Destrozos				
Torniquetes mariposa				
El bus para (en pana)				
Costo alto				

De la tabla anterior, es importante considerar que para los participantes les era más fácil crear y clasificar acciones en el transporte público con un carácter “desagradable” o “muy desagradable”.

4.3. Técnicas proyectivas en emociones

Posterior a la realización de la técnica proyectiva en experiencia de viaje, se realizó una técnica proyectiva respecto a las emociones que un pasajero puede experimentar en un trayecto de viaje en transporte público. Esta actividad conservó a los dos grupos anteriormente formados (A y B) y consistió en que los asistentes clasificaran una serie de emociones predefinidas en una cartulina que poseía los ejes mostrados en la figura 2. La motivación de esta actividad

era conseguir tres palabras en español que describan y permitan diferenciar en cada uno de los cuatro cuadrantes del modelo circunplejo o circumplex model, en un contexto de viaje de transporte público.

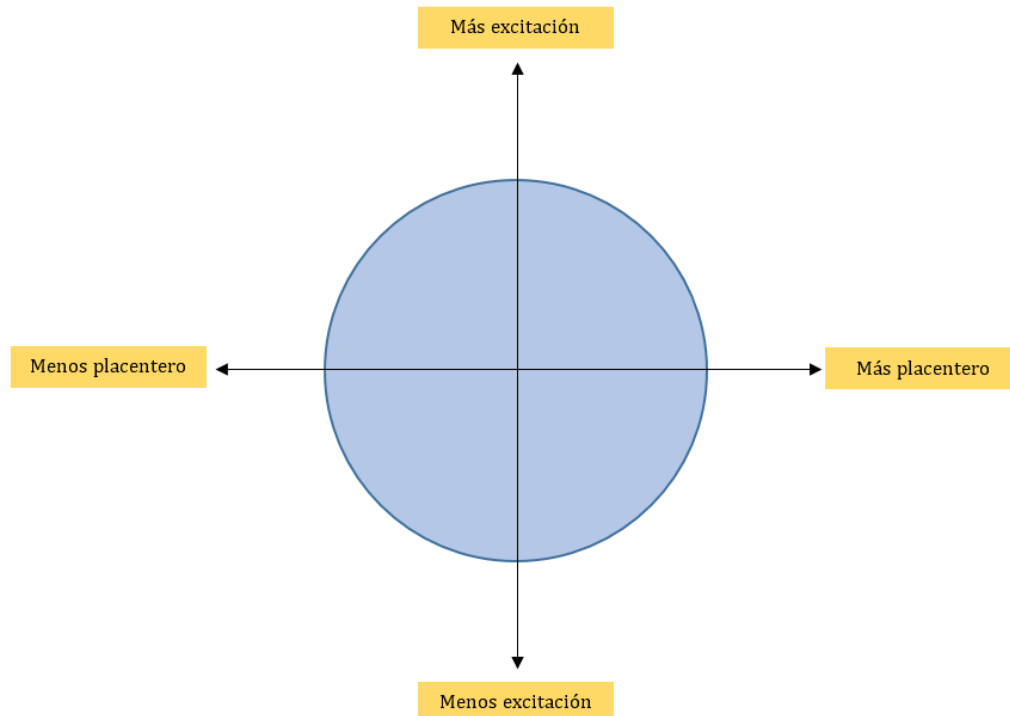


Figura 2: Ejes del circumplex model

La interpretación de los ejes son las siguientes:

- Eje de las ordenadas: representa el grado de excitación. De abajo hacia arriba las emociones se clasifican de menos a mayor excitación.
- Eje de las abscisas: representa el grado de placer. De izquierda a derecha las emociones se clasifican de menos a más placenteras.

Y los asistentes tuvieron que clasificar las siguientes palabras, sin que anteriormente se le comentara a qué cuadrante correspondería cada una de ellas según el modelo circunplejo del paper *Measuring Affect at Work Based on the Valence and Arousal Circumplex Model*¹:

Primer cuadrante (más placentero y más excitado):

¹https://www.researchgate.net/publication/259445042_Measuring_Affect_at_Work_Based_on_the_Valence_and_Arousal_Circumplex_Model

- Alegre
- Entusiasmado(a)
- Inspirado(a)

Segundo cuadrante (menos placentero y más excitado):

- Ansioso(a)
- Preocupado(a)
- Tenso(a)

Tercer cuadrante (menos placentero y menos excitado):

- Decaído(a)
- Decepcionado(a)
- Deprimido(a)

Cuarto cuadrante (más placentero y menos excitado):

- Calmado(a)
- Relajado(a)
- Tranquilo(a)

Finalmente, ambos grupos llegaron a la misma clasificación por cuadrante original, menos para el caso de las palabras “decepcionado” y “preocupado”. Por lo tanto, se les pidió que llegaran a un consenso sobre cuáles son los cuadrantes correspondientes para cada una y alguno de los argumentos mencionados fueron los nombrados a continuación:

- “Teníamos dudas sobre aquellas dos palabras, no sabíamos [a dónde colocarlas]”
- “Consideramos que preocupado, igual te exalta (...) igual te vas preocupado por la hora”
- “[Igual ellos tienen razón, porque cuando uno va preocupado, poniéndome en el escenario de la “u”[universidad], como cuando uno se decepciona, uno lo deja en el tercer orden [de importancia, en cambio], la preocupación que tienes para estudiar te tienen más agitado”(haciendo referencia al grupo que puso la palabra “preocupado” en el segundo cuadrante y “decepcionado” en el tercero).

Llegando al consenso de que la palabra “decepcionado” correspondía al tercer cuadrante y la palabra “preocupado” correspondía al segundo cuadrante. Concluyendo que no hubo diferencias en cuanto a la correspondencia de cada palabra con su respectivo orden de cuadrantes del modelo original.

5. Anexos

5.1. Respuesta de los grupos en la actividad de técnicas proyectivas en experiencia de viaje

5.1.1. Grupo A:

Me agrada mucho:

- El pasajero viaja sentado
- Corredores y vías exclusivas
- Micro eléctricas (wifi, enchufes, usb)

Me agrada:

- Apps [de] transporte
- Medio de pago único [, como la] tarjeta (BIP)

Me es indiferente

- El bus pasa por un bache
- El bus pasa
- El bus llega a un paradero
- El pasajero viaja de pie (<20 minutos)
- Sube un músico

Me desagrada

- Alguien evade el pago
- Sube un vendedor ambulante
- Interacción con un desconocido
- El pasajero está esperando un bus
- El pasajero está transbordando

Me desagrada mucho

- Alguien pone música fuerte
- Frenada inesperada

- El bus está muy lleno
- El bus está sucio
- Que el chofer no pare
- Delincuencia y seguridad
- Destrozos

5.1.2. Grupo B:

Me agrada mucho:

- El pasajero viaja sentado
- Aire acondicionado
- Wifi [y] usb.

Me agrada:

- Apps mensajes (ver cuando llega)
- Pago con tarjeta
- Cultura a un metro

Me es indiferente

- Sube un vendedor ambulante
- El bus llega a un paradero
- Interacción con un desconocido
- El pasajero viaja de pie
- Sube un músico

Me desagrada

- El bus está sucio
- El pasajero está esperando un bus
- El pasajero está transbordando
- El bus pasa por un bache
- Mala educación [del] chofer

- Falta de baños (en el metro)

Me desagrada mucho

- Frenada inesperada
- Alguien pone música fuerte
- Alguien evade el pago
- El bus para (en pana)
- Torniquete mariposa
- Costo alto
- Pocos puntos de carga
- El bus está muy lleno

Anexos B

Formularios de cuestionarios de Modelo Circumplejo

Block 4**Encuesta sobre emociones experimentadas en el transporte público**

La presente encuesta está orientada a estudiar las emociones que pueden experimentar los usuarios del transporte público, por lo que solicitamos y agradecemos que sea respondida a conciencia. **Completar la encuesta le tomará menos de 10 minutos** y los datos que indique son totalmente anónimos y serán utilizados solamente con fines estadísticos. Además, al final de la encuesta se dará la opción de ingresar su correo electrónico para participar en el sorteo de una **Gift Card Cencosud de \$20.000**.

¡De antemano muchas gracias por su participación!

Block 3

¿Ud. es estudiante de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la U. de Chile?

- Sí
- No

¿Cuántos días a la semana ud. utiliza el transantiago (metro o buses) en su trayecto a la Universidad?

Block 8

¿Qué tan frecuentemente ha sentido estas emociones viajando en Bus o Metro? (1/3)

1 (Nunca) a 5 (Muy frecuentemente).

	Bus					Metro				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Feliz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Contento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	Bus					Metro				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Eufórico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Estresado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Triste	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Relajado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Emocionado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tenso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Irritado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Block 10

¿Qué tan frecuentemente ha sentido estas emociones viajando en Bus o Metro? (2/3)

1 (Nunca) a 5 (Muy frecuentemente).

	Bus					Metro				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Bajoneado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sereno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aburrido	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Inspirado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Preocupado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Decaido	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Calmado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Entusiasmado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ansioso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Default Question Block

¿Qué tan frecuentemente ha sentido estas emociones viajando en Bus o Metro? (3/3)

1 (Nunca) a 5 (Muy frecuentemente).

	Bus					Metro				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Decepcionado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tranquilo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Alegre	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Deprimido	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nervioso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desesperanzado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otro: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Block 7**Clasificación de emociones (1/3)**

En esta parte de la encuesta se le pide a usted que clasifique cómo le hace sentir cada una de las emociones (las mismas que anteriormente usted tuvo que clasificar) que podría percibir en un viaje en transporte público.

Las emociones usted las debe clasificar de acuerdo a dos dimensiones:

- Nivel de excitación (exaltación o actividad):** Alto, bajo, indiferente.
- Nivel de placer (satisfacción o agrado):** Alto, bajo, indiferente.

	Nivel de Excitación			Nivel de Placer		
	Bajo	Indiferente	Alto	Bajo	Indiferente	Alto
Triste	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Emocionado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tenso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	Nivel de Excitación			Nivel de Placer		
	Bajo	Indiferente	Alto	Bajo	Indiferente	Alto
Feliz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Contento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Estresado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eufórico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Relajado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Irritado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Block 6

Clasificación de emociones (2/3)

En esta parte de la encuesta se le pide a usted que clasifique cómo le hace sentir cada una de las emociones (las mismas que anteriormente usted tuvo que clasificar) que podría percibir en un viaje en transporte público.

Las emociones usted las debe clasificar de acuerdo a dos dimensiones:

1. **Nivel de excitación (exaltación o actividad):** Alto, bajo, indiferente.
2. **Nivel de placer (satisfacción o agrado):** Alto, bajo, indiferente.

	Nivel de Excitación			Nivel de Placer		
	Bajo	Indiferente	Alto	Bajo	Indiferente	Alto
Bajoneado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Entusiasmado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Inspirado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aburrido	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Decepcionado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tranquilo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	Nivel de Excitación			Nivel de Placer		
	Bajo	Indiferente	Alto	Bajo	Indiferente	Alto
Ansioso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Preocupado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sereno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Block 5**Clasificación de emociones (3/3)**

En esta parte de la encuesta se le pide a usted que clasifique cómo le hace sentir cada una de las emociones (las mismas que anteriormente usted tuvo que clasificar) que podría percibir en un viaje en transporte público.

Las emociones usted las debe clasificar de acuerdo a dos dimensiones:

Nivel de excitación (exaltación o actividad): Alto, bajo, indiferente.

Nivel de placer (satisfacción o agrado): Alto, bajo, indiferente.

	Nivel de Excitación			Nivel de Placer		
	Bajo	Indiferente	Alto	Bajo	Indiferente	Alto
Deprimido	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Calmado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nervioso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Alegre	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Decaído	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desesperanzado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
#{q://QID32%231/ChoiceTextEntryValue/26}	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Block 5

Actualmente ¿cuál carrera se encuentra cursando ud. en la FCFM?

(si está cursando dos carreras, indique sólo la que considera como principal)

19-12-2019

Qualtrics Survey Software

Género

- Masculino
- Femenino
- Otro

Edad

Block 3

Fin de la encuesta

Finalmente lo invitamos a registrar, si así lo desea, su correo electrónico para participar en el sorteo de una Gift Card Cencosud de \$20.000.

Ingrese su correo electrónico:

Powered by Qualtrics

Clasificación de emociones

En el contexto del trabajo de título "Incorporación de indicadores psicofisiológicos a modelos de elección en transporte"¹, se requiere realizar la presente actividad cuyo objetivo es crear un modelo de clasificación de diversas emociones que una persona puede presentar en un viaje en transporte público.

Las siguientes respuestas serán almacenadas y utilizadas exclusivamente en el contexto del trabajo de título anteriormente mencionado.

De antemano muchas gracias por su participación.

Instrucciones:

1. Revisar que posee los papeles con los siguientes títulos en negrita (en caso que no posea alguno de ellos, contactar al guía de la actividad):
 - Lista de emociones
 - a. Clasificación en 4 grupos
 - b. Clasificación en 7 grupos
 - c. Clasificación en 10 grupos
 - d. Clasificación en 13 grupos
 - e. Preguntas sociodemográficas y autorización
2. Tome el documento *Lista de emociones* y lea cada una de las palabras contenidas en él. Además, observe que cada una de las emociones mostradas tiene un número respectivo y el cual posteriormente será utilizado para que ud. Marque sus respuestas.
3. Tome el documento a. *Clasificación en 4 grupos*. Observe que existen cuatro espacios vacíos. A continuación, agrupe las palabras contenidas en *Lista de emociones* en cuatro (4) grupos según la similaridad que usted considere que posean, rellorando los espacios con los números respectivos a cada emoción.
4. Una vez finalizado el punto anterior, repita la misma instrucción para el documento (b) Clasificación en 7 grupos, documento (c) Clasificación en 10 grupos y documento (d) Clasificación en 13 grupos.
5. Como última actividad, conteste las preguntas del documento (e) Preguntas sociodemográficas.
6. Entregue sus respuestas al guía de la actividad.

¹ Memorista: Carlos Barría Arriagada, Estudiante DII – Profesor guía: Angelo Guevara Cue, Profesor Asociado DIC.

(a) Clasificación en 4 grupos

(b) Clasificación en 7 grupos

(c) Clasificación en 10 grupos

(e) Preguntas sociodemográficas

A continuación, se le pide completar la siguiente información:

1. Edad:
2. Sexo:
3. Actualmente ¿cuál carrera se encuentra cursando?:
4. ¿Cuántos días a la semana ud. utiliza el Transantiago (metro o buses) en su trayecto a la Universidad?:
5. Correo electrónico:

Anexos C

Trayectos de viaje de los participantes

Trayecto A

Indicar ID:

Ruta de experimento de campo

Destinos:

- A: Oficina 851
- B: Metro Parque O'Higgins
- C: Metro Grecia
- D: Metro Tobalaba
- E: Metro Pedro de Valdivia
- F: Metro Estadio Nacional

Definición de tramos (ver imágenes):

1. A-B Desde la Oficina 851, caminar por el lado de Fantasilandia y rodear Parque O'Higgins, hasta llegar a la Estación Parque O'Higgins.
2. B-C: Toma bus 506/506e/506v/507/510 [ELÉCTRICO] en Parada 4 M. Parque O'Higgins (PA435) hasta Parada 5 M. Grecia (PD535).
3. C-D: Entrar al M. Grecia y se toma Línea 4 Dirección Tobalaba, hasta llegar a M. Tobalaba.
4. D-E: Caminar desde Metro Tobalaba, salir por Av. Nueva Providencia, seguir por calle Nueva Providencia hasta llegar al Parada 9 (PC3) M. Pedro De Valdivia.
5. E-F: Tomar bus 103-117 [CONVENCIONAL] en Parada 9 (PC3) M. Pedro De Valdivia, hasta llegar a Parada 5 M. Est.Nacional (PD10).
6. F-B: Tomar una 506/506v/506e/507/510 [ELÉCTRICO] desde Parada 2 M. Est.Nacional (PD582) hasta llegar Parada 1 M. Parque O'Higgins (PA450).
7. B-A: Caminar atravesando el Parque O'Higgins por dentro y caminar por el lado del Edificio de Eléctrica hasta llegar a la Oficina de 851.

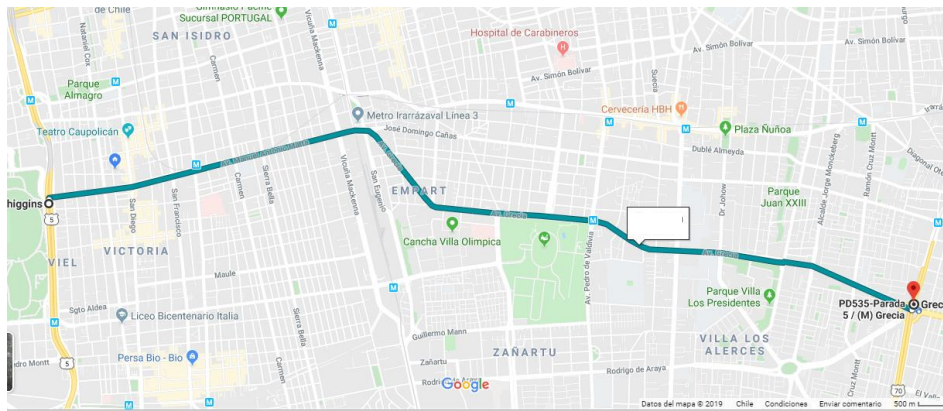
Tramo 1: Frontis 851 – Fantasilandia – Estación Parque O'Higgins



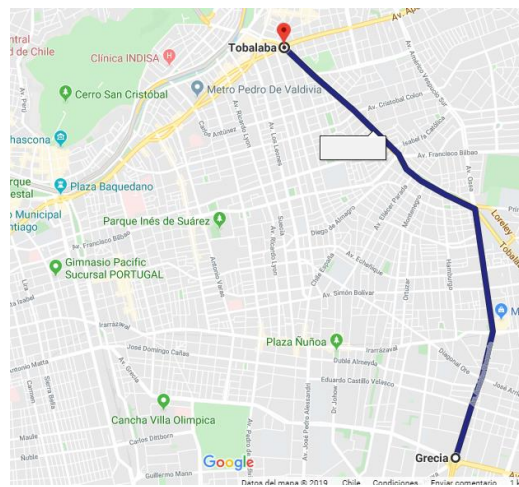
Trayecto A

Indicar ID:

Tramo 2: PA435-Parada 4 (M) Parque O'Higgins – Parada PD535 (M) Grecia 506/506e/506v/507/510



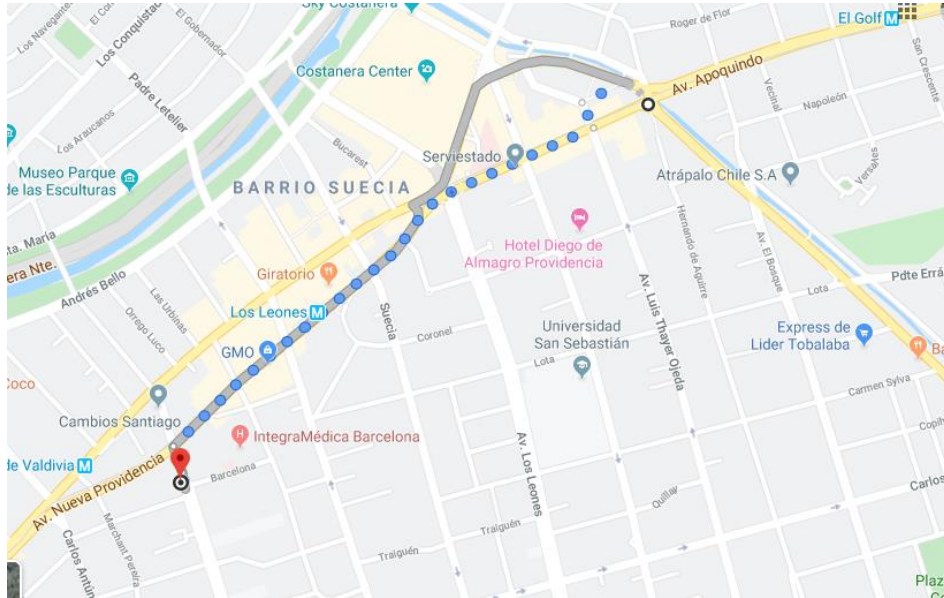
Tramo 3: (M) Grecia - (M) Tobalaba [Línea 4 dirección Tobalaba]



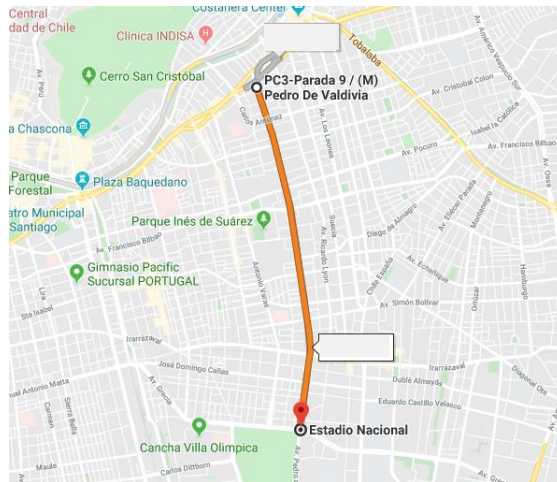
Trayecto A

Indicar ID:

Tramo 4: (M) Tobalaba - PC3-Parada 9 / (M) Pedro De Valdivia [Caminata]



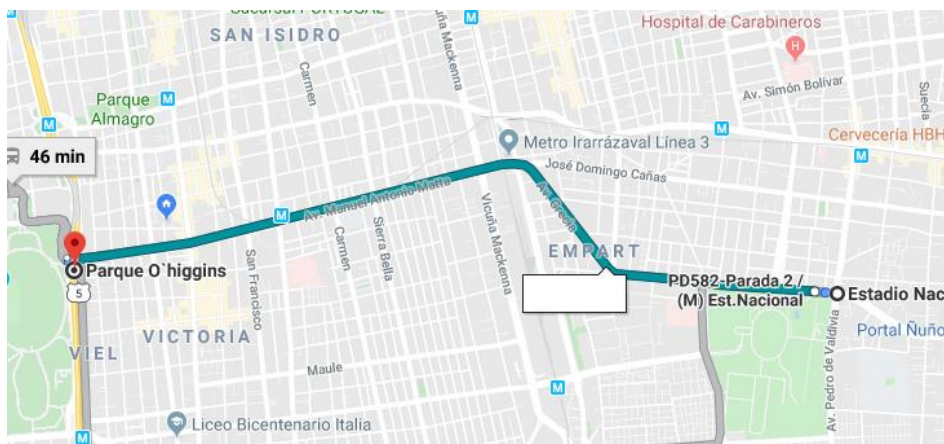
Tramo 5: PC3-Parada 9 / (M) Pedro De Valdivia - PD10-Parada 5 / (M) Est.Nacional [103/117]



Trayecto A

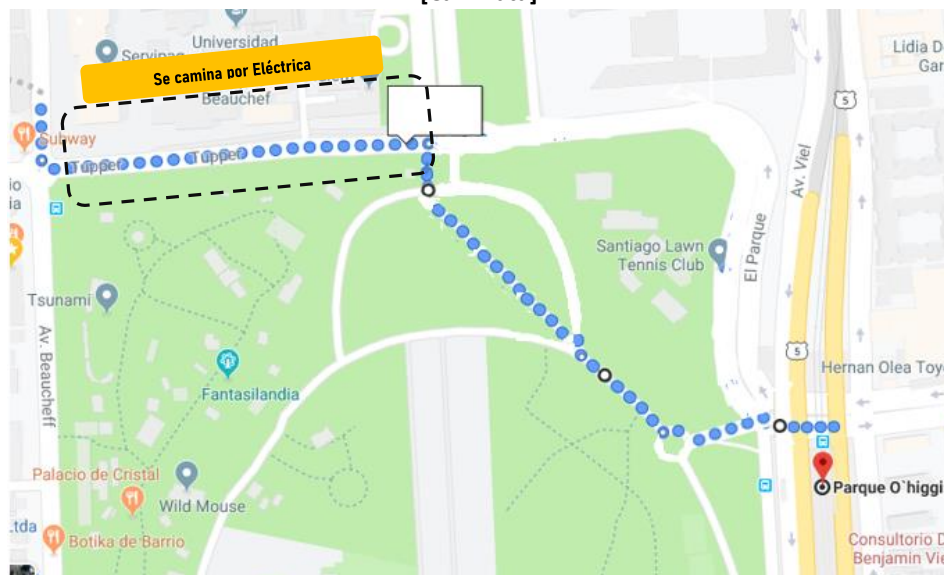
Indicar ID:

**Tramo 6: PD582-Parada 2 / (M) Est.Nacional - PA450-Parada 1 / (M) Parque O'Higgins
[506/506v/506e/507/507c/510]**



Tramo 7: Parque O'Higgins por dentro – Tupper por lado Edificio de Eléctrica – Frontis 850.

[Caminata]



Trayecto B

Indicar ID:

Ruta de experimento de campo

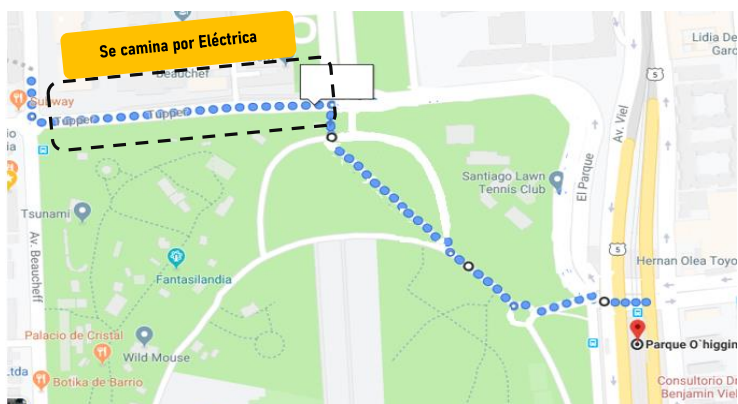
Destinos:

- A: Oficina 851
- B: Metro Parque O'Higgins
- C: Metro Grecia
- D: Metro Tobalaba
- E: Metro Pedro de Valdivia
- F: Metro Estadio Nacional

Definición de tramos (ver imágenes):

1. A-B Desde la Oficina 851, ir al Frontis de 850, caminar por Tupper por **el lado de Eléctrica** y **entrar al Parque O'Higgins**, cruzando por la parte del suelo de tierra, hasta llegar a la **Estación Parque O'Higgins**.
2. B-C: **Tomar bus 506/506e/506v/507/510 [ELÉCTRICO]** en Parada 4 M. **Parque O'Higgins** (PA435) hasta Parada 5 M. Grecia (PD535).
3. C-D: Entrar al M. Grecia y se toma **Línea 4 Dirección Tobalaba**, hasta llegar a M. Tobalaba.
4. D-E: Caminar desde Metro Tobalaba, salir por Av. Nueva Providencia, seguir por calle Nueva Providencia hasta llegar al Parada 9 (PC3) M. Pedro De Valdivia.
5. E-F: **Tomar bus 103-117 [CONVENCIONAL]** en Parada 9 (PC3) M. Pedro De Valdivia, hasta llegar a Parada 5 M. Est.Nacional (PD10).
6. F-B: **Tomar una 506/506v/506e/507/510 [ELÉCTRICO]** desde Parada 2 M. Est.Nacional (PD582) hasta llegar Parada 1 M. Parque O'Higgins (PA450).
7. B-A: **Caminar** atravesando el **Parque O'Higgins por fuera** y caminar Tupper por el lado de Fantasilandia hasta llegar al frontis de 851.

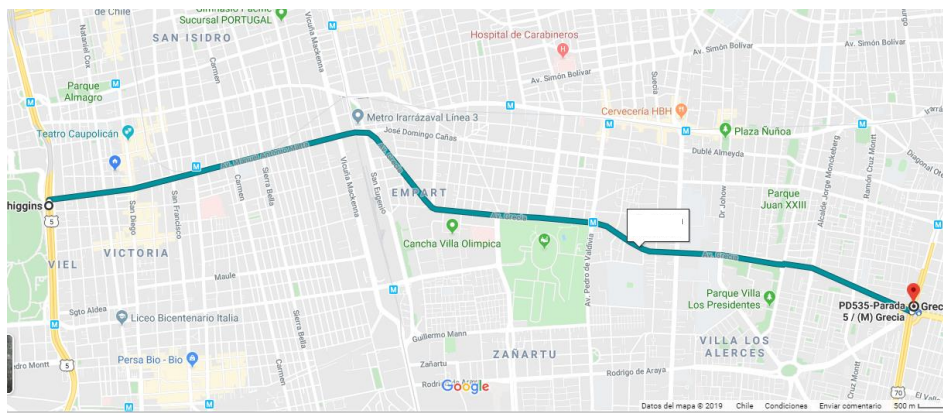
Tramo 1: Frontis 850 - Tupper por lado Edificio de Eléctrica - Parque O'Higgins por dentro



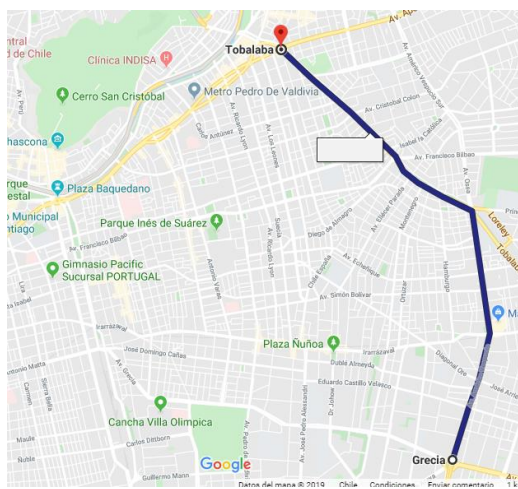
Trayecto B

Indicar ID:

Tramo 2: PA435-Parada 4 (M) Parque O'Higgins – Parada PD535 (M) Grecia 506/506e/506v/507/510



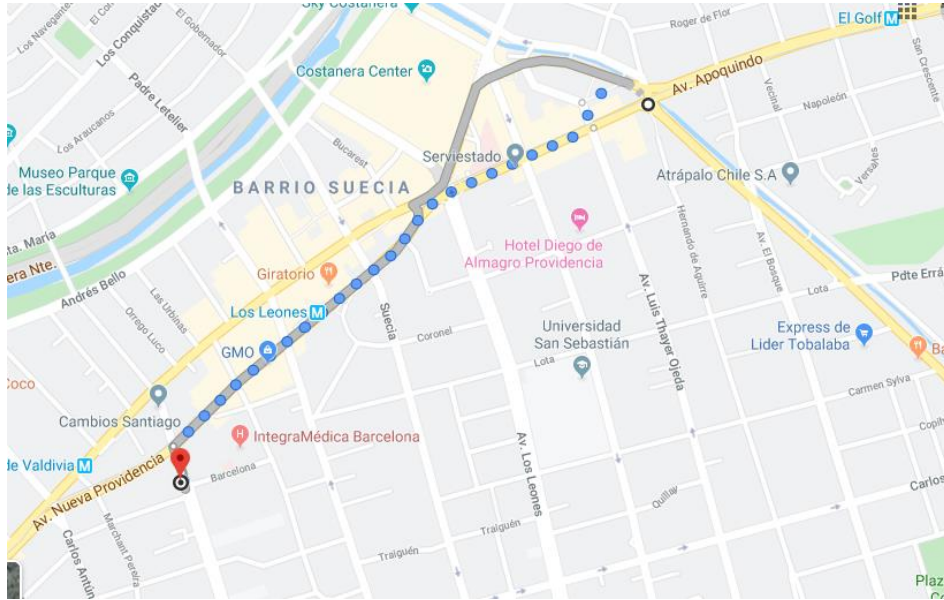
Tramo 3: (M) Grecia - (M) Tobalaba [Línea 4 dirección Tobalaba]



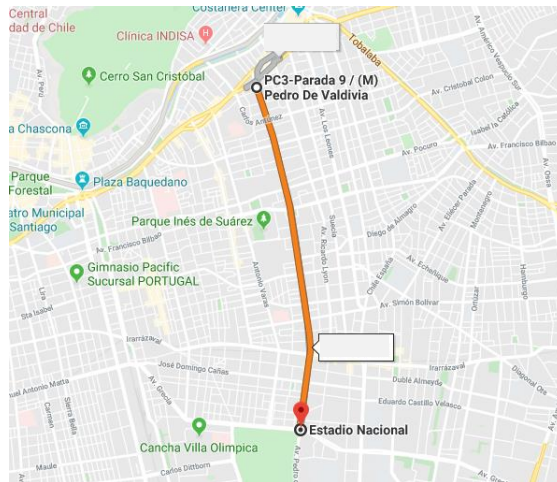
Trayecto B

Indicar ID:

Tramo 4: (M) Tobalaba - PC3-Parada 9 / (M) Pedro De Valdivia [Caminata]



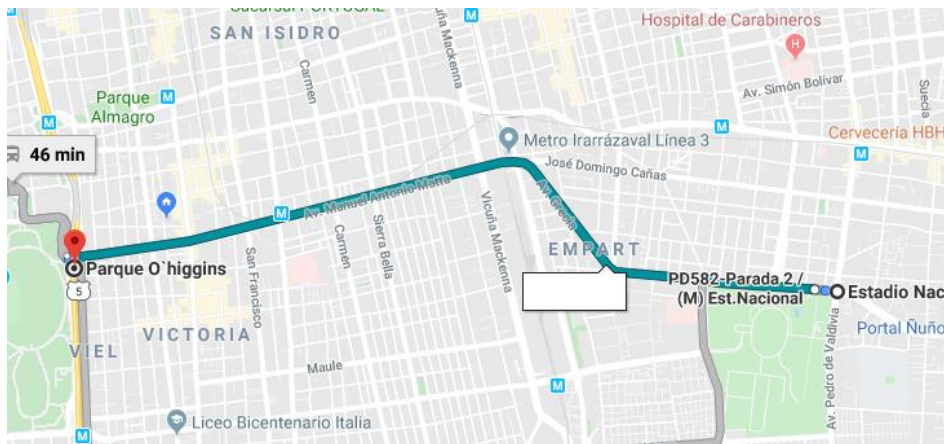
Tramo 5: PC3-Parada 9 / (M) Pedro De Valdivia - PD10-Parada 5 / (M) Est.Nacional [103/117]



Trayecto B

Indicar ID:

**Tramo 6: PD582-Parada 2 / (M) Est.Nacional - PA450-Parada 1 / (M) Parque O'Higgins
[506/506v/506e/507/507c/510]**



Tramo 7: Estación Parque O'Higgins – Fantasilandia – Frontis 851



Trayecto C

Indicar ID:

Ruta de experimento de campo

Destinos:

- A: Oficina 851
- B: Metro Parque O'Higgins
- C: Metro Grecia
- D: Metro Tobalaba
- E: Metro Pedro de Valdivia
- F: Metro Estadio Nacional

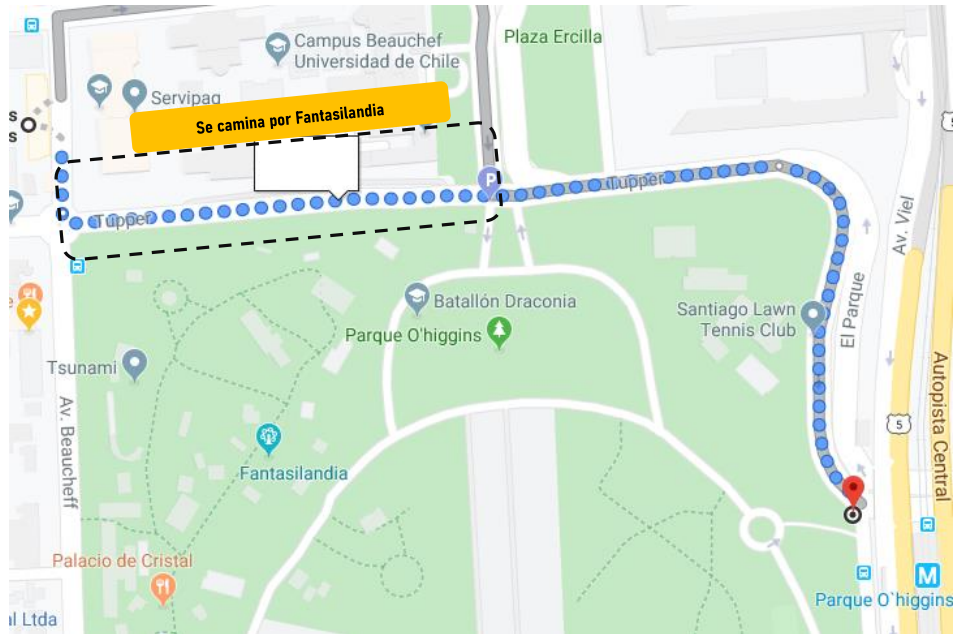
Definición de tramos (ver imágenes):

1. A-B Desde la Oficina 851, caminar por **el lado de Fantasilandia y rodear Parque O'Higgins**, hasta llegar a la **Entrada Parque O'Higgins**.
2. B Desde la **Entrada de Parque O'Higgins**, caminar hacia la entrada sur para tomar **vehículo autónomo** y hacer recorrido ida-vuelta, hasta volver a la entrada.
3. B-C: **Toma bus 506/506e/506v/507/510 [ELÉCTRICO]** en Parada 4 M. **Parque O'Higgins** (PA435) hasta Parada 5 M. Grecia (PD535).
4. C-D: Entrar al M. Grecia y se toma **Línea 4 Dirección Tobalaba**, hasta llegar a M. Tobalaba.
5. D-E: Caminar desde Metro Tobalaba, salir por Av. Nueva Providencia, seguir por calle Nueva Providencia hasta llegar al Parada 9 (PC3) M. Pedro De Valdivia.
6. E-F: **Tomar bus 103-117 [CONVENCIONAL]** en Parada 9 (PC3) M. Pedro De Valdivia, hasta llegar a Parada 5 M. Est.Nacional (PD10).
7. F-B: **Tomar una 506/506v/506e/507/510 [ELÉCTRICO]** desde Parada 2 M. Est.Nacional (PD582) hasta llegar Parada 1 M. Parque O'Higgins (PA450).
8. B-A: **Caminar** atravesando el **Parque O'Higgins por dentro** y caminar por el lado del Edificio de Eléctrica hasta llegar a la Oficina de 851.

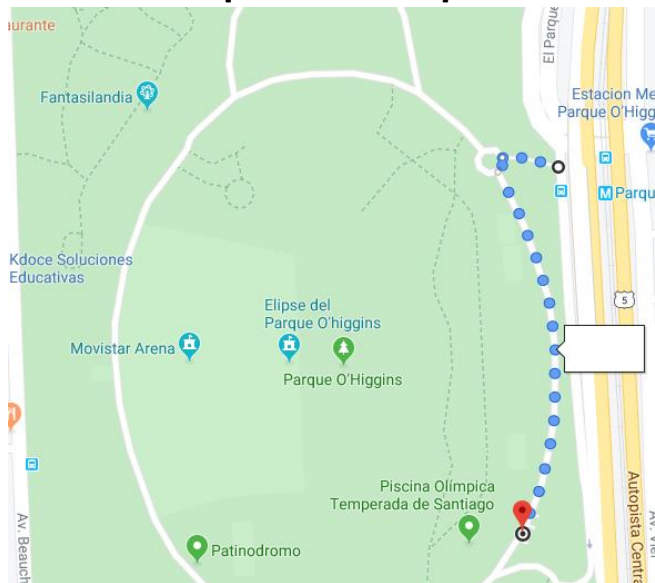
Trayecto C

Indicar ID:

Tramo 1: Frontis 851 – Fantasilandia – Entrada Parque O'Higgins



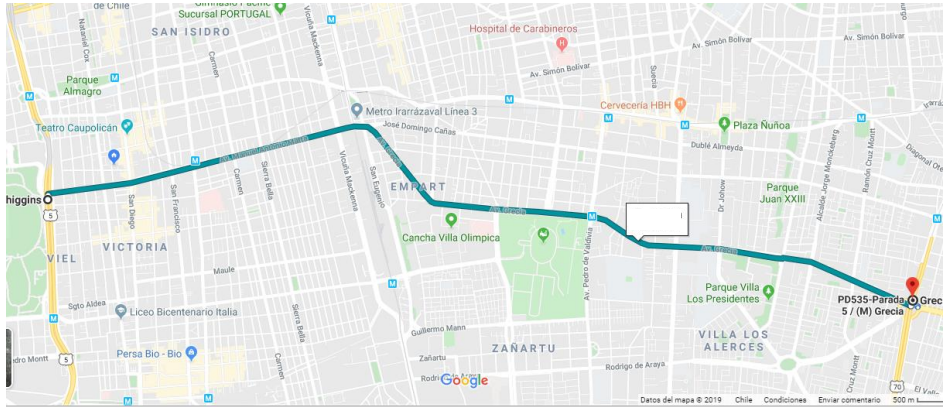
**Tramo 2: Entrada Parque O'Higgins (ida-vuelta)
[Vehículo autónomo]**



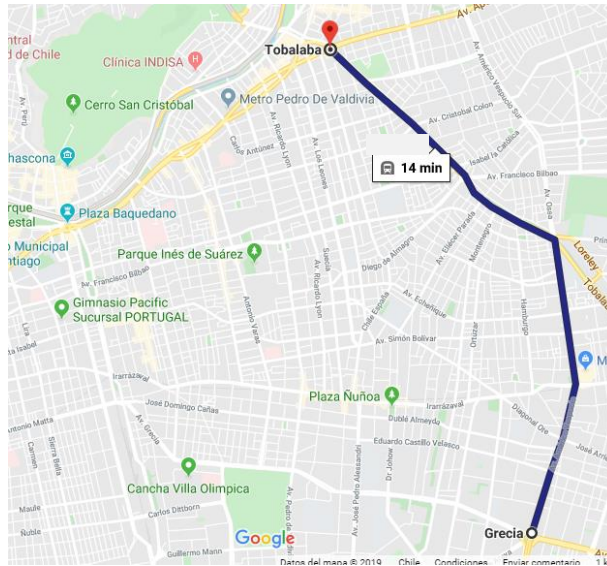
Trayecto C

Indicar ID:

Tramo 3: PA435-Parada 4 (M) Parque O'Higgins – Parada PD535 (M) Grecia 506/506e/506v/507/510



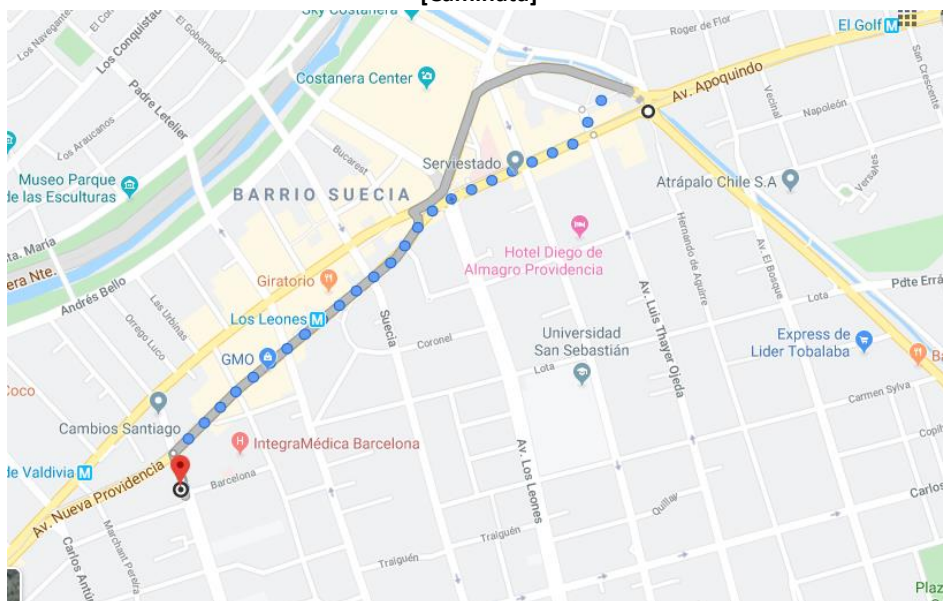
Tramo 4: (M) Grecia - (M) Tobalaba [Línea 4 dirección Tobalaba]



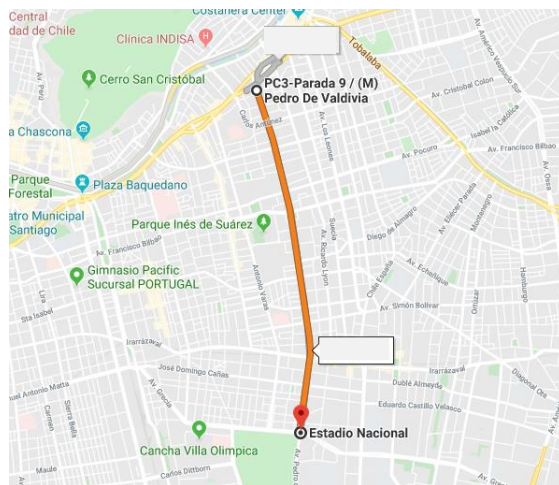
Trayecto C

Indicar ID:

Tramo 5: (M) Tobalaba - PC3-Parada 9 / (M) Pedro De Valdivia [Caminata]



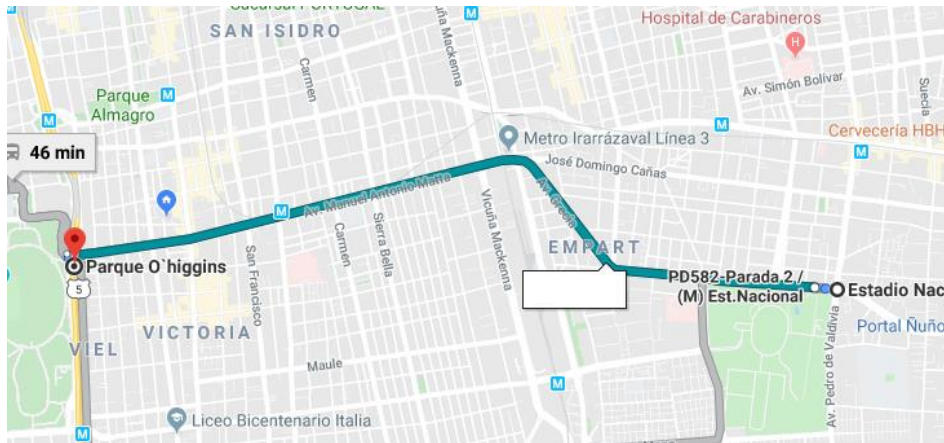
Tramo 6: PC3-Parada 9 / (M) Pedro De Valdivia - PD10-Parada 5 / (M) Est.Nacional [103/117]



Trayecto C

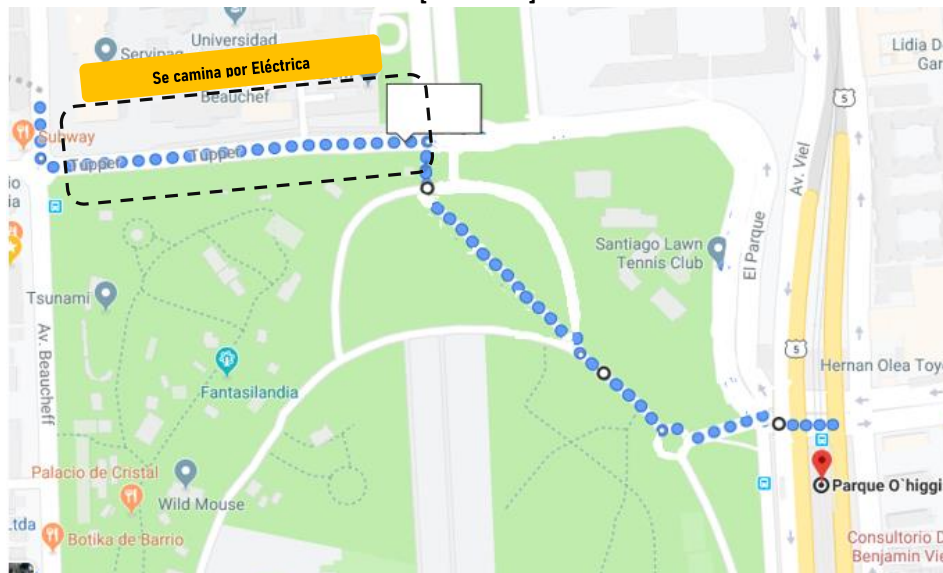
Indicar ID:

**Tramo 7: PD582-Parada 2 / (M) Est.Nacional - PA450-Parada 1 / (M) Parque O'Higgins
[506/506v/506e/507/507c/510]**



Tramo 8: Parque O'Higgins por dentro – Tupper por lado Edificio de Eléctrica – Frontis 850.

[Caminata]



Trayecto D

Indicar ID:

Ruta de experimento de campo

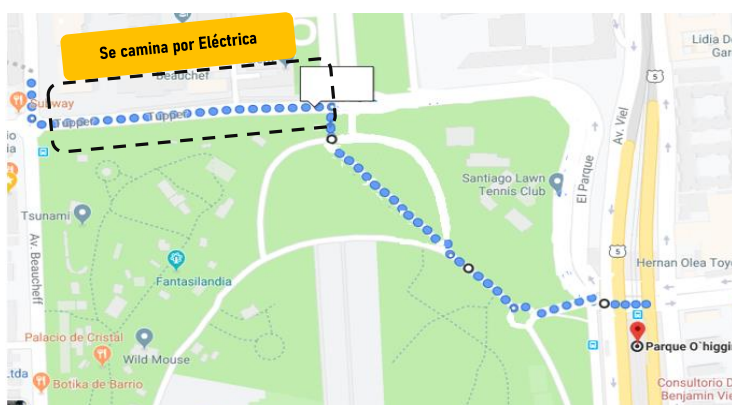
Destinos:

- A: Oficina 851
- B: Metro Parque O'Higgins
- C: Metro Grecia
- D: Metro Tobalaba
- E: Metro Pedro de Valdivia
- F: Metro Estadio Nacional

Definición de tramos (ver imágenes):

1. A-B Desde la Oficina 851, ir al Frontis de 850, caminar por Tupper por **el lado de Eléctrica** y **entrar al Parque O'Higgins**, cruzando por la parte del suelo de tierra, hasta llegar a la **Estación Parque O'Higgins**.
2. B Desde la **Entrada de Parque O'Higgins**, caminar hacia la entrada sur para tomar **vehículo autónomo** y hacer recorrido ida-vuelta, hasta volver a la entrada.
3. B-C: **Tomar bus 506/506e/506v/507/510 [ELÉCTRICO]** en Parada 4 M. **Parque O'Higgins** (PA435) hasta Parada 5 M. Grecia (PD535).
4. C-D: Entrar al M. Grecia y se toma **Línea 4 Dirección Tobalaba**, hasta llegar a M. Tobalaba.
5. D-E: Caminar desde Metro Tobalaba, salir por Av. Nueva Providencia, seguir por calle Nueva Providencia hasta llegar al Parada 9 (PC3) M. Pedro De Valdivia.
6. E-F: **Tomar bus 103-117 [CONVENCIONAL]** en Parada 9 (PC3) M. Pedro De Valdivia, hasta llegar a Parada 5 M. Est.Nacional (PD10).
7. F-B: **Tomar una 506/506v/506e/507/510 [ELÉCTRICO]** desde Parada 2 M. Est.Nacional (PD582) hasta llegar Parada 1 M. Parque O'Higgins (PA450).
8. B-A: **Caminar** atravesando el **Parque O'Higgins por fuera** y caminar Tupper por el lado de Fantasilandia hasta llegar al frontis de 851.

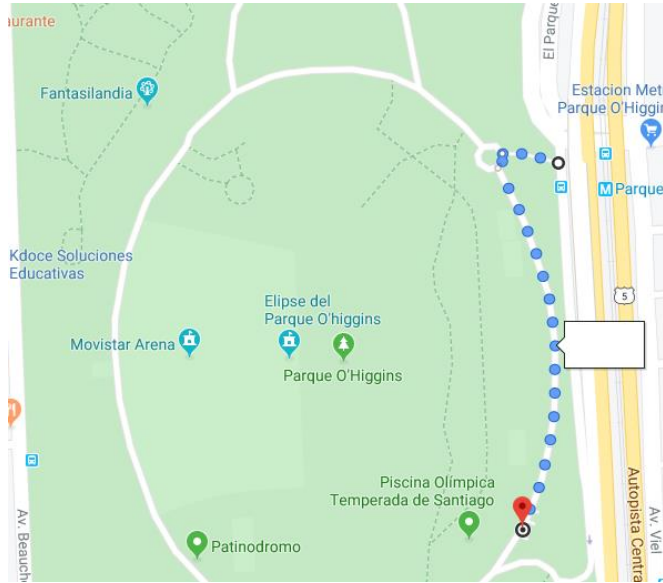
Tramo 1: Frontis 850 - Tupper por lado Edificio de Eléctrica - Parque O'Higgins por dentro



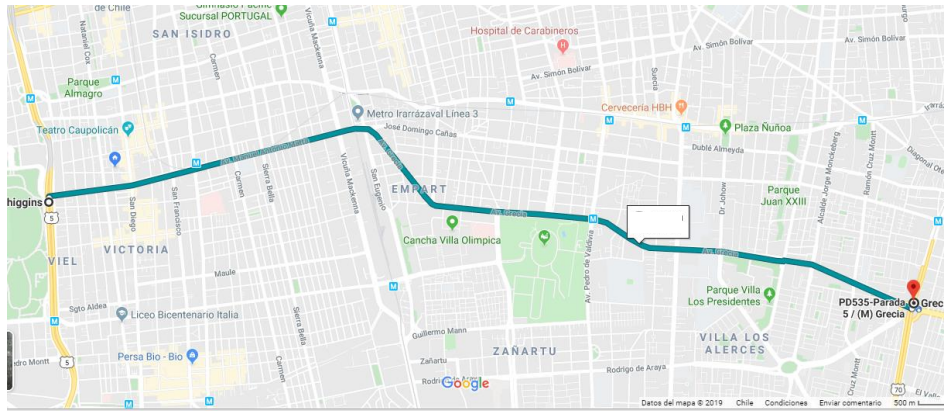
Trayecto D

Indicar ID:

Tramo 2: Entrada Parque O'Higgins (ida-vuelta) [Vehículo autónomo]



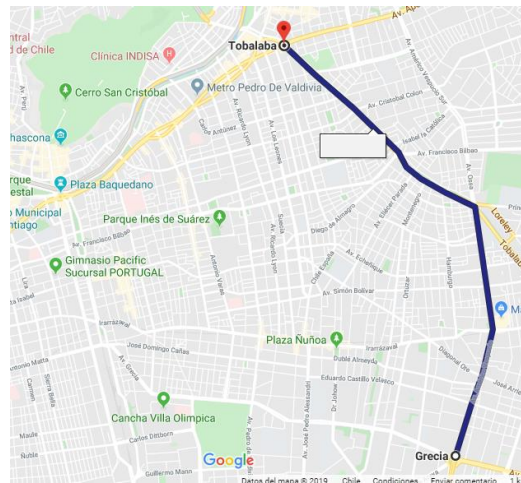
Tramo 3: PA435-Parada 4 (M) Parque O'Higgins – Parada PD535 (M) Grecia 506/506e/506v/507/510



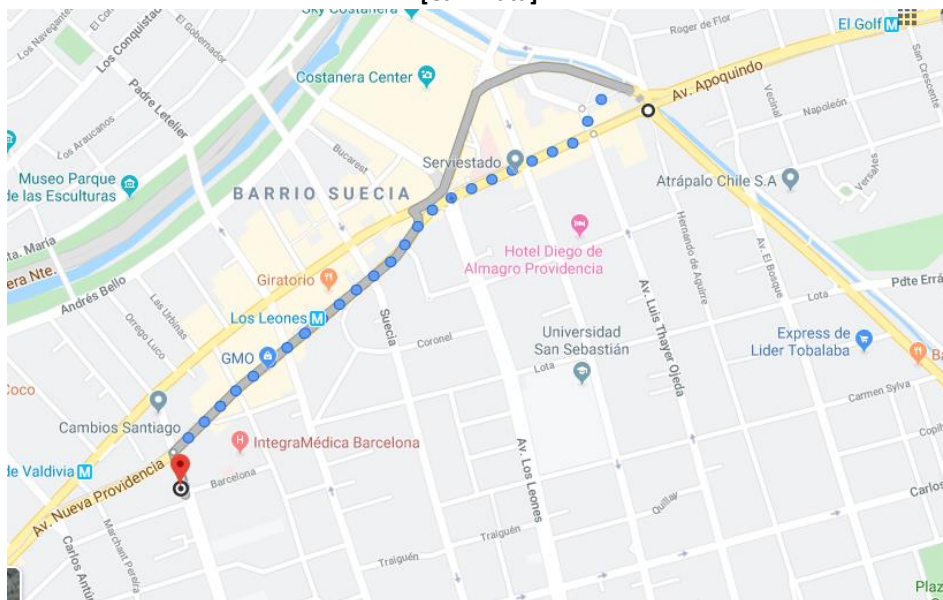
Trayecto D

Indicar ID:

Tramo 4: (M) Grecia - (M) Tobalaba [Línea 4 dirección Tobalaba]



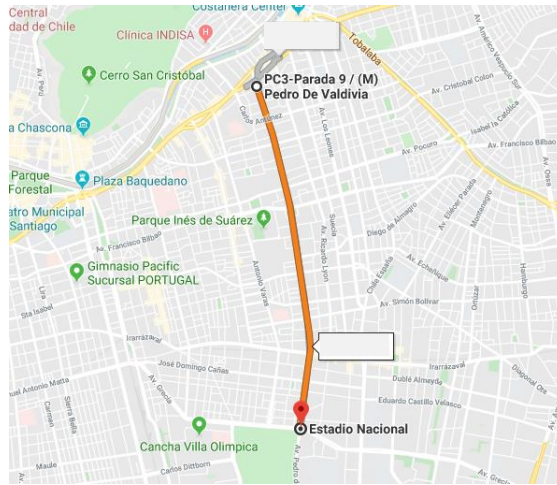
Tramo 5: (M) Tobalaba - PC3-Parada 9 / (M) Pedro De Valdivia [Caminata]



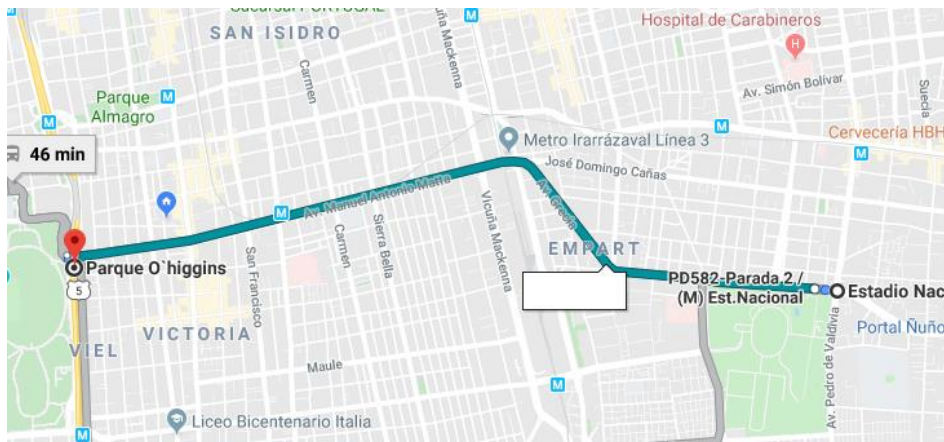
Trayecto D

Indicar ID:

Tramo 6: PC3-Parada 9 / (M) Pedro De Valdivia - PD10-Parada 5 / (M) Est.Nacional [103/117]



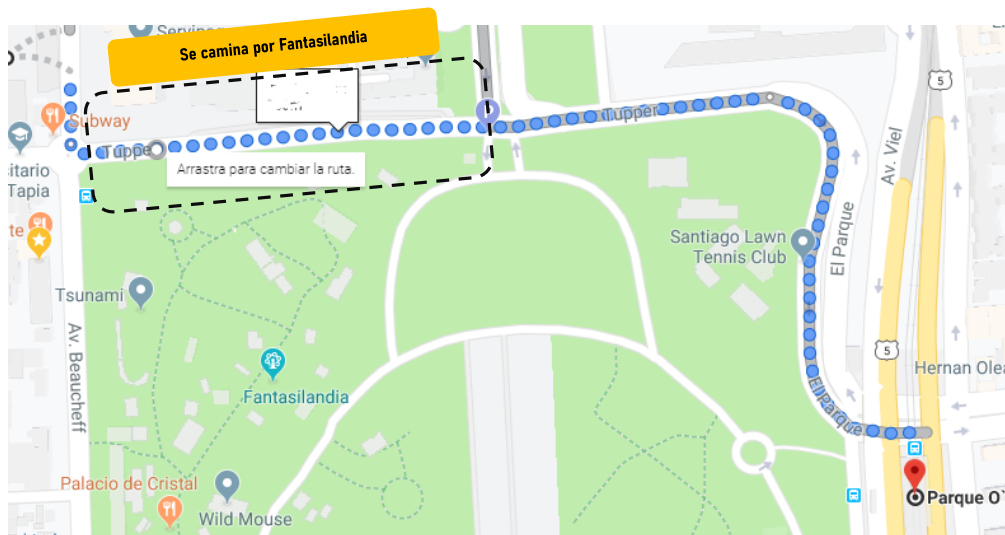
Tramo 7: PD582-Parada 2 / (M) Est.Nacional - PA450-Parada 1 / (M) Parque O'Higgins [506/506v/506e/507/507c/510]



Trayecto D

Indicar ID:

Tramo 8: Estación Parque O'Higgins – Fantasilandia – Frontis 851



Trayecto E

Indicar ID:

Ruta de experimento de campo

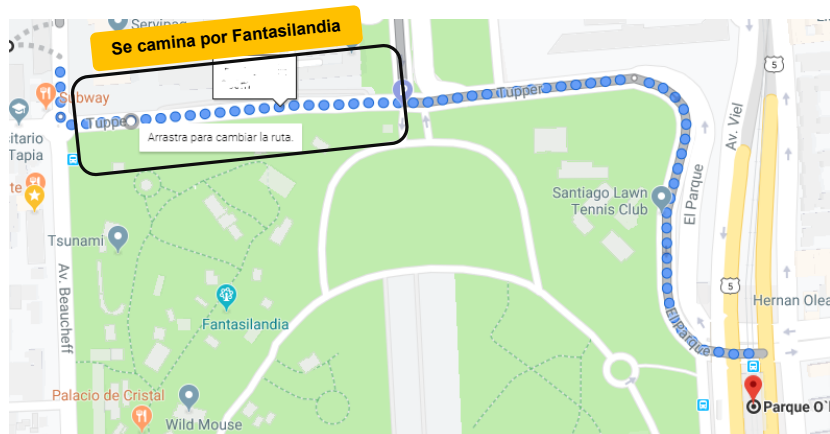
Destinos:

- A: Oficina 851
- B: Metro Parque O'Higgins
- C: Metro Matta
- D: Metro Plaza Egaña
- E: Metro Tobalaba
- F: Metro Pedro de Valdivia
- G: Metro Estadio Nacional

Definición de tramos (ver imágenes):

1. A-B Desde la Oficina 851, caminar por **el lado de Fantasilandia** y **rodear Parque O'Higgins**, hasta llegar a la **Estación Parque O'Higgins**.
2. B-C: **Toma bus 506/506e/506v/507/510 [ELÉCTRICO]** en Parada 4 M. **Parque O'Higgins** (PA435) hasta Parada 5 M. **Matta** (PA439).
3. C-D: Entrar al M. **Matta** y se toma **Línea 3 Dirección Fernando Castillo Velasco**, hasta llegar a M. **Plaza Egaña**.
4. D-E: En M. **Plaza Egaña** realizar combinación para tomar **Línea 4 Tobalaba**, hasta llegar a M. **Tobalaba**.
5. E-F: Caminar desde Metro **Tobalaba**, salir por Av. Nueva Providencia, seguir por calle Nueva Providencia hasta llegar al Parada 9 (PC3) M. **Pedro De Valdivia**.
6. F-G: **Tomar bus 103-117 [CONVENCIONAL]** en Parada 9 (PC3) M. **Pedro De Valdivia**, hasta llegar a Parada 5 M. **Est.Nacional** (PD10).
7. G-B: **Tomar una 506/506v/506e/507/510 [ELÉCTRICO]** desde Parada 2 M. **Est.Nacional** (PD582) hasta llegar Parada 1 M. **Parque O'Higgins** (PA450).
8. B-A: **Caminar** **atravesando el Parque O'Higgins por dentro** y caminar por el lado del Edificio de Eléctrica hasta llegar a la Oficina de 851.

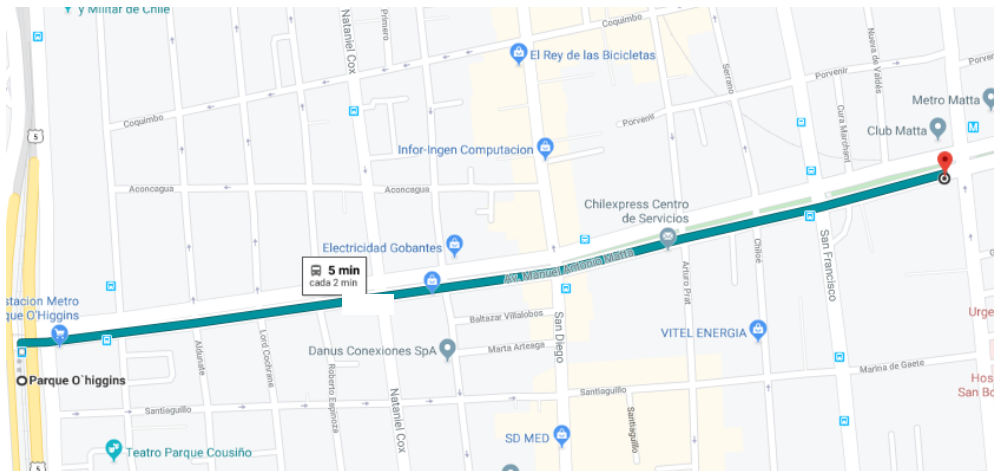
Tramo 1: Frontis 851 – Fantasilandia – Estación Parque O'Higgins



Trayecto E

Indicar ID:

Tramo 2: PA435-Parada 4 (M) Parque O'Higgins – Parada PA439 (M) Matta 506/506e/506v/507/510



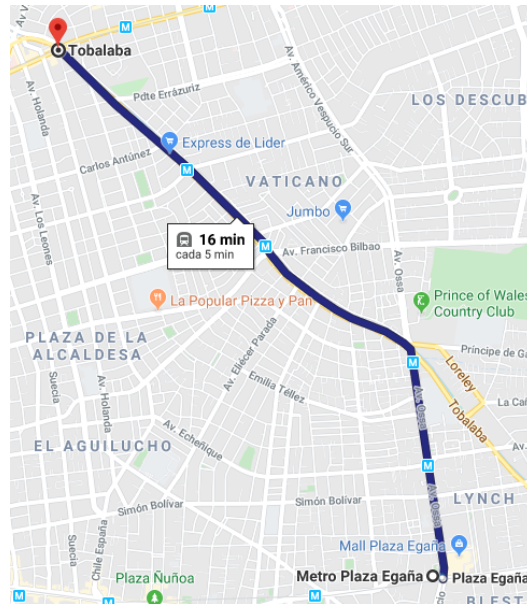
Tramo 3: (M) Matta - (M) Plaza Egaña [Línea 3 dirección Fco. Castillo Velasco]



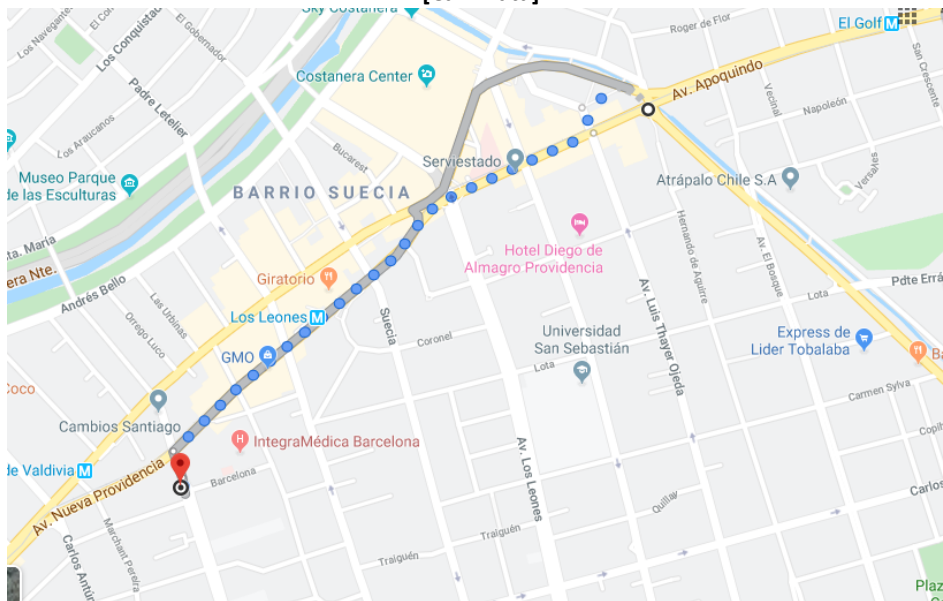
Trayecto E

Indicar ID:

Tramo 4: (M) Plaza Egaña - (M) Tobalaba [Línea 4 dirección Tobalaba]



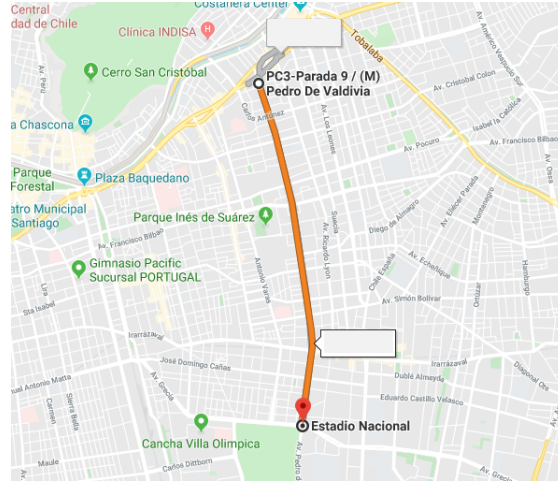
Tramo 5: (M) Tobalaba - PC3-Parada 9 / (M) Pedro De Valdivia [Caminata]



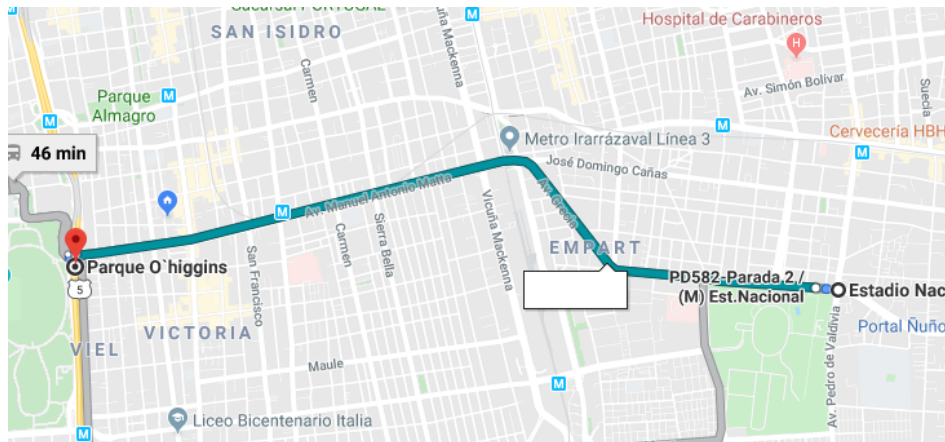
Trayecto E

Indicar ID:

Tramo 6: PC3-Parada 9 / (M) Pedro De Valdivia - PD10-Parada 5 / (M) Est.Nacional [103/117]



Tramo 7: PD582-Parada 2 / (M) Est.Nacional - PA450-Parada 1 / (M) Parque O'Higgins [506/506v/506e/507/507c/510]

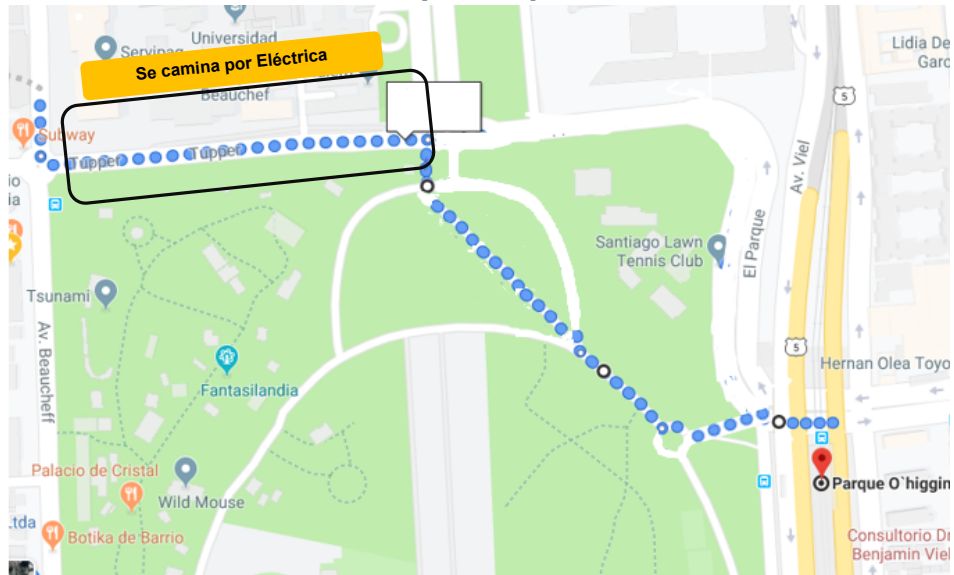


Trayecto E

Indicar ID:

Tramo 8: Parque O'Higgins por dentro – Tupper por lado Edificio de Eléctrica – Frontis 850.

[Caminata]



Trayecto F

Indicar ID:

Ruta de experimento de campo

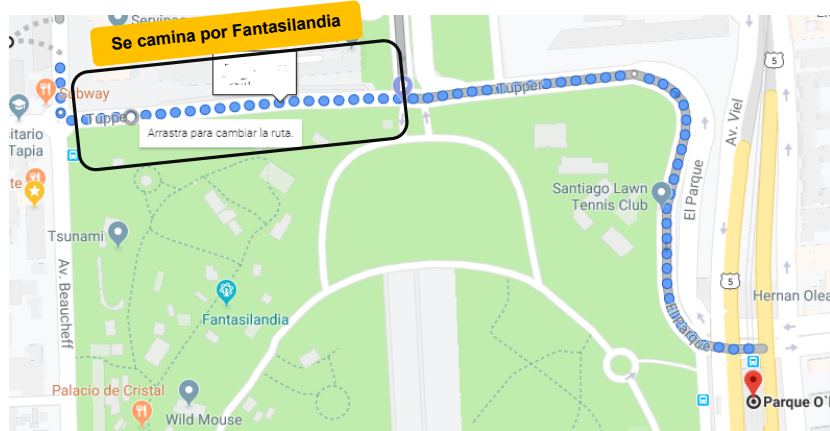
Destinos:

- A: Oficina 851
- B: Metro Parque O'Higgins
- C: Metro Grecia
- D: Metro Tobalaba
- E: Metro Pedro de Valdivia
- F: Metro Inés de Suarez
- G: Metro Estadio Nacional

Definición de tramos (ver imágenes):

1. A-B Desde la Oficina 851, caminar por **el lado de Fantasilandia** y **rodear Parque O'Higgins**, hasta llegar a la **Estación Parque O'Higgins**.
2. B-C: **Toma bus 506/506e/506v/507/510 [ELÉCTRICO]** en Parada 4 M. **Parque O'Higgins** (PA435) hasta Parada 5 M. Grecia (PD535).
3. C-D: Entrar al M. Grecia y se toma **Línea 4 Dirección Tobalaba**, hasta llegar a M. Tobalaba.
4. D-E: Caminar desde Metro Tobalaba, salir por Av. Nueva Providencia, seguir por calle Nueva Providencia hasta llegar al Parada 9 (PC3) M. Pedro De Valdivia.
5. E-F: **Tomar bus 103-117 [CONVENCIONAL]** en Parada 9 (PC3) M. Pedro De Valdivia, hasta llegar a Parada 3 M. Inés De Suarez (PC8-3).
6. F-G: Entrar al M. Inés De Suarez y se toma **Línea 6 Dirección Cerrillos**, hasta llegar a M. Est Nacional.
7. G-B: **Tomar una 506/506v/506e/507/510 [ELÉCTRICO]** desde Parada 2 M. Est.Nacional (PD582) hasta llegar Parada 1 M. Parque O'Higgins (PA450).
8. B-A: **Caminar** atravesando el **Parque O'Higgins por dentro** y caminar por el lado del Edificio de Eléctrica hasta llegar a la Oficina de 851.

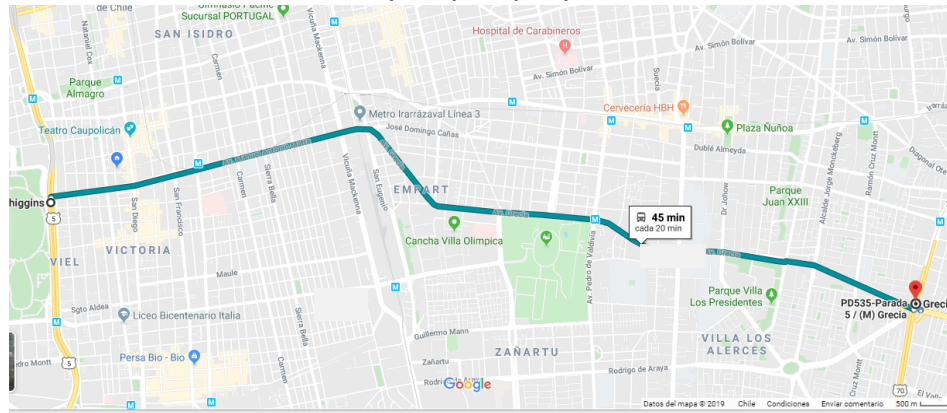
Tramo 1: Frontis 851 – Fantasilandia – Estación Parque O'Higgins



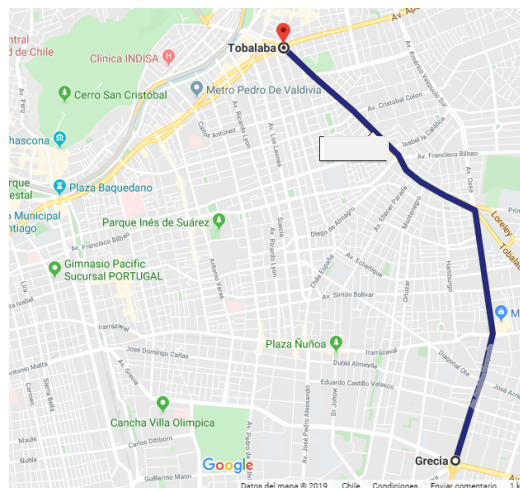
Trayecto F

Indicar ID:

Tramo 2: PA435-Parada 4 (M) Parque O'Higgins – Parada PA439 (M) Matta 506/506e/506v/507/510



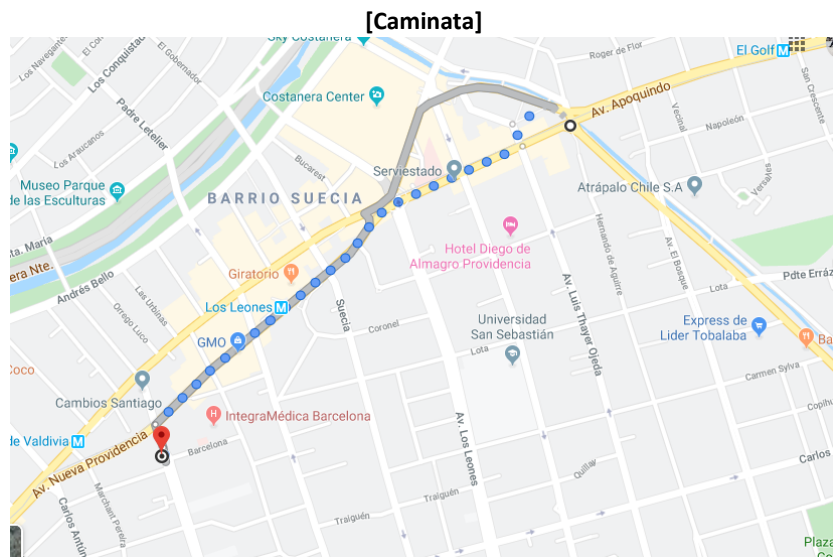
Tramo 3: (M) Grecia - (M) Tobalaba [Línea 4 dirección Tobalaba]



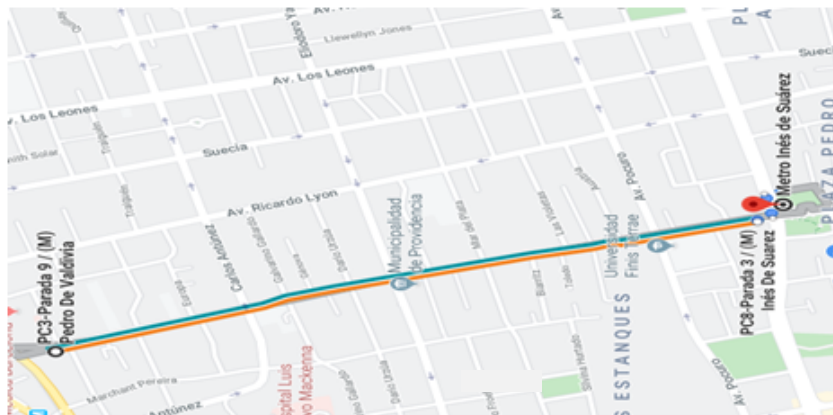
Tramo 4: (M) Tobalaba - PC3-Parada 9 / (M) Pedro De Valdivia

Trayecto F

Indicar ID:



Tramo 5: PC3-Parada 9 / (M) Pedro De Valdivia - PD10-Parada 5 / (M) Inés De Suarez [103/117]

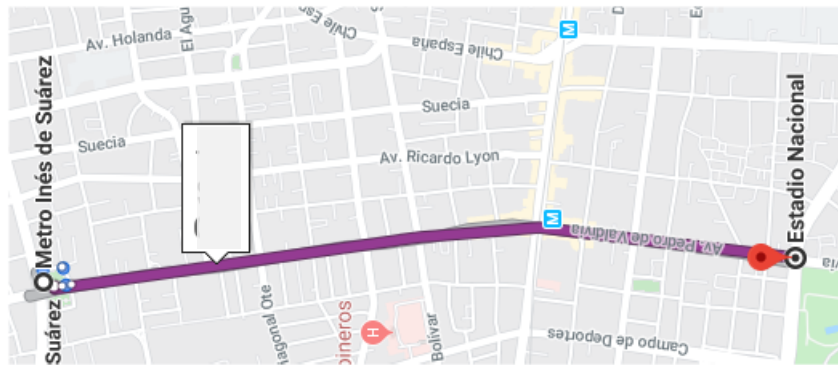


Tramo 6: (M) Inés De Suarez - (M) Est. Nacional

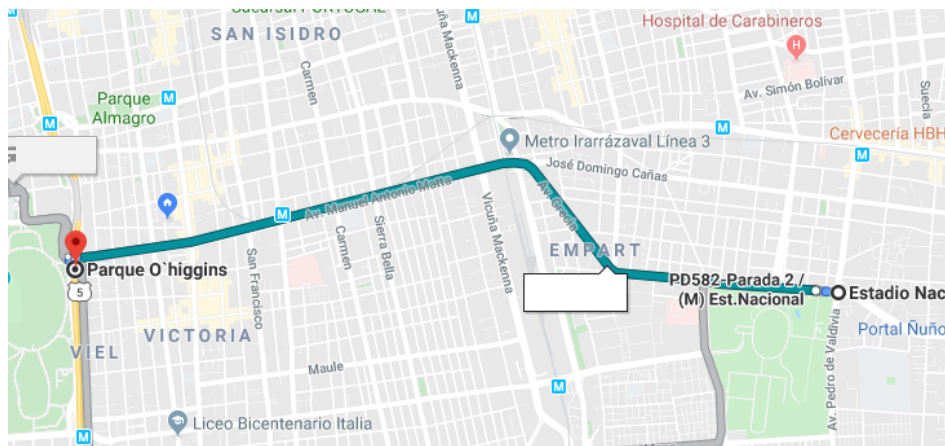
Trayecto F

Indicar ID:

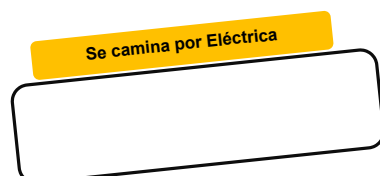
[Línea 6 dirección Cerrillos]



Tramo 7: PD582-Parada 2 / (M) Est.Nacional - PA450-Parada 1 / (M) Parque O'Higgins
[506/506v/506e/507/507c/510]

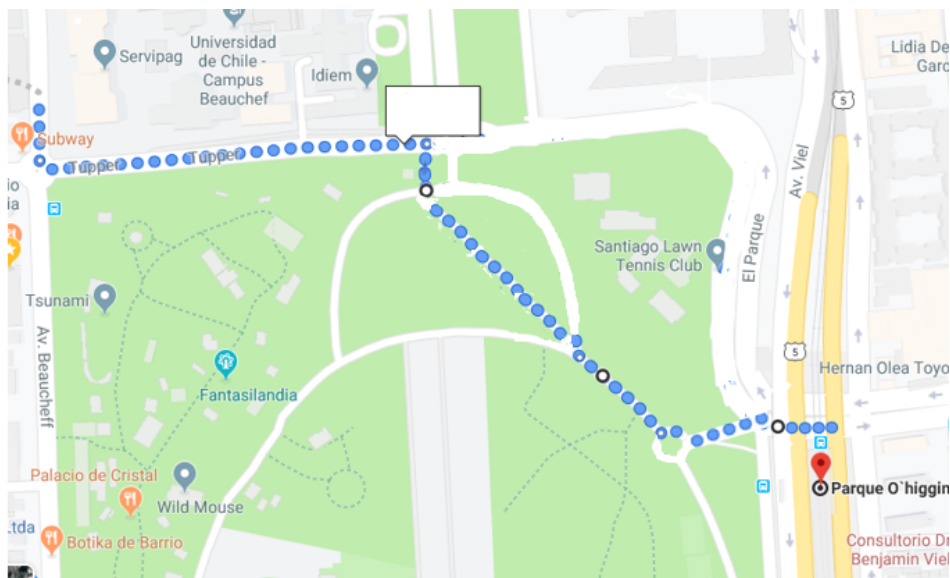


Tramo 8: Parque O'Higgins por dentro – Tupper por lado Edificio de Eléctrica – Frontis 850.
[Caminata]



Trayecto F

Indicar ID:



Trayecto G

Indicar ID:

Ruta de experimento de campo

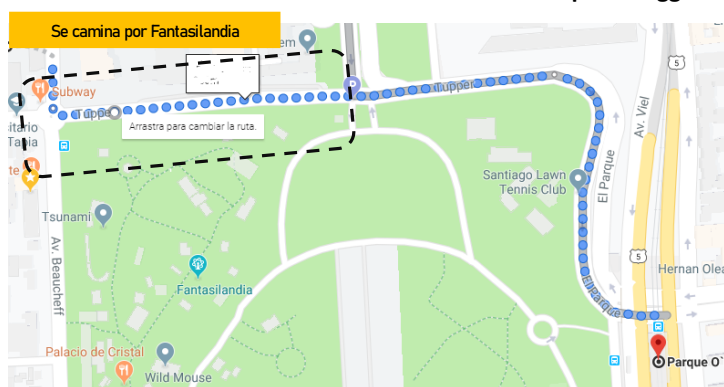
Destinos:

- A: Oficina 851
- B: Metro Parque O'Higgins
- C: Metro Matta
- D: Metro Plaza Egaña
- E: Metro Tobalaba
- F: Metro Pedro de Valdivia
- G: Metro Estadio Nacional

Definición de tramos (ver imágenes):

1. A-B Desde la Oficina 851, caminar por **el lado de Fantasilandia** y **rodear Parque O'Higgins**, hasta llegar a la **Estación Parque O'Higgins**.
2. B Desde la **Entrada de Parque O'Higgins**, caminar hacia la entrada sur para tomar **vehículo autónomo** y hacer recorrido ida-vuelta, hasta volver a la entrada.
3. B-C: **Toma bus 506/506e/506v/507/510 [ELÉCTRICO]** en Parada 4 M. **Parque O'Higgins** (PA435) hasta Parada 5 M. **Matta** (PA439).
4. C-D: Entrar al M. **Matta** y se toma **Línea 3 Dirección Fernando Castillo Velasco**, hasta llegar a M. **Plaza Egaña**.
5. D-E: En M. **Plaza Egaña** realizar combinación para tomar **Línea 4 Tobalaba**, hasta llegar a M. **Tobalaba**.
6. E-F: Caminar desde Metro **Tobalaba**, salir por **Av. Nueva Providencia**, seguir por calle **Nueva Providencia** hasta llegar al Parada 9 (PC3) M. **Pedro De Valdivia**.
7. F-G: **Tomar bus 103-117 [CONVENCIONAL]** en Parada 9 (PC3) M. **Pedro De Valdivia**, hasta llegar a Parada 5 M. **Est.Nacional** (PD10).
8. G-B: **Tomar una 506/506v/506e/507/510 [ELÉCTRICO]** desde Parada 2 M. **Est.Nacional** (PD582) hasta llegar Parada 1 M. **Parque O'Higgins** (PA450).
9. B-A: **Caminar** **atravesando el Parque O'Higgins por dentro** y caminar por el lado del Edificio de Eléctrica hasta llegar a la Oficina de 851.

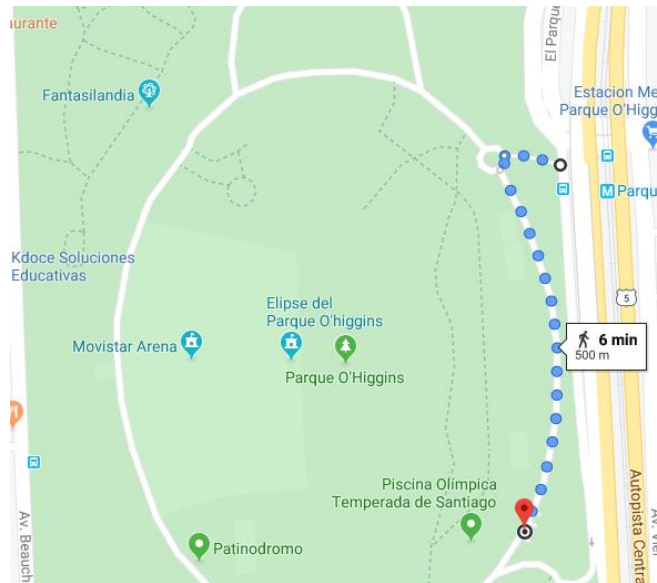
Tramo 1: Frontis 851 – Fantasilandia – Estación Parque O'Higgins



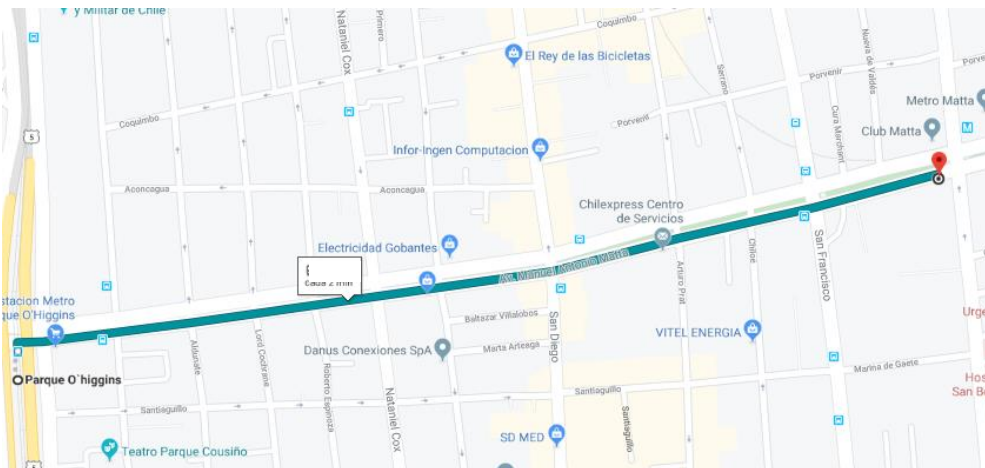
Trayecto G

Indicar ID:

Tramo 2: Entrada Parque O'Higgins (ida-vuelta) [Vehículo autónomo]



Tramo 3: PA435-Parada 4 (M) Parque O'Higgins – Parada PA439 (M) Matta 506/506e/506v/507/510



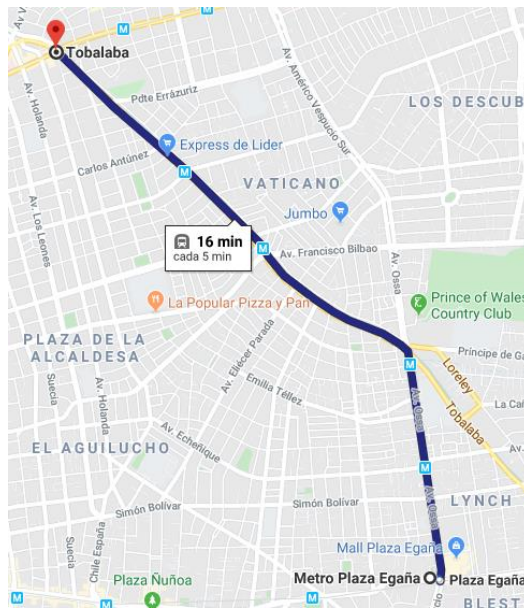
Trayecto G

Indicar ID:

Tramo 4: (M) Matta - (M) Plaza Egaña [Línea 3 dirección Fco. Castillo Velasco]



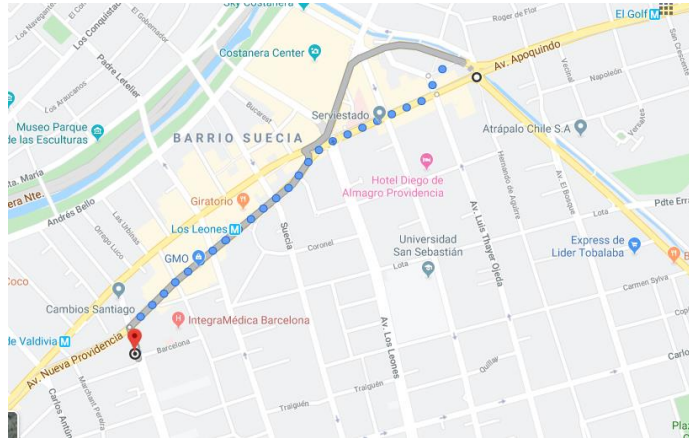
Tramo 5: (M) Plaza Egaña - (M) Tobalaba [Línea 4 dirección Tobalaba]



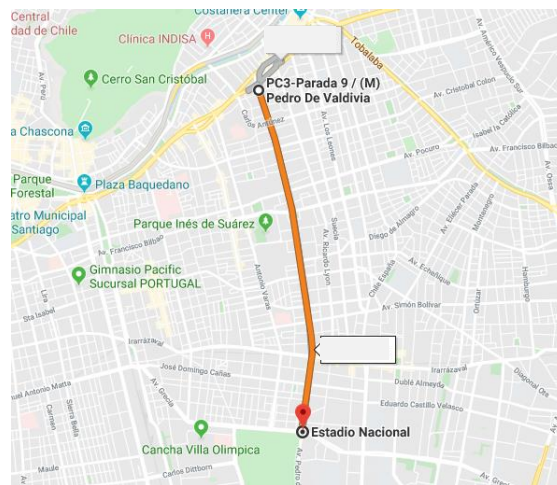
Trayecto G

Indicar ID:

**Tramo 6: (M) Tobalaba - PC3-Parada 9 / (M) Pedro De Valdivia
[Caminata]**



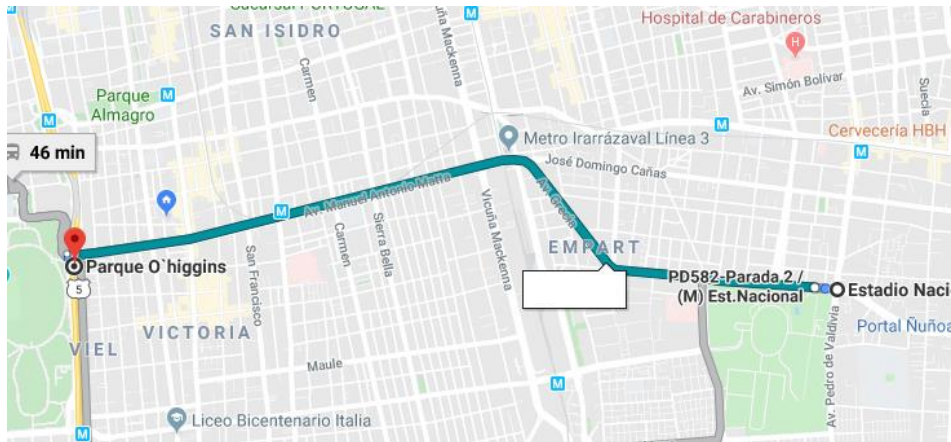
**Tramo 7: PC3-Parada 9 / (M) Pedro De Valdivia - PD10-Parada 5 / (M) Est.Nacional
[103/117]**



Trayecto G

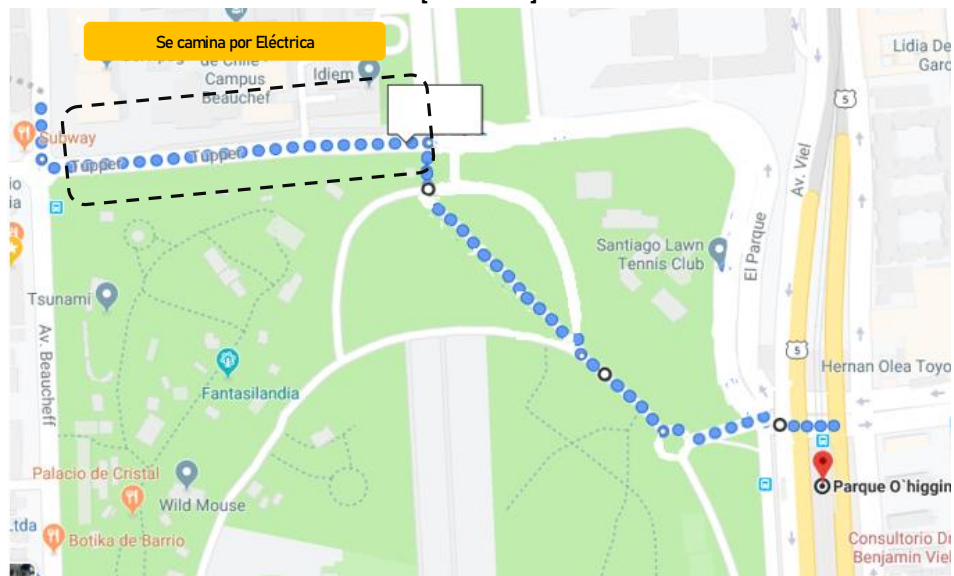
Indicar ID:

**Tramo 8: PD582-Parada 2 / (M) Est.Nacional - PA450-Parada 1 / (M) Parque O'Higgins
[506/506v/506e/507/507c/510]**



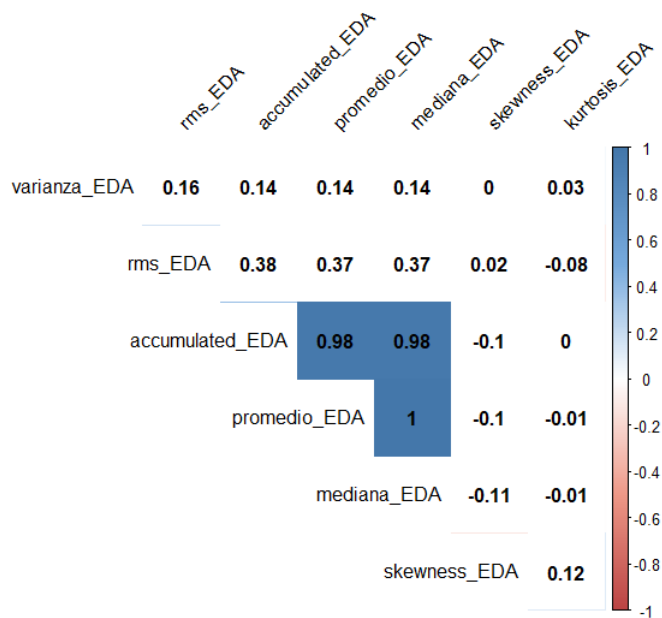
Tramo 9: Parque O'Higgins por dentro – Tupper por lado Edificio de Eléctrica – Frontis 850.

[Caminata]



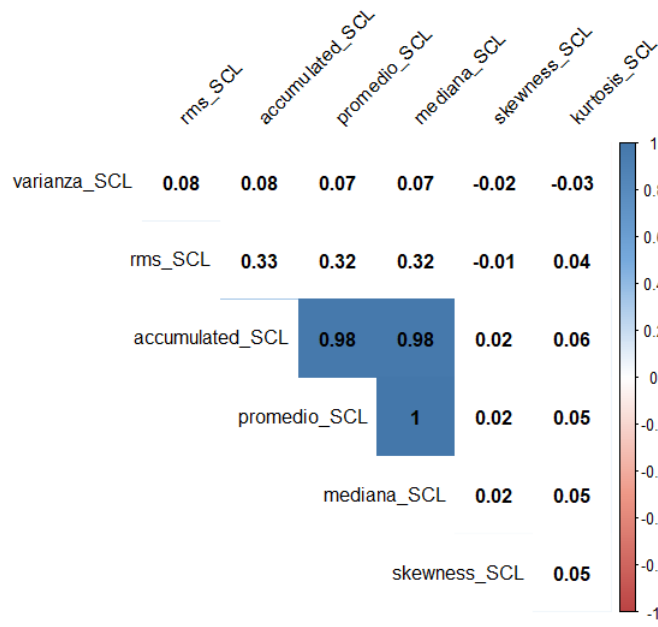
Anexos D

Correlaciones de indicadores psicofisiológicos y señales ambientales



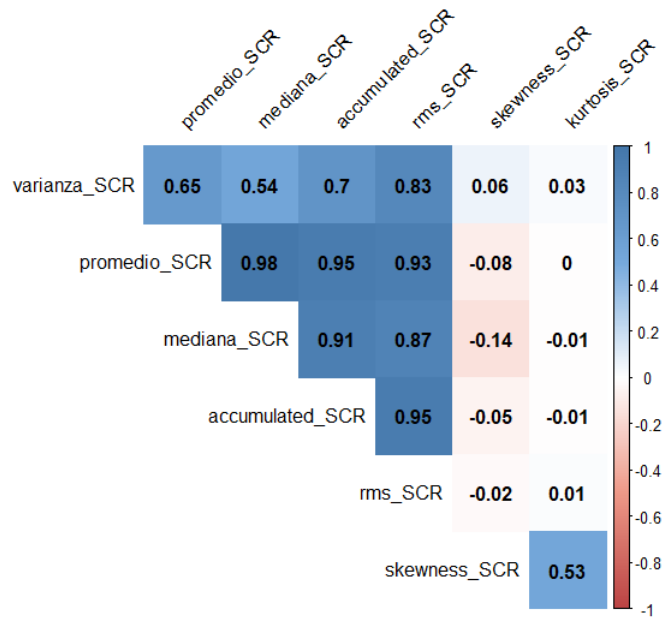
Fuente: Elaboración propia

Figura D.1: Matriz de correlación de las características de la variable Actividad electrodermal (EDA), considerando una ventana de 10 segundos



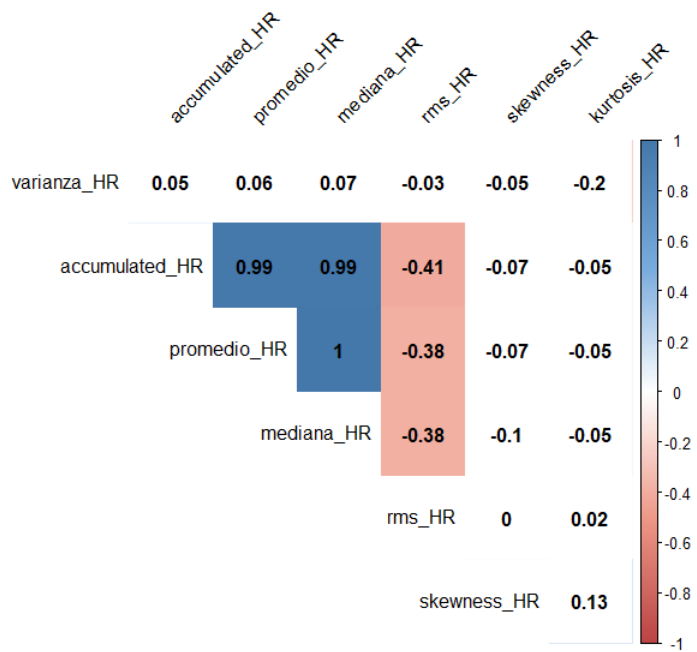
Fuente: Elaboración propia

Figura D.2: Matriz de correlación de las características de la variable Nivel de conductancia de la piel o Skin conductance level (SCL), considerando una ventana de 10 segundos



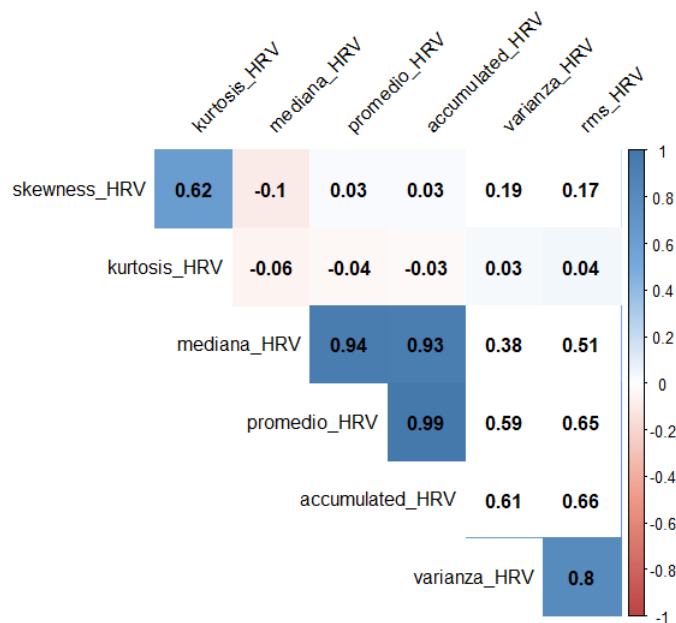
Fuente: Elaboración propia

Figura D.3: Matriz de correlación de las características de la variable Respuesta de conductancia de la piel o Skin conductance response (SCR), considerando una ventana de 10 segundos



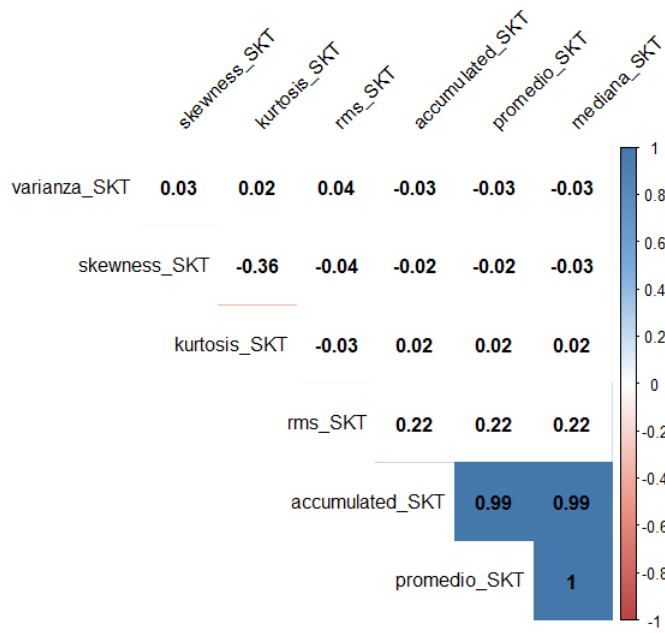
Fuente: Elaboración propia

Figura D.4: Matriz de correlación de las características de la variable Frecuencia cardiaca o Heart rate (HR), considerando una ventana de 10 segundos



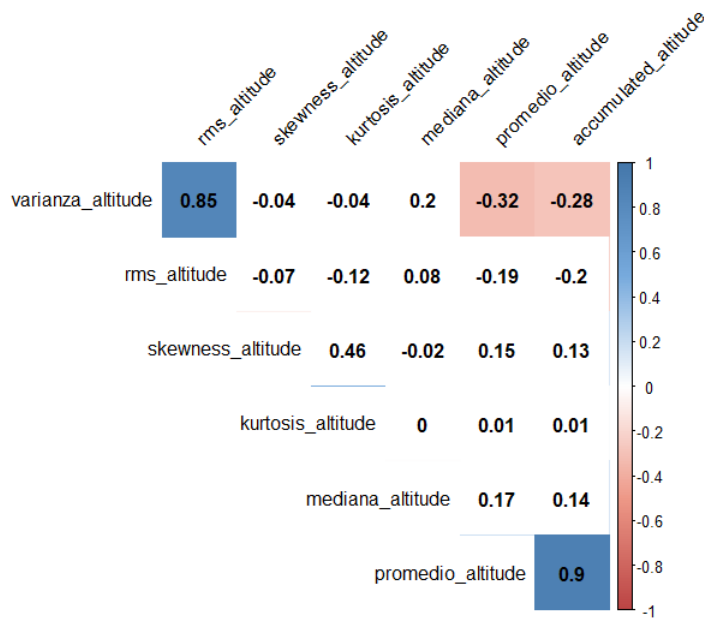
Fuente: Elaboración propia

Figura D.5: Matriz de correlación de las características de la variable Variabilidad del ritmo cardíaco o Heart rate variability (HRV), considerando una ventana de 10 segundos



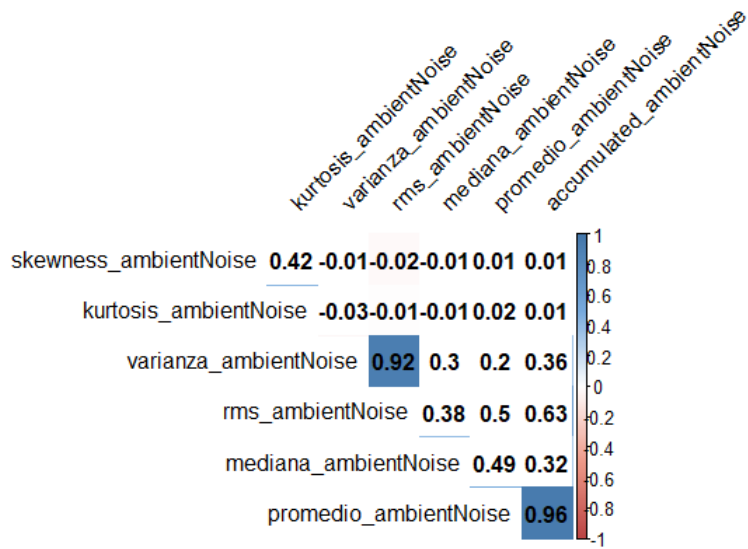
Fuente: Elaboración propia

Figura D.6: Matriz de correlación de las características de la variable Temperatura corporal o Skin temperature (SKT), considerando una ventana de 10 segundos



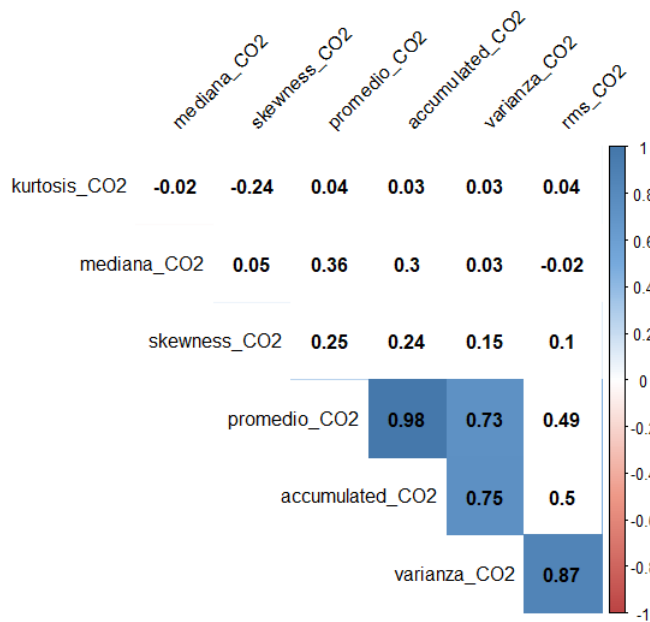
Fuente: Elaboración propia

Figura D.7: Matriz de correlación de las características de la variable Altitud o Altitude, considerando una ventana de 10 segundos



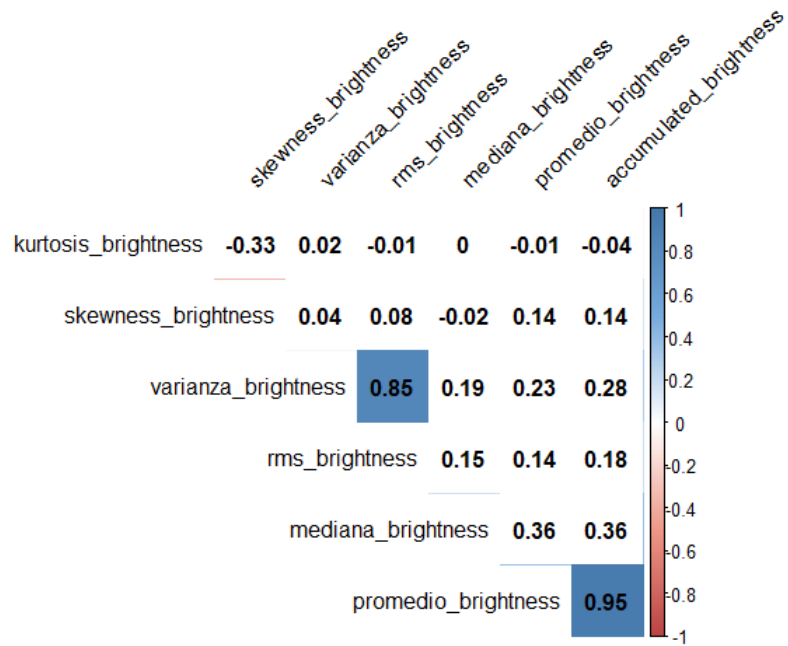
Fuente: Elaboración propia

Figura D.8: Matriz de correlación de las características de la variable Ruido ambiental o Ambient noise, considerando una ventana de 10 segundos



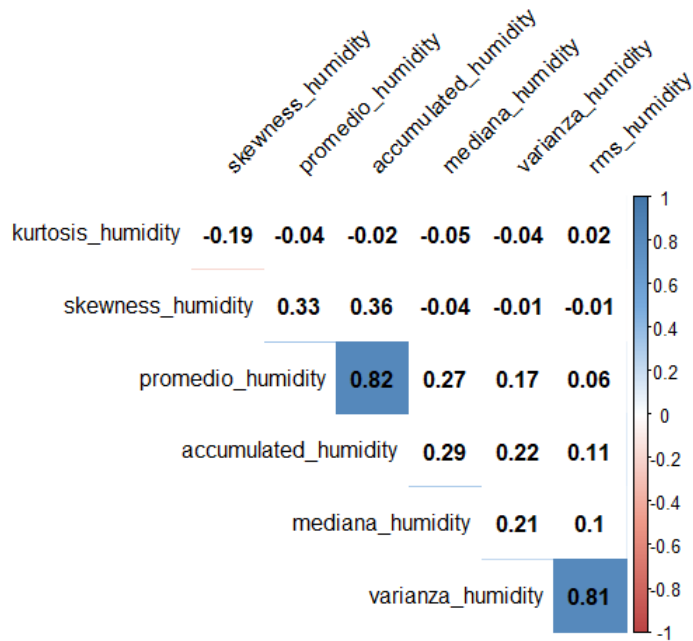
Fuente: Elaboración propia

Figura D.9: Matriz de correlación de las características de la variable CO2, considerando una ventana de 10 segundos



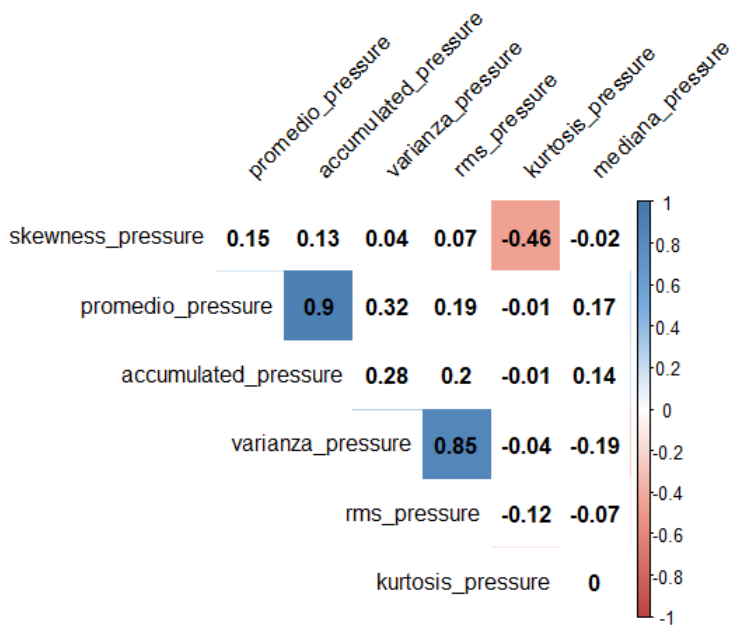
Fuente: Elaboración propia

Figura D.10: Matriz de correlación de las características de la variable Luminosidad o Brightness, considerando una ventana de 10 segundos



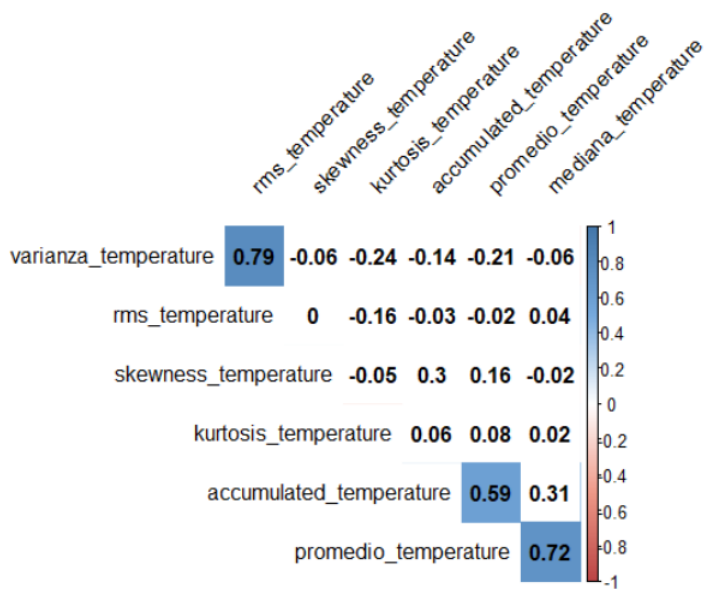
Fuente: Elaboración propia

Figura D.11: Matriz de correlación de las características de la variable Humedad o Humidity, considerando una ventana de 10 segundos



Fuente: Elaboración propia

Figura D.12: Matriz de correlación de las características de la variable Presión o Presión, considerando una ventana de 10 segundos



Fuente: Elaboración propia

Figura D.13: Matriz de correlación de las características de la variable Temperatura o Temperature, considerando una ventana de 10 segundos

Anexos E

Descripción de las bases de datos

Tabla E.1: Descripción de las bases de datos obtenidas por participante.

Nombre	Descripción	Formato
data_observador	Información registrada por el monitor sobre el trayecto realizado por el participante. Específicamente contienen los eventos ocurridos, etapas del trayecto, tasas de ocupación, registro del GPS y los tramos del trayecto.	.xlsx
data_participante	Información de los estados emocionales declarados por el participante y su posición en los modos motorizados (sentado o parado).	.xlsx
procData	Información de las señales ambientales e indicadores psicofisiológicos de los participantes.	.mat y .txt

Fuente: Elaboración propia

Tabla E.2: Descripción de las bases de datos complementarias para cada participante.

Nombre	Descripción	Formato
Contraste de emociones	Información de los cuadrantes de emociones que declaran los participantes recordar que sintieron durante el experimento en todo el trayecto.	.xlsx
db_participantes	Información de las respuesta de los participantes de la Encuesta sobre emociones experimentadas en transporte público.	.xlsx

Fuente: Elaboración propia

Tabla E.3: Descripción de las bases de datos derivadas de las bases de datos de los participantes.

Nombre	Descripción	Formato
atributos	Indicadores psicofisiológicos y señales ambientales procesadas seleccionada para ventanas de 1 a 10 segundos de tiempo anteriores a todas las emociones declaradas por los participantes.	.xlsx
Catastro de los datos de los participantes	Registro de los datos disponibles y faltantes de las bases de datos de los participantes	.xlsx
db_analisis	Cálculo de las características de las ventanas de tiempo (promedio, varianza, skewness, kurtosis, mediana, rms y valor acumulado) para los valores del documento atributos, la información de los participantes y del monitor. Esta base de datos es ideal para hacer análisis.	.xlsx
db_aplicaciones	Información de las dos aplicaciones para todos los participantes.	.xlsx
id_tramos	Registro de los formatos de viaje utilizados en el experimento (son ocho tipos).	.xlsx
linea_base	Valores de indicadores psicofisiológicos del periodo de línea base para cada participante.	.xlsx
Lista de buses utilizados	Información técnica los buses que específicamente utilizaron los participantes.	.xlsx
Lista de participantes	Correspondencia de id y pulsera utilizada por cada participante del experimento.	.xlsx
vacios_temporales	Intervalos de tiempo de registro mayores a 10 segundos entre una señal y otra de la base de datos procData. Esto sirve para poder filtrar registros anómalos en las ventanas de tiempo.	.xlsx

Fuente: Elaboración propia

Anexos F

Tablas de tests de diferencias de medias y análisis de varianza

F.1. Prueba de diferencia de medias aplicado a los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales, agrupados según valencia

Tabla F.1: Promedio de las características de las señales psicofisiológicas y ambientales de las observaciones, considerando una ventana temporal de 10 segundo, según si la emoción declarada corresponde a una de valencia positiva o negativa.

Señal	Valencia negativa	Valencia positiva	p-valor
Promedio SKT	0,286	-0,137	0
Raíz de la media cuadrática HR	17,355	21,26	0,026
Skewness Ruido Ambiental	0,174	0,03	0,034
Kurtosis Humedad	3,747	3,014	0,037
Raíz de la media cuadrática SCL	14,268	18,28	0,048
Kurtosis Presión	1,857	1,041	0,049
Varianza Ruido Ambiental	0,004	2,11	0,076
Skewness HRV	0,246	0,38	0,094
Promedio HR	0,121	-0,006	0,117
Varianza HR	0,013	0,016	0,164
Skewness CO2	-0,078	-0,021	0,167
Varianza Temperatura Ambiental	1,329	1,058	0,171
Kurtosis SKT	-0,163	0,135	0,189
Varianza SCL	0,001	0,005	0,194
Kurtosis Ruido Ambiental	2,012	1,315	0,194
Mediana Presión	-0,003	0,002	0,203
Skewness Luminosidad	-0,022	-0,101	0,218
Skewness Temperatura Ambiental	-0,051	0,001	0,221
Varianza Luminosidad	0,671	1,071	0,241
Skewness SKT	-0,117	-0,035	0,3

Tabla F.1: Promedio de las características de las señales psicofisiológicas y ambientales de las observaciones, considerando una ventana temporal de 10 segundo, según si la emoción declarada corresponde a una de valencia positiva o negativa.

Señal	Valencia negativa	Valencia positiva	p-valor
Promedio CO2	-0,001	0,002	0,302
Promedio Luminosidad	-0,002	0	0,308
Promedio Ruido Ambiental	0	0,002	0,337
Varianza SKT	0,003	0,001	0,34
Mediana CO2	-0,002	0	0,398
Promedio Temperatura Ambiental	-0,008	-0,001	0,441
Varianza Humedad	0,985	1,189	0,447
Mediana Ruido Ambiental	0	0,001	0,464
Kurtosis Temperatura Ambiental	3,497	3,315	0,572
Skewness SCR	0,335	0,284	0,595
Kurtosis CO2	3,221	3,058	0,601
Skewness Presión	-0,03	-0,006	0,612
Kurtosis HR	-0,467	-0,537	0,617
Promedio Humedad	0,002	0	0,617
Kurtosis HRV	-0,389	-0,295	0,647
Raíz de la media cuadrática SKT	24,606	23,926	0,697
Kurtosis Luminosidad	2,355	2,18	0,718
Mediana Luminosidad	0	-0,001	0,734
Kurtosis SCL	-0,716	-0,685	0,736
Varianza HRV	0,361	0,4	0,737
Kurtosis SCR	0,665	0,558	0,745
Skewness SCL	-0,014	0,01	0,747
Skewness HR	0,017	0,034	0,834
Promedio Presión	0,002	0,002	0,85
Promedio SCR	0,05	0,033	0,852
Skewness Humedad	-0,004	0,005	0,859
Varianza SCR	0,301	0,339	0,864
Varianza Presión	1,063	1,032	0,921
Mediana Humedad	0,001	0,001	0,957
Promedio HRV	0,009	0,01	0,988
Promedio SCL	0,002	0,001	0,992

Fuente: Elaboración propia

F.2. Prueba de diferencia de medias aplicado a los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales, agrupados según activación

Tabla F.2: Promedio de las características de las señales psicofisiológicas y ambientales de las observaciones, considerando una ventana temporal de 10 segundo, según si la emoción declarada corresponde a una de alta o baja activación.

Señal	Baja activación	Alta activación	p-valor
Raíz de la media cuadrática SCL	18,594	12,122	0,003
Varianza SCR	0,397	0,065	0,009
Skewness SCR	0,342	0,12	0,01
Promedio SCR	0,071	-0,095	0,048
Kurtosis SCR	0,684	0,196	0,075
Varianza Ruido Ambiental	1,985	0,008	0,077
Mediana CO2	0	-0,002	0,111
Promedio CO2	0,002	-0,002	0,119
Skewness Presión	-0,021	0,024	0,16
Varianza SCL	0,004	0	0,173
Skewness Temperatura Ambiental	-0,001	-0,056	0,184
Skewness Luminosidad	-0,098	-0,018	0,237
Promedio Temperatura Ambiental	-0,001	-0,012	0,256
Raíz de la media cuadrática HR	19,767	22,285	0,318
Skewness SKT	-0,071	0,005	0,361
Promedio SKT	-0,05	0,043	0,378
Promedio Ruido Ambiental	0,001	0	0,384
Varianza Luminosidad	0,882	1,319	0,39
Promedio Presión	0,002	0,001	0,435
Skewness CO2	-0,03	-0,055	0,464
Kurtosis SKT	0,097	-0,081	0,477
Promedio SCL	0,013	-0,045	0,496
Skewness HRV	0,359	0,297	0,496
Varianza Humedad	1,06	1,439	0,497
Promedio Humedad	0	0,002	0,534
Raíz de la media cuadrática SKT	23,868	24,987	0,547
Varianza HR	0,015	0,016	0,573
Kurtosis Humedad	3,159	3,348	0,584
Skewness Humedad	0,007	-0,017	0,591
Varianza SKT	0,001	0,001	0,605
Kurtosis Ruido Ambiental	1,447	1,657	0,605
Mediana Luminosidad	-0,001	-0,002	0,606
Kurtosis HR	-0,533	-0,467	0,67
Kurtosis HRV	-0,303	-0,382	0,674
Varianza Temperatura Ambiental	1,111	1,183	0,742
Mediana Ruido Ambiental	0,001	0	0,764
Kurtosis CO2	3,079	3,177	0,765
Kurtosis Temperatura Ambiental	3,342	3,436	0,768
Kurtosis Presión	1,261	1,183	0,791
Kurtosis SCL	-0,688	-0,712	0,806
Mediana Presión	0	0,001	0,819
Mediana Humedad	0,001	0,001	0,821
Promedio HR	0,021	0,044	0,837
Varianza Presión	1,05	0,999	0,856

Tabla F.2: Promedio de las características de las señales psicofisiológicas y ambientales de las observaciones, considerando una ventana temporal de 10 segundo, según si la emoción declarada corresponde a una de alta o baja activación.

Señal	Baja activación	Alta activación	p-valor
Kurtosis Luminosidad	2,235	2,182	0,915
Promedio Luminosidad	0	0	0,946
Skewness SCL	0,005	0,001	0,96
Promedio HRV	0,01	0,007	0,973
Skewness HR	0,03	0,032	0,98
Varianza HRV	0,391	0,389	0,989
Skewness Ruido Ambiental	0,067	0,066	0,994

Fuente: Elaboración propia

F.3. Análisis de varianza (ANOVA) de una vía aplicado a los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales, agrupados según cuadrantes de emociones

Tabla F.3: Promedio de las características de las señales psicofisiológicas y ambientales de las observaciones, considerando una ventana temporal de 10 segundo, según el cuadrante emocional. Además, se adjunta p-valor para un análisis de varianza de una vía.

Señal	p-valor	Feliz	Estresado	Triste	Relajado
Promedio SKT	0	-0,067	0,334	0,272	-0,155
Skewness Ruido Ambiental	0,014	0,008	0,221	0,161	0,036
Promedio Temperatura Ambiental	0,035	-0,004	-0,031	-0,001	0
Raíz de la media cuadrática SCL	0,036	13,085	9,574	15,615	19,56
Varianza HR	0,065	0,015	0,02	0,011	0,016
Promedio Humedad	0,086	-0,001	0,013	-0,001	0,001
Varianza Temperatura Ambiental	0,131	0,985	1,708	1,22	1,076
Kurtosis Presión	0,133	0,878	1,991	1,818	1,08
Skewness Presión	0,134	-0,004	0,098	-0,066	-0,006
Skewness Luminosidad	0,158	0,01	-0,089	-0,003	-0,129
Skewness SCR	0,161	0,092	0,193	0,375	0,331
Skewness CO2	0,164	-0,065	-0,029	-0,092	-0,011
Kurtosis Humedad	0,173	3,188	3,772	3,74	2,971
Mediana Presión	0,178	0,007	-0,013	-0,001	0,001
Kurtosis Luminosidad	0,179	1,601	3,72	1,964	2,322
Raíz de la media cuadrática HR	0,18	24,241	17,111	17,425	20,526
Promedio SCR	0,189	-0,174	0,114	0,031	0,084
Promedio HR	0,225	-0,072	0,351	0,054	0,011
Varianza SKT	0,255	0,001	0	0,003	0,001
Skewness Temperatura Ambiental	0,268	-0,03	-0,123	-0,031	0,009
Promedio Presión	0,297	0,003	-0,006	0,005	0,002
Kurtosis Ruido Ambiental	0,305	1,371	2,414	1,897	1,302

Tabla F.3: Promedio de las características de las señales psicofisiológicas y ambientales de las observaciones, considerando una ventana temporal de 10 segundo, según el cuadrante emocional. Además, se adjunta p-valor para un análisis de varianza de una vía.

Señal	p-valor	Feliz	Estresado	Triste	Relajado
Promedio HRV	0,324	0,084	-0,195	0,067	-0,008
Kurtosis HR	0,328	-0,358	-0,756	-0,385	-0,581
Kurtosis Temperatura Ambiental	0,342	3,685	2,778	3,704	3,224
Skewness HRV	0,373	0,318	0,241	0,248	0,395
Promedio Luminosidad	0,39	0,002	-0,006	-0,001	0
Mediana CO2	0,403	-0,003	-0,001	-0,002	0,001
Skewness SKT	0,426	0,077	-0,183	-0,097	-0,062
Varianza SCR	0,541	0,024	0,173	0,338	0,417
Varianza Ruido Ambiental	0,555	0,006	0,016	0,001	2,628
Promedio SCL	0,612	-0,11	0,127	-0,034	0,028
Promedio CO2	0,629	-0,003	0	-0,001	0,003
Kurtosis SCL	0,643	-0,768	-0,563	-0,76	-0,664
Varianza Luminosidad	0,708	1,339	1,267	0,5	1,005
Varianza Humedad	0,709	1,427	1,469	0,846	1,13
Kurtosis HRV	0,731	-0,459	-0,179	-0,45	-0,255
Kurtosis SCR	0,758	0,186	0,224	0,791	0,65
Varianza SCL	0,769	0,001	0	0,001	0,006
Kurtosis SKT	0,784	-0,028	-0,221	-0,146	0,176
Raíz de la media cuadrática SKT	0,789	25,533	23,54	24,912	23,53
Varianza HRV	0,791	0,462	0,197	0,408	0,385
Skewness HR	0,804	0,077	-0,088	0,048	0,024
Varianza Presión	0,815	1,166	0,556	1,209	0,999
Skewness Humedad	0,842	-0,03	0,018	-0,011	0,013
Mediana Luminosidad	0,899	-0,003	-0,001	0	-0,001
Promedio Ruido Ambiental	0,907	0	0	0	0,002
Skewness SCL	0,937	0,028	-0,073	0,003	0,005
Kurtosis CO2	0,95	3,157	3,229	3,219	3,033
Mediana Ruido Ambiental	0,977	0,001	0	0	0,001
Mediana Humedad	0,994	0	0,002	0,001	0,001

Fuente: Elaboración propia

F.4. Análisis de varianza (ANOVA) de una vía aplicado a los indicadores psicofisiológicos y señales ambientales, agrupados según modos de transporte

Tabla F.4: Promedio de las características de las señales psicofisiológicas y ambientales de las observaciones, considerando una ventana temporal de 10 segundo, según modo de transporte Se incorpora el p-valor para un análisis de varianza de una vía, para las características según los modos

Señal	p-valor	Caminata	Metro	Bus convencional	Bus eléctrico
Varianza Temperatura Ambiental	0,001	1,389	0,445	0,966	1,004
Varianza Ruido Ambiental	0,001	3,458	0	0,058	0,005
Varianza Presión	0,003	1,287	0,269	0,217	1,226
Kurtosis SCL	0,013	-0,696	-0,514	-0,709	-0,729
Kurtosis Ruido Ambiental	0,051	1,547	3,505	1,239	0,979
Kurtosis Luminosidad	0,111	2,017	3,95	2,704	1,865
Kurtosis SCR	0,119	0,91	0,157	0,35	0,34
Mediana CO2	0,119	0	-0,001	0,001	0
Skewness HRV	0,141	0,383	0,368	0,146	0,37
Promedio SKT	0,142	-0,156	-0,114	0,621	-0,094
Skewness SCL	0,143	0,006	0,072	0,001	-0,015
Raíz de la media cuadrática SKT	0,161	22,855	16,451	27,362	26,54
Varianza Humedad	0,181	1,634	0,379	1,092	0,668
Skewness Luminosidad	0,186	-0,118	-0,016	-0,083	-0,047
Varianza SCR	0,223	0,202	0,717	0,114	0,49
Skewness Humedad	0,269	0,019	-0,117	-0,019	0,02
Raíz de la media cuadrática HR	0,282	21,545	17,098	18,015	20,265
Skewness Ruido Ambiental	0,389	0,061	0,101	0,082	0,059
Skewness Temperatura Ambiental	0,401	0	-0,051	-0,018	-0,016
Promedio Luminosidad	0,407	-0,002	0,001	0	0,001
Raíz de la media cuadrática SCL	0,414	15,049	17,127	28,945	15,776
Mediana Luminosidad	0,416	-0,001	0	-0,001	-0,002
Kurtosis HR	0,428	-0,494	-0,466	-0,726	-0,487
Kurtosis Presión	0,476	1,286	2,665	0,668	1,043
Promedio CO2	0,502	0,003	0,001	0	-0,001
Promedio Presión	0,513	0,003	0	0	0,001
Varianza SCL	0,558	0,001	0,005	0,001	0,009
Promedio SCL	0,586	0	-0,02	0,298	-0,108
Varianza HR	0,588	0,015	0,014	0,014	0,016
Kurtosis HRV	0,651	-0,299	-0,477	-0,434	-0,259
Varianza Luminosidad	0,659	0,361	0,391	0,091	2,316
Kurtosis SKT	0,671	0,069	-0,254	0,233	0,063
Promedio Ruido Ambiental	0,671	0,003	0	0	0
Promedio HR	0,684	0,051	-0,159	0,047	0,032
Kurtosis CO2	0,687	2,945	3,341	3,003	3,285
Promedio HRV	0,697	-0,044	0,197	-0,087	0,073
Skewness SKT	0,721	-0,128	0,004	0,102	-0,033
Kurtosis Temperatura Ambiental	0,736	3	4,569	3,108	3,641

Tabla F.4: Promedio de las características de las señales psicofisiológicas y ambientales de las observaciones, considerando una ventana temporal de 10 segundo, según modo de transporte Se incorpora el p-valor para un análisis de varianza de una vía, para las características según los modos

Señal	p-valor	Caminata	Metro	Bus convencional	Bus eléctrico
Skewness HR	0,741	0,023	0,039	0,125	0,001
Skewness SCR	0,746	0,331	0,17	0,334	0,267
Skewness Presión	0,758	-0,019	-0,065	0,026	-0,003
Varianza HRV	0,764	0,283	0,945	0,217	0,461
Promedio Temperatura Ambiental	0,815	-0,007	-0,001	0,001	0
Varianza SKT	0,817	0,002	0,001	0	0,001
Skewness CO2	0,874	-0,054	0,02	-0,016	-0,032
Mediana Humedad	0,898	0,005	0,001	-0,005	-0,002
Acumulada SCR	0,908	0,057	0,13	0,008	-0,003
Kurtosis Humedad	0,912	2,955	4,568	3,622	3,005
Mediana Presión	0,952	0,002	-0,002	0	-0,001
Mediana Ruido Ambiental	0,958	0,001	0	0,001	0
Promedio Humedad	0,996	0,002	0	-0,004	0,001

Fuente: Elaboración propia

Anexos G

Modelos de elección discreta

G.1. Modelos logit: Valencia

Tabla G.1: Resultados de dos modelo logit donde la variable dependiente es la variable “Valencia”, utilizando los marcadores de transporte como variables explicativas. “Modelo I” utiliza solo los modos de transporte, el “Modelo II” utiliza los modos de transporte y si la persona iba sentada y el “Modelo III” utiliza los modos de transporte y el efecto de ir sentado según el modo. En todos los modelos se controla por participante.

	Valencia		
	Modelo I	Modelo II	Modelo III
Bus electrico	0.545* (0.283)	0.500 (0.324)	0.564 (0.351)
Bus convencional	-0.631* (0.342)	-0.687* (0.396)	-0.860* (0.473)
Metro	0.111 (0.423)	0.099 (0.425)	0.130 (0.448)
Bus electrico:Sentado			-0.049 (0.451)
Bus convencional:Sentado			0.427 (0.597)
Metro:Sentado			-0.165 (1.170)
Sentado		0.098 (0.350)	
Tiempo logarítmico	-0.838*** (0.175)	-0.831*** (0.176)	-0.840*** (0.179)
Participante 2	-1.200* (0.683)	-1.170* (0.691)	-1.110 (0.695)
Participante 3	-2.300*** (0.708)	-2.290*** (0.708)	-2.250*** (0.708)
Participante 4	-0.363 (0.690)	-0.358 (0.690)	-0.334 (0.688)
Participante 5	15.700 (645.000)	15.700 (646.000)	15.800 (645.000)
Participante 6	0.032 (0.754)	0.045 (0.755)	0.065 (0.753)
Participante 7	-0.399 (0.723)	-0.380 (0.726)	-0.356 (0.725)
Participante 8	0.241 (0.791)	0.272 (0.798)	0.321 (0.802)
Participante 9	-2.280*** (0.699)	-2.250*** (0.708)	-2.210*** (0.709)
Participante 10	-1.500** (0.678)	-1.470** (0.685)	-1.420** (0.686)
Participante 11	-1.750*** (0.671)	-1.740*** (0.673)	-1.710** (0.672)
Participante 12	2.030* (1.160)	2.060* (1.170)	2.130* (1.180)
Participante 13	0.850 (0.940)	0.852 (0.939)	0.823 (0.936)
Participante 14	0.206 (0.752)	0.217 (0.752)	0.245 (0.752)
Participante 15	-2.140*** (0.676)	-2.130*** (0.677)	-2.080*** (0.678)
Participante 16	0.316 (0.795)	0.323 (0.795)	0.349 (0.794)

Constant	0.911 (0.601)	0.901 (0.601)	0.858 (0.602)
N	541	541	541
Log Likelihood	-225.000	-225.000	-225.000
AIC	491.000	493.000	496.000

Note: ***p < .01; **p < .05; *p < .1

Tabla G.2: Resultados de un modelo logit donde la variable dependiente es la variable “Valencia”, utilizando una ventana de tiempo de 6 segundos para las señales psicofisiológicas de los participantes como variables independientes. Se controla también por participante.

	Valencia
Promedio SCL	0.002 (0.436)
Skewness SCL	0.025 (0.133)
Kurtosis SCL	-0.076 (0.131)
Raíz de la media cuadrática SCL	0.185 (0.384)
Promedio SCR	0.078 (0.208)
Varianza SCR	-0.041 (0.164)
Skewness SCR	0.044 (0.145)
Kurtosis SCR	0.264 (0.192)
Promedio HR	-0.008 (0.301)
Varianza HR	0.257* (0.150)
Skewness HR	0.235* (0.134)
Kurtosis HR	0.334** (0.143)
Raíz de la media cuadrática HR	-0.120 (0.289)
Promedio HRV	-0.138 (0.169)
Varianza HRV	-0.002 (0.149)
Skewness HRV	0.113 (0.141)
Kurtosis HRV	-0.195 (0.150)
Promedio SKT	-0.335* (0.200)
Varianza SKT	-0.340 (0.444)
Skewness SKT	0.239 (0.146)
Kurtosis SKT	0.309 (0.245)
Raíz de la media cuadrática SKT	-0.408** (0.162)
Tiempo	-11.100*** (2.410)
Tiempo cuadrado	2.240*** (0.571)
Participante 2	-0.823 (0.785)
Participante 3	-2.400* (1.320)
Participante 4	-0.510 (0.755)
Participante 5	16.200 (613.000)
Participante 6	0.608 (0.940)
Participante 7	1.150 (0.929)
Participante 8	1.160 (0.906)
Participante 9	-1.670** (0.837)
Participante 10	-0.478 (0.857)
Participante 11	-1.950** (0.799)
Participante 12	4.200** (2.100)
Participante 13	1.620 (1.050)
Participante 14	-0.031 (0.777)
Participante 15	-1.270 (0.792)

Participante 16	0.541 (0.891)
Constant	6.410*** (1.300)
N	541
Log Likelihood	-210.000
AIC	500.000
<hr/>	
<i>Note:</i>	***p < .01; **p < .05; *p < .1

Tabla G.3: Resultados de un modelo logit donde la variable dependiente es la variable “Valencia”, utilizando una ventana de tiempo de 6 segundos para las señales ambientales del experimento de campo como variables independientes. Se controla también por participante.

	Valencia
Promedio Presión	-0.103 (0.145)
Varianza Presión	0.247 (0.207)
Skewness Presión	0.092 (0.124)
Kurtosis Presión	-0.256 (0.182)
Mediana Presión	0.247 (0.157)
Promedio CO ₂	0.953 (0.725)
Skewness CO ₂	-0.082 (0.131)
Kurtosis CO ₂	-0.175 (0.153)
Mediana CO ₂	-0.286 (0.190)
Promedio Temperatura	-0.024 (0.115)
Varianza Temperatura	-0.222 (0.167)
Skewness Temperatura	0.055 (0.142)
Kurtosis Temperatura	0.005 (0.176)
Promedio Humedad	-0.110 (0.236)
Varianza Humedad	-0.055 (0.231)
Skewness Humedad	-0.096 (0.142)
Kurtosis Humedad	-0.220 (0.160)
Mediana Humedad	0.111 (0.166)
Promedio Ruido ambiental	-1.030 (2.480)
Skewness Ruido ambiental	-0.466*** (0.169)
Kurtosis Ruido ambiental	0.313 (0.213)
Mediana Ruido ambiental	2.210 (2.290)
Promedio Luminosidad	0.149 (0.162)
Varianza Luminosidad	0.490** (0.249)
Skewness Luminosidad	0.226* (0.128)
Kurtosis Luminosidad	0.152 (0.147)
Mediana Luminosidad	-0.123 (0.148)
Tiempo	-10.200*** (2.340)
Tiempo cuadrado	1.860*** (0.564)
Participante 2	-1.400* (0.752)
Participante 3	-2.980*** (0.792)
Participante 4	-0.721 (0.746)
Participante 5	16.100 (591.000)
Participante 6	-0.409 (0.803)
Participante 7	-0.793 (0.783)
Participante 8	-0.041 (0.872)
Participante 9	-2.770*** (0.761)

Participante 10	-1.710** (0.754)
Participante 11	-1.930*** (0.733)
Participante 12	1.760 (1.200)
Participante 13	-0.369 (1.010)
Participante 14	-0.963 (0.847)
Participante 15	-2.570*** (0.743)
Participante 16	-0.017 (0.872)
Constant	7.030*** (1.300)
N	541
Log Likelihood	-211.000
AIC	513.000

Note: ***p < .01; **p < .05; *p < .1

Tabla G.4: Resultados de dos modelo logit donde la variable dependiente es la variable “Valencia”. El primero corresponde a una selección de las indicadores psicofisiológicos para una ventana de 6 segundos como variables independientes y el segundo utiliza una selección de señales ambientales para una ventana de 6 segundos como variables independientes. En ambos modelos se controla por participante.

	Valencia	
	Indicadores psicofisiológicos	Señales ambientales
Kurtosis SCR	0.340** (0.171)	
Varianza HR	0.255* (0.146)	
Skewness HR	0.240* (0.130)	
Kurtosis HR	0.336** (0.141)	
Raíz de la media cuadrática HR	-0.125 (0.222)	
Kurtosis HRV	-0.116 (0.134)	
Skewness SKT	0.251** (0.125)	
Raíz de la media cuadrática SKT	-0.446*** (0.156)	
Mediana Presión		0.133 (0.120)
Promedio CO ₂		0.197 (0.325)
Varianza Temperatura		-0.218 (0.147)
Kurtosis Humedad		-0.251** (0.125)
Skewness Ruido ambiental		-0.358** (0.142)
Varianza Luminosidad		0.361* (0.219)
Skewness Luminosidad		0.193* (0.116)
Tiempo	-11.000*** (2.270)	-9.490*** (2.180)
Tiempo cuadrado	2.130*** (0.544)	1.730*** (0.525)
Participante 2	-1.230* (0.702)	-1.160 (0.710)
Participante 3	-2.340*** (0.739)	-2.510*** (0.739)
Participante 4	-0.600 (0.701)	-0.429 (0.703)
Participante 5	16.700 (602.000)	16.000 (625.000)
Participante 6	0.303 (0.792)	-0.063 (0.770)
Participante 7	0.359 (0.812)	-0.521 (0.744)
Participante 8	0.683 (0.829)	0.413 (0.833)
Participante 9	-2.370*** (0.723)	-2.440*** (0.725)
Participante 10	-1.260* (0.694)	-1.310* (0.709)

Participante 11	-2.390*** (0.714)	-1.660** (0.697)
Participante 12	3.490** (1.360)	1.980* (1.180)
Participante 13	1.090 (0.971)	0.180 (0.969)
Participante 14	-0.045 (0.764)	-0.347 (0.789)
Participante 15	-1.940*** (0.693)	-2.280*** (0.700)
Participante 16	0.082 (0.821)	0.196 (0.825)
Constant	6.710*** (1.200)	6.240*** (1.200)
N	541	541
Log Likelihood	-215.000	-219.000
AIC	482.000	488.000

Note: ***p < .01; **p < .05; *p < .1

G.2. Modelos logit: Activación

Tabla G.5: Resultados de dos modelo logit donde la variable dependiente es la variable “Activación”, utilizando los marcadores de transporte como variables explicativas. “Modelo I” utiliza solo los modos de transporte, el “Modelo II” utiliza los modos de transporte y si la persona iba sentada y el “Modelo III” utiliza los modos de transporte y el efecto de ir sentado según el modo. En todos los modelos se controla por participante.

	Activación		
	Modelo I	Modelo II	Modelo III
Bus electrico	0.486* (0.269)	0.644** (0.310)	0.513 (0.325)
Bus convencional	-0.115 (0.451)	0.027 (0.471)	0.456 (0.500)
Metro	1.240*** (0.394)	1.270*** (0.395)	1.270*** (0.404)
Bus electrico:Sentado			-0.058 (0.383)
Bus convencional:Sentado			-1.990* (1.130)
Metro:Sentado			-0.509 (1.490)
Sentado		-0.342 (0.343)	
Tiempo logarítmico	-0.427*** (0.119)	-0.432*** (0.119)	-0.430*** (0.119)
Participante 2	2.570** (1.100)	2.500** (1.100)	2.450** (1.100)
Participante 3	-14.100 (723.000)	-14.100 (723.000)	-14.100 (717.000)
Participante 4	2.360** (1.100)	2.340** (1.100)	2.390** (1.110)
Participante 5	2.250** (1.110)	2.180* (1.110)	2.200** (1.120)
Participante 6	1.660 (1.140)	1.580 (1.140)	1.630 (1.150)
Participante 7	2.410** (1.100)	2.350** (1.110)	2.380** (1.110)
Participante 8	2.270** (1.110)	2.170* (1.120)	2.190* (1.120)
Participante 9	1.230 (1.200)	1.120 (1.200)	1.100 (1.210)
Participante 10	2.730** (1.100)	2.650** (1.100)	2.620** (1.100)
Participante 11	-0.259 (1.450)	-0.312 (1.450)	-0.277 (1.450)
Participante 12	2.430** (1.100)	2.350** (1.100)	2.330** (1.100)
Participante 13	0.073 (1.450)	0.001 (1.450)	0.076 (1.460)
Participante 14	1.970* (1.110)	1.920* (1.120)	1.950* (1.120)
Participante 15	3.750*** (1.090)	3.710*** (1.090)	3.730*** (1.100)
Participante 16	2.580** (1.130)	2.560** (1.130)	2.590** (1.130)
Constant	-4.320*** (1.070)	-4.260*** (1.070)	-4.270*** (1.070)
N	541	541	541
Log Likelihood	-227.000	-227.000	-225.000
AIC	495.000	496.000	496.000

Note: ***p < .01; **p < .05; *p < .1

Tabla G.6: Resultados de un modelo logit donde la variable dependiente es la variable “Activación”, utilizando una ventana de tiempo de 6 segundos para las señales psicofisiológicas de los participantes como variables independientes. Se controla también por participante.

	Activación
Promedio SCL	0.648 (0.442)
Skewness SCL	0.006 (0.128)
Kurtosis SCL	-0.062 (0.139)
Raíz de la media cuadrática SCL	-0.825** (0.407)

Promedio SCR	0.268 (0.279)
Varianza SCR	-0.215 (0.670)
Skewness SCR	-0.100 (0.151)
Kurtosis SCR	0.183 (0.161)
Promedio HR	-0.357 (0.254)
Varianza HR	0.048 (0.122)
Skewness HR	-0.015 (0.127)
Kurtosis HR	0.049 (0.130)
Raíz de la media cuadrática HR	0.382 (0.234)
Promedio HRV	0.174 (0.167)
Varianza HRV	-0.173 (0.201)
Skewness HRV	0.102 (0.142)
Kurtosis HRV	0.064 (0.130)
Promedio SKT	0.081 (0.189)
Varianza SKT	-0.333 (0.451)
Skewness SKT	0.388** (0.160)
Kurtosis SKT	-0.404 (0.258)
Raíz de la media cuadrática SKT	-0.061 (0.136)
Tiempo	-0.406*** (0.145)
Participante 2	2.230* (1.150)
Participante 3	-14.400 (634.000)
Participante 4	2.230** (1.140)
Participante 5	5.230** (2.070)
Participante 6	1.960 (1.230)
Participante 7	2.330** (1.150)
Participante 8	2.060* (1.150)
Participante 9	0.411 (1.270)
Participante 10	2.830** (1.180)
Participante 11	-0.798 (1.550)
Participante 12	0.178 (1.750)
Participante 13	-0.208 (1.480)
Participante 14	1.900* (1.140)
Participante 15	3.700*** (1.140)
Participante 16	2.200* (1.170)
Constant	-3.560*** (1.080)
N	541
Log Likelihood	-221.000
AIC	520.000

Note: ***p < .01; **p < .05; *p < .1

Tabla G.7: Resultados de un modelo logit donde la variable dependiente es la variable “Activación”, utilizando una ventana de tiempo de 6 segundo para las señales ambientales del experimento de campo como variables independientes. Se controla también por participante.

	Activación
Promedio Presión	-0.122 (0.147)
Varianza Presión	-0.023 (0.136)
Skewness Presión	0.076 (0.145)
Kurtosis Presión	-0.047 (0.188)

Mediana Presión	0.212 (0.151)
Promedio CO ₂	-0.739 (0.749)
Skewness CO ₂	0.244* (0.140)
Kurtosis CO ₂	0.032 (0.156)
Mediana CO ₂	-0.169 (0.187)
Promedio Temperatura	-0.114 (0.128)
Varianza Temperatura	-0.011 (0.124)
Skewness Temperatura	0.235** (0.119)
Kurtosis Temperatura	0.107 (0.149)
Promedio Humedad	0.239 (0.364)
Varianza Humedad	0.009 (0.205)
Skewness Humedad	-0.174 (0.137)
Kurtosis Humedad	-0.106 (0.159)
Mediana Humedad	0.045 (0.223)
Promedio Ruido ambiental	0.415 (1.530)
Skewness Ruido ambiental	-0.053 (0.120)
Kurtosis Ruido ambiental	0.202 (0.163)
Mediana Ruido ambiental	-0.612 (1.390)
Promedio Luminosidad	-0.053 (0.130)
Varianza Luminosidad	0.106 (0.136)
Skewness Luminosidad	-0.206 (0.138)
Kurtosis Luminosidad	-0.280* (0.168)
Mediana Luminosidad	0.026 (0.123)
Tiempo	-0.465*** (0.129)
Participante 2	2.700** (1.120)
Participante 3	-14.100 (706.000)
Participante 4	2.180* (1.120)
Participante 5	2.160* (1.140)
Participante 6	1.680 (1.160)
Participante 7	2.580** (1.110)
Participante 8	2.480** (1.130)
Participante 9	0.667 (1.280)
Participante 10	2.630** (1.110)
Participante 11	-0.127 (1.500)
Participante 12	2.370** (1.100)
Participante 13	-0.031 (1.470)
Participante 14	1.940* (1.140)
Participante 15	3.980*** (1.110)
Participante 16	2.660** (1.150)
Constant	-3.680*** (1.040)
N	541
Log Likelihood	-219.000
AIC	526.000

Note:

***p < .01; **p < .05; *p < .1

Tabla G.8: Resultados de dos modelo logit donde la variable dependiente es la variable “Activación”. El primero corresponde a una selección de los indicadores psicofisiológicos para una ventana de 6 segundo como variables independiente y el segundo utiliza una selección de señales ambientales para una ventana de 6 segundos como variable independiente. En ambos modelos se controla por participante.

	Activación	
	Indicadores psicofisiológicos	Señales ambientales
Promedio SCL	0.577 (0.436)	
Raíz de la media cuadrática SCL	-0.696* (0.396)	
Promedio HR	-0.302 (0.228)	
Raíz de la media cuadrática HR	0.297 (0.210)	
Promedio CO ₂		-1.030* (0.597)
Skewness Temperatura		0.249** (0.107)
Tiempo	-3.470** (1.730)	-1.870*** (0.471)
Tiempo cuadrado	0.538 (0.442)	
Participante 2	2.310** (1.130)	2.460** (1.090)
Participante 3	-13.500 (698.000)	-14.200 (726.000)
Participante 4	2.160* (1.110)	2.150* (1.100)
Participante 5	4.730** (2.000)	2.170** (1.110)
Participante 6	2.000* (1.200)	1.550 (1.130)
Participante 7	2.320** (1.120)	2.400** (1.100)
Participante 8	2.140* (1.130)	2.180** (1.110)
Participante 9	0.872 (1.230)	0.929 (1.210)
Participante 10	2.800** (1.140)	2.650** (1.090)
Participante 11	-0.376 (1.460)	-0.189 (1.440)
Participante 12	0.751 (1.580)	2.380** (1.090)
Participante 13	-0.119 (1.470)	-0.066 (1.450)
Participante 14	1.980* (1.130)	1.910* (1.110)
Participante 15	3.540*** (1.110)	3.810*** (1.090)
Participante 16	2.350** (1.160)	2.530** (1.120)
Constant	-2.030 (1.280)	-2.710*** (1.030)
N	541	541
Log Likelihood	-228.000	-228.000
AIC	501.000	495.000

Note:

***p < .01; **p < .05; *p < .1

G.3. Modelos logit multinomial: Emociones

Tabla G.9: Resultados de un modelo logit multinomial donde la variable dependiente es la variable “Emoción”, utilizando los marcadores de transporte como variables explicativas. Se controla también por participante.

	Emoción
Estresado:(intercept)	-21.300 (8,866.000)
Feliz:(intercept)	-4.260*** (1.090)
Triste:(intercept)	-0.701 (0.618)
Estresado:Tiempo logarítmico	0.103 (0.241)
Feliz:Tiempo logarítmico	-0.422*** (0.131)
Triste:Tiempo logarítmico	1.080*** (0.229)
Estresado:Bus electrico	-0.086 (0.480)
Feliz:Bus electrico	0.549* (0.311)
Triste:Bus electrico	-0.552* (0.328)
Estresado:Bus convencional	0.591 (0.632)
Feliz:Bus convencional	-0.369 (0.667)
Triste:Bus convencional	0.605 (0.372)
Estresado:Metro	0.585 (0.739)
Feliz:Metro	1.460*** (0.441)
Triste:Metro	0.152 (0.497)
Estresado:Participante 2	20.100 (8,866.000)
Feliz:Participante 2	1.980* (1.160)
Triste:Participante 2	0.750 (0.740)
Estresado:Participante 3	1.260 (11,197.000)
Feliz:Participante 3	-16.900 (6,223.000)
Triste:Participante 3	2.330*** (0.726)
Estresado:Participante 4	18.100 (8,866.000)
Feliz:Participante 4	2.390** (1.120)
Triste:Participante 4	0.398 (0.715)
Estresado:Participante 5	0.187 (11,737.000)
Feliz:Participante 5	2.160* (1.120)
Triste:Participante 5	-19.300 (6,779.000)
Estresado:Participante 6	18.700 (8,866.000)
Feliz:Participante 6	1.110 (1.200)
Triste:Participante 6	-0.528 (0.845)
Estresado:Participante 7	1.170 (10,476.000)
Feliz:Participante 7	2.560** (1.120)
Triste:Participante 7	0.626 (0.744)
Estresado:Participante 8	18.900 (8,866.000)
Feliz:Participante 8	1.920* (1.140)
Triste:Participante 8	-0.873 (0.946)
Estresado:Participante 9	19.000 (8,866.000)
Feliz:Participante 9	1.420 (1.290)
Triste:Participante 9	2.390*** (0.725)
Estresado:Participante 10	20.100 (8,866.000)
Feliz:Participante 10	2.580** (1.140)
Triste:Participante 10	1.420** (0.723)
Estresado:Participante 11	1.130 (10,488.000)

Feliz:Participante 11	0.094 (1.460)
Triste:Participante 11	1.790*** (0.684)
Estresado:Participante 12	0.369 (11,005.000)
Feliz:Participante 12	2.370** (1.100)
Triste:Participante 12	-1.880 (1.170)
Estresado:Participante 13	-0.298 (13,106.000)
Feliz:Participante 13	0.023 (1.460)
Triste:Participante 13	-0.848 (0.947)
Estresado:Participante 14	18.600 (8,866.000)
Feliz:Participante 14	1.590 (1.150)
Triste:Participante 14	-0.674 (0.845)
Estresado:Participante 15	21.800 (8,866.000)
Feliz:Participante 15	3.550*** (1.170)
Triste:Participante 15	1.940** (0.766)
Estresado:Participante 16	19.400 (8,866.000)
Feliz:Participante 16	1.940 (1.180)
Triste:Participante 16	-1.700 (1.180)
N	541
R ²	0.244
Log Likelihood	-438.000
LR Test	283.000*** (df = 60)

Note: ***p < .01; **p < .05; *p < .1

Tabla G.10: Resultados de dos modelo logit multinomial donde la variable dependiente es la variable “Emoción”, utilizando los marcadores de transporte como variables explicativas. El “Modelo I” utiliza los modos de transporte y si la persona iba sentada y el “Modelo II” utiliza los modos de transporte y el efecto de ir sentado según el modo. En todos los modelos se controla por participante.

	Emoción	
	Modelo I	Modelo II
Estresado:(intercept)	-21.100 (8,684.000)	-21.000 (8,550.000)
Feliz:(intercept)	-4.290*** (1.090)	-4.290*** (1.090)
Triste:(intercept)	-0.734 (0.624)	-0.673 (0.624)
Estresado:Tiempo logarítmico	0.048 (0.232)	0.054 (0.234)
Feliz:Tiempo logarítmico	-0.424*** (0.131)	-0.424*** (0.131)
Triste:Tiempo logarítmico	1.140*** (0.239)	1.160*** (0.244)
Estresado:Bus electrico	0.499 (0.527)	0.315 (0.553)
Feliz:Bus electrico	0.466 (0.369)	0.408 (0.380)
Triste:Bus electrico	-0.748** (0.380)	-0.850** (0.420)
Estresado:Bus convencional	1.050 (0.677)	1.430** (0.705)
Feliz:Bus convencional	-0.450 (0.694)	-0.051 (0.812)
Triste:Bus convencional	0.363 (0.441)	0.650 (0.529)
Estresado:Metro	0.715 (0.744)	0.607 (0.743)
Feliz:Metro	1.440*** (0.442)	1.450*** (0.441)
Triste:Metro	0.094 (0.504)	0.169 (0.499)
Estresado:Sentado	-1.560** (0.719)	
Feliz:Sentado	0.151 (0.393)	
Triste:Sentado	0.444 (0.402)	

Estresado:Participante 2	19.600 (8,684.000)	19.500 (8,550.000)
Feliz:Participante 2	2.000* (1.160)	1.970* (1.160)
Triste:Participante 2	0.913 (0.751)	0.822 (0.755)
Estresado:Participante 3	1.100 (10,933.000)	0.991 (10,818.000)
Feliz:Participante 3	-16.900 (6,230.000)	-16.900 (6,204.000)
Triste:Participante 3	2.370*** (0.732)	2.330*** (0.728)
Estresado:Participante 4	18.000 (8,684.000)	17.900 (8,550.000)
Feliz:Participante 4	2.410** (1.120)	2.430** (1.120)
Triste:Participante 4	0.406 (0.719)	0.386 (0.715)
Estresado:Participante 5	-0.108 (11,536.000)	-0.180 (11,363.000)
Feliz:Participante 5	2.200** (1.120)	2.210** (1.120)
Triste:Participante 5	-19.200 (6,736.000)	-19.300 (6,740.000)
Estresado:Participante 6	18.400 (8,684.000)	18.400 (8,550.000)
Feliz:Participante 6	1.160 (1.210)	1.180 (1.210)
Triste:Participante 6	-0.499 (0.850)	-0.524 (0.845)
Estresado:Participante 7	0.860 (10,251.000)	0.830 (10,108.000)
Feliz:Participante 7	2.590** (1.120)	2.600** (1.120)
Triste:Participante 7	0.703 (0.752)	0.661 (0.748)
Estresado:Participante 8	18.400 (8,684.000)	18.300 (8,550.000)
Feliz:Participante 8	1.970* (1.140)	1.970* (1.140)
Triste:Participante 8	-0.749 (0.956)	-0.817 (0.957)
Estresado:Participante 9	18.500 (8,684.000)	18.400 (8,550.000)
Feliz:Participante 9	1.460 (1.290)	1.470 (1.300)
Triste:Participante 9	2.530*** (0.741)	2.470*** (0.741)
Estresado:Participante 10	19.700 (8,684.000)	19.600 (8,550.000)
Feliz:Participante 10	2.620** (1.140)	2.610** (1.140)
Triste:Participante 10	1.550** (0.733)	1.480** (0.734)
Estresado:Participante 11	0.826 (10,262.000)	0.770 (10,144.000)
Feliz:Participante 11	0.122 (1.460)	0.136 (1.460)
Triste:Participante 11	1.870*** (0.692)	1.840*** (0.688)
Estresado:Participante 12	-0.074 (10,783.000)	-0.208 (10,644.000)
Feliz:Participante 12	2.410** (1.110)	2.400** (1.110)
Triste:Participante 12	-1.730 (1.180)	-1.830 (1.190)
Estresado:Participante 13	-0.493 (12,856.000)	-0.371 (12,589.000)
Feliz:Participante 13	0.058 (1.460)	0.094 (1.460)
Triste:Participante 13	-0.850 (0.954)	-0.804 (0.948)
Estresado:Participante 14	18.400 (8,684.000)	18.400 (8,550.000)
Feliz:Participante 14	1.620 (1.150)	1.640 (1.150)
Triste:Participante 14	-0.653 (0.849)	-0.694 (0.845)
Estresado:Participante 15	21.600 (8,684.000)	21.500 (8,550.000)
Feliz:Participante 15	3.560*** (1.170)	3.580*** (1.170)
Triste:Participante 15	1.970** (0.770)	1.900** (0.769)
Estresado:Participante 16	19.200 (8,684.000)	19.200 (8,550.000)
Feliz:Participante 16	1.960* (1.180)	1.980* (1.180)
Triste:Participante 16	-1.710 (1.190)	-1.750 (1.180)
Estresado:Bus electrico:Sentado		-0.954 (0.779)
Feliz:Bus electrico:Sentado		0.277 (0.427)
Triste:Bus electrico:Sentado		0.667 (0.537)
Estresado:Bus convencional:Sentado		-19.000 (5,144.000)
Feliz:Bus convencional:Sentado		-0.750 (1.290)

Triste:Bus convencional:Sentado		-0.067 (0.657)
N	541	541
AIC	994	998
R ²	0.251	0.253
Log Likelihood	-434.000	-433.000
LR Test	291.000*** (df = 63)	294.000*** (df = 66)

Note: ***p < .01; **p < .05; *p < .1

Tabla G.11: Resultados de un modelo logit multinomial donde la variable dependiente es la variable “Emoción”, utilizando las señales psicofisiológicas de los participantes como variables independientes considerando una ventana de tiempo de 6 segundos. Se controla también por participante.

	Emoción
Estresado:(intercept)	-24.100 (4,769.000)
Feliz:(intercept)	-3.020** (1.210)
Triste:(intercept)	-5.410*** (1.110)
Estresado:Tiempo cuadrado	-5.830 (3.810)
Feliz:Tiempo cuadrado	1.800 (2.290)
Triste:Tiempo cuadrado	-12.000*** (3.040)
Estresado:Tiempo	5.440 (3.750)
Feliz:Tiempo	-3.000 (2.090)
Triste:Tiempo	14.600*** (3.180)
Estresado:Promedio SCL	0.499 (0.896)
Feliz:Promedio SCL	0.818 (0.544)
Triste:Promedio SCL	0.298 (0.580)
Estresado:Skewness SCL	-0.231 (0.238)
Feliz:Skewness SCL	0.090 (0.151)
Triste:Skewness SCL	0.111 (0.157)
Estresado:Kurtosis SCL	0.012 (0.261)
Feliz:Kurtosis SCL	-0.066 (0.166)
Triste:Kurtosis SCL	0.082 (0.151)
Estresado:Raíz de la media cuadrática SCL	-1.260 (0.963)
Feliz:Raíz de la media cuadrática SCL	-0.785 (0.478)
Triste:Raíz de la media cuadrática SCL	-0.363 (0.484)
Estresado:Promedio SCR	1.230*** (0.466)
Feliz:Promedio SCR	-0.487 (0.639)
Triste:Promedio SCR	-0.802* (0.431)
Estresado:Varianza SCR	0.309 (1.240)
Feliz:Varianza SCR	-0.606 (2.330)
Triste:Varianza SCR	0.306 (0.233)
Estresado:Skewness SCR	0.375 (0.332)
Feliz:Skewness SCR	-0.222 (0.175)
Triste:Skewness SCR	-0.188 (0.173)
Estresado:Kurtosis SCR	0.017 (0.518)
Feliz:Kurtosis SCR	0.126 (0.181)
Triste:Kurtosis SCR	-0.430* (0.257)
Estresado:Promedio HR	-1.740** (0.831)
Feliz:Promedio HR	-0.288 (0.266)
Triste:Promedio HR	0.220 (0.332)

Estresado:Varianza HR	0.294 (0.216)
Feliz:Varianza HR	-0.054 (0.154)
Triste:Varianza HR	-0.502*** (0.192)
Estresado:Skewness HR	-0.515* (0.294)
Feliz:Skewness HR	0.041 (0.142)
Triste:Skewness HR	-0.185 (0.157)
Estresado:Kurtosis HR	-0.039 (0.286)
Feliz:Kurtosis HR	0.013 (0.145)
Triste:Kurtosis HR	-0.427** (0.171)
Estresado:Raíz de la media cuadrática HR	1.280* (0.752)
Feliz:Raíz de la media cuadrática HR	0.356 (0.248)
Triste:Raíz de la media cuadrática HR	0.122 (0.317)
Estresado:Promedio HRV	-0.013 (0.402)
Feliz:Promedio HRV	0.308* (0.186)
Triste:Promedio HRV	0.321 (0.205)
Estresado:Varianza HRV	-0.161 (0.677)
Feliz:Varianza HRV	-0.184 (0.219)
Triste:Varianza HRV	-0.027 (0.179)
Estresado:Skewness HRV	-0.023 (0.250)
Feliz:Skewness HRV	0.088 (0.174)
Triste:Skewness HRV	-0.258 (0.175)
Estresado:Kurtosis HRV	0.473** (0.226)
Feliz:Kurtosis HRV	-0.128 (0.206)
Triste:Kurtosis HRV	0.021 (0.209)
Estresado:Promedio SKT	0.619 (0.382)
Feliz:Promedio SKT	0.028 (0.230)
Triste:Promedio SKT	0.112 (0.238)
Estresado:Varianza SKT	-0.430 (1.850)
Feliz:Varianza SKT	-0.147 (0.606)
Triste:Varianza SKT	0.424 (0.543)
Estresado:Skewness SKT	-0.081 (0.320)
Feliz:Skewness SKT	0.439** (0.187)
Triste:Skewness SKT	-0.246 (0.170)
Estresado:Kurtosis SKT	-0.981 (0.640)
Feliz:Kurtosis SKT	-0.397 (0.270)
Triste:Kurtosis SKT	-0.248 (0.245)
Estresado:Raíz de la media cuadrática SKT	0.398 (0.311)
Feliz:Raíz de la media cuadrática SKT	-0.063 (0.163)
Triste:Raíz de la media cuadrática SKT	0.524*** (0.186)
Estresado:Participante 2	21.800 (4,769.000)
Feliz:Participante 2	1.940 (1.230)
Triste:Participante 2	0.609 (0.918)
Estresado:Participante 3	-9.360 (6,232.000)
Feliz:Participante 3	-14.500 (6,430.000)
Triste:Participante 3	4.200** (1.800)
Estresado:Participante 4	19.800 (4,769.000)
Feliz:Participante 4	2.390** (1.180)
Triste:Participante 4	0.689 (0.850)
Estresado:Participante 5	4.410 (7,371.000)
Feliz:Participante 5	5.530** (2.400)

Triste:Participante 5	-19.300 (5,904.000)
Estresado:Participante 6	21.900 (4,769.000)
Feliz:Participante 6	1.600 (1.340)
Triste:Participante 6	-0.998 (1.160)
Estresado:Participante 7	2.860 (7,130.000)
Feliz:Participante 7	2.390** (1.190)
Triste:Participante 7	-0.853 (1.030)
Estresado:Participante 8	21.100 (4,769.000)
Feliz:Participante 8	1.650 (1.210)
Triste:Participante 8	-1.650 (1.130)
Estresado:Participante 9	18.000 (4,769.000)
Feliz:Participante 9	1.490 (1.460)
Triste:Participante 9	2.500** (1.020)
Estresado:Participante 10	22.300 (4,769.000)
Feliz:Participante 10	2.760** (1.270)
Triste:Participante 10	0.568 (1.050)
Estresado:Participante 11	2.030 (6,006.000)
Feliz:Participante 11	0.140 (1.570)
Triste:Participante 11	2.700*** (0.941)
Estresado:Participante 12	-9.450 (6,946.000)
Feliz:Participante 12	0.975 (1.780)
Triste:Participante 12	-2.860 (2.180)
Estresado:Participante 13	2.070 (10,234.000)
Feliz:Participante 13	-0.211 (1.510)
Triste:Participante 13	-1.710 (1.140)
Estresado:Participante 14	21.300 (4,769.000)
Feliz:Participante 14	1.530 (1.190)
Triste:Participante 14	-0.387 (0.902)
Estresado:Participante 15	23.700 (4,769.000)
Feliz:Participante 15	3.580*** (1.250)
Triste:Participante 15	1.200 (0.963)
Estresado:Participante 16	21.100 (4,769.000)
Feliz:Participante 16	1.730 (1.260)
Triste:Participante 16	-1.830 (1.310)
N	541
R ²	0.315
Log Likelihood	-397.000
LR Test	365.000*** (df = 120)
<i>Note:</i>	***p < .01; **p < .05; *p < .1

Tabla G.12: Resultados de un modelo logit multinomial donde la variable dependiente es la variable “Emoción”, utilizando las señales ambientales del experimento de campo como variables independientes considerando una ventana de tiempo de 6 segundos. Se controla también por participante.

Emoción	
Estresado:(intercept)	-29.900 (5,192.000)
Feliz:(intercept)	-2.910*** (1.120)
Triste:(intercept)	-6.290*** (1.070)
Estresado:Tiempo cuadrado	2.290 (4.200)

Feliz:Tiempo cuadrado	1.860 (2.290)
Triste:Tiempo cuadrado	-10.400*** (2.950)
Estresado:Tiempo	-2.110 (4.150)
Feliz:Tiempo	-3.450* (2.080)
Triste:Tiempo	13.600*** (3.020)
Estresado:Promedio Presión	-0.482 (0.681)
Feliz:Promedio Presión	-0.068 (0.190)
Triste:Promedio Presión	0.198 (0.168)
Estresado:Varianza Presión	-1.980 (1.920)
Feliz:Varianza Presión	0.062 (0.158)
Triste:Varianza Presión	0.025 (0.189)
Estresado:Skewness Presión	0.789** (0.381)
Feliz:Skewness Presión	-0.087 (0.229)
Triste:Skewness Presión	-0.164 (0.154)
Estresado:Kurtosis Presión	0.142 (0.419)
Feliz:Kurtosis Presión	-0.089 (0.260)
Triste:Kurtosis Presión	0.286 (0.221)
Estresado:Mediana Presión	0.205 (0.500)
Feliz:Mediana Presión	0.231 (0.194)
Triste:Mediana Presión	-0.273 (0.175)
Estresado:Promedio CO ₂	-0.318 (1.500)
Feliz:Promedio CO ₂	-2.010* (1.040)
Triste:Promedio CO ₂	-2.110** (0.955)
Estresado:Skewness CO ₂	0.412 (0.357)
Feliz:Skewness CO ₂	0.360* (0.190)
Triste:Skewness CO ₂	0.146 (0.171)
Estresado:Kurtosis CO ₂	0.017 (0.357)
Feliz:Kurtosis CO ₂	0.045 (0.205)
Triste:Kurtosis CO ₂	0.168 (0.187)
Estresado:Mediana CO ₂	0.413 (0.309)
Feliz:Mediana CO ₂	-0.180 (0.237)
Triste:Mediana CO ₂	0.457* (0.238)
Estresado:Promedio Temperatura	-0.189 (0.278)
Feliz:Promedio Temperatura	-0.038 (0.199)
Triste:Promedio Temperatura	0.135 (0.196)
Estresado:Varianza Temperatura	0.371 (0.243)
Feliz:Varianza Temperatura	-0.202 (0.225)
Triste:Varianza Temperatura	0.253 (0.194)
Estresado:Skewness Temperatura	0.267 (0.307)
Feliz:Skewness Temperatura	0.138 (0.138)
Triste:Skewness Temperatura	-0.235 (0.194)
Estresado:Kurtosis Temperatura	0.323 (0.359)
Feliz:Kurtosis Temperatura	0.041 (0.173)
Triste:Kurtosis Temperatura	-0.109 (0.216)
Estresado:Promedio Humedad	2.690** (1.150)
Feliz:Promedio Humedad	-0.263 (0.400)
Triste:Promedio Humedad	-0.255 (0.315)
Estresado:Varianza Humedad	0.808** (0.348)
Feliz:Varianza Humedad	-0.667* (0.375)
Triste:Varianza Humedad	-0.622* (0.329)

Estresado:Skewness Humedad	-0.994** (0.467)
Feliz:Skewness Humedad	0.046 (0.166)
Triste:Skewness Humedad	0.263 (0.200)
Estresado:Kurtosis Humedad	0.260 (0.406)
Feliz:Kurtosis Humedad	-0.179 (0.197)
Triste:Kurtosis Humedad	0.183 (0.195)
Estresado:Mediana Humedad	0.438 (0.533)
Feliz:Mediana Humedad	-0.038 (0.308)
Triste:Mediana Humedad	-0.276 (0.217)
Estresado:Promedio Ruido ambiental	1.110 (9.030)
Feliz:Promedio Ruido ambiental	0.234 (1.290)
Triste:Promedio Ruido ambiental	1.010 (2.500)
Estresado:Skewness Ruido ambiental	0.822** (0.415)
Feliz:Skewness Ruido ambiental	-0.383* (0.206)
Triste:Skewness Ruido ambiental	0.339* (0.202)
Estresado:Kurtosis Ruido ambiental	-0.145 (0.459)
Feliz:Kurtosis Ruido ambiental	-0.034 (0.256)
Triste:Kurtosis Ruido ambiental	-0.331 (0.262)
Estresado:Mediana Ruido ambiental	-4.500 (6.300)
Feliz:Mediana Ruido ambiental	-0.365 (1.240)
Triste:Mediana Ruido ambiental	-1.570 (2.410)
Estresado:Promedio Luminosidad	-0.047 (0.311)
Feliz:Promedio Luminosidad	-0.125 (0.156)
Triste:Promedio Luminosidad	-0.131 (0.209)
Estresado:Varianza Luminosidad	-0.854 (0.816)
Feliz:Varianza Luminosidad	0.099 (0.149)
Triste:Varianza Luminosidad	-0.546* (0.290)
Estresado:Skewness Luminosidad	-0.947** (0.402)
Feliz:Skewness Luminosidad	-0.087 (0.175)
Triste:Skewness Luminosidad	-0.081 (0.161)
Estresado:Kurtosis Luminosidad	-0.435 (0.473)
Feliz:Kurtosis Luminosidad	-0.300 (0.212)
Triste:Kurtosis Luminosidad	-0.199 (0.193)
Estresado:Mediana Luminosidad	0.495 (0.364)
Feliz:Mediana Luminosidad	-0.082 (0.144)
Triste:Mediana Luminosidad	0.018 (0.179)
Estresado:Participante 2	27.600 (5,192.000)
Feliz:Participante 2	2.080* (1.200)
Triste:Participante 2	1.190 (0.865)
Estresado:Participante 3	7.050 (7,208.000)
Feliz:Participante 3	-17.100 (5,797.000)
Triste:Participante 3	3.420*** (0.877)
Estresado:Participante 4	22.800 (5,192.000)
Feliz:Participante 4	2.320** (1.170)
Triste:Participante 4	1.090 (0.824)
Estresado:Participante 5	7.800 (7,855.000)
Feliz:Participante 5	2.290* (1.180)
Triste:Participante 5	-19.500 (5,887.000)
Estresado:Participante 6	27.000 (5,192.000)
Feliz:Participante 6	1.130 (1.250)

Triste:Participante 6	0.091 (0.938)
Estresado:Participante 7	8.660 (7,181.000)
Feliz:Participante 7	2.920** (1.160)
Triste:Participante 7	1.400 (0.866)
Estresado:Participante 8	24.600 (5,192.000)
Feliz:Participante 8	2.460** (1.180)
Triste:Participante 8	0.087 (1.050)
Estresado:Participante 9	20.700 (5,192.000)
Feliz:Participante 9	1.460 (1.340)
Triste:Participante 9	3.180*** (0.853)
Estresado:Participante 10	27.300 (5,192.000)
Feliz:Participante 10	2.750** (1.180)
Triste:Participante 10	1.960** (0.864)
Estresado:Participante 11	-0.916 (6,151.000)
Feliz:Participante 11	0.406 (1.540)
Triste:Participante 11	2.420*** (0.817)
Estresado:Participante 12	4.640 (6,986.000)
Feliz:Participante 12	2.670** (1.140)
Triste:Participante 12	-1.180 (1.240)
Estresado:Participante 13	8.280 (10,078.000)
Feliz:Participante 13	-0.283 (1.500)
Triste:Participante 13	0.424 (1.080)
Estresado:Participante 14	27.500 (5,192.000)
Feliz:Participante 14	1.280 (1.210)
Triste:Participante 14	0.566 (0.991)
Estresado:Participante 15	29.900 (5,192.000)
Feliz:Participante 15	3.980*** (1.230)
Triste:Participante 15	2.710*** (0.888)
Estresado:Participante 16	26.600 (5,192.000)
Feliz:Participante 16	2.320* (1.240)
Triste:Participante 16	-0.828 (1.280)
N	541
R ²	0.335
Log Likelihood	-386.000
LR Test	388.000*** (df = 135)

Note:

***p < .01; **p < .05; *p < .1

Tabla G.13: Resultados de dos modelo logit multinomial donde la variable dependiente es la variable “Emoción”. El primero corresponde a una selección de los indicadores psicofisiológicos y el segundo utiliza selección de señales ambientales como variables independientes. En ambos modelos se controla por participante y consideran una ventana de 6 segundos.

	Emoción	
	Indicadores psicofisiológicos	Señales ambientales
Estresado:(intercept)	-22.500 (6,442.672)	-22.187 (8,243.423)
Feliz:(intercept)	-2.208** (1.104)	-2.864*** (1.089)
Triste:(intercept)	-5.110*** (0.979)	-5.153*** (0.904)

Estresado:Tiempo cuadrado	-3.608 (3.508)	-0.950 (3.580)
Feliz:Tiempo cuadrado	2.542 (2.249)	1.696 (2.173)
Triste:Tiempo cuadrado	-12.472*** (2.998)	-8.531*** (2.658)
Estresado:Tiempo	3.407 (3.459)	0.829 (3.573)
Feliz:Tiempo	-3.683* (2.035)	-3.282* (1.965)
Triste:Tiempo	15.032*** (3.133)	11.735*** (2.741)
Estresado:Raíz de la media cuadrática SCL	-0.695 (0.534)	
Feliz:Raíz de la media cuadrática SCL	-0.313 (0.297)	
Triste:Raíz de la media cuadrática SCL	-0.277 (0.239)	
Estresado:Promedio SCR	1.018*** (0.339)	
Feliz:Promedio SCR	-0.368 (0.432)	
Triste:Promedio SCR	-0.274 (0.202)	
Estresado:Kurtosis SCR	0.240 (0.476)	
Feliz:Kurtosis SCR	0.010 (0.173)	
Triste:Kurtosis SCR	-0.519** (0.224)	
Estresado:Promedio HR	-1.214 (0.739)	
Feliz:Promedio HR	-0.220 (0.251)	
Triste:Promedio HR	0.165 (0.311)	
Estresado:Varianza HR	0.215 (0.200)	
Feliz:Varianza HR	-0.028 (0.154)	
Triste:Varianza HR	-0.525*** (0.191)	
Estresado:Skewness HR	-0.406 (0.274)	
Feliz:Skewness HR	0.053 (0.140)	
Triste:Skewness HR	-0.187 (0.154)	
Estresado:Kurtosis HR	-0.051 (0.272)	
Feliz:Kurtosis HR	0.017 (0.141)	
Triste:Kurtosis HR	-0.445*** (0.169)	
Estresado:Raíz de la media cuadrática HR	0.935 (0.690)	
Feliz:Raíz de la media cuadrática HR	0.273 (0.239)	
Triste:Raíz de la media cuadrática HR	0.072 (0.303)	
Estresado:Promedio HRV	-0.094 (0.307)	
Feliz:Promedio HRV	0.219 (0.144)	
Triste:Promedio HRV	0.271* (0.156)	
Estresado:Kurtosis HRV	0.464*** (0.176)	
Feliz:Kurtosis HRV	-0.053 (0.169)	
Triste:Kurtosis HRV	-0.067 (0.187)	
Estresado:Promedio SKT	0.516 (0.357)	
Feliz:Promedio SKT	-0.021 (0.224)	
Triste:Promedio SKT	0.144 (0.227)	
Estresado:Skewness SKT	-0.107 (0.256)	
Feliz:Skewness SKT	0.283* (0.145)	
Triste:Skewness SKT	-0.272* (0.149)	
Estresado:Raíz de la media cuadrática SKT	0.390 (0.296)	
Feliz:Raíz de la media cuadrática SKT	-0.065 (0.155)	
Triste:Raíz de la media cuadrática SKT	0.540*** (0.184)	
Estresado:Skewness Presión		0.516** (0.248)
Feliz:Skewness Presión		-0.110 (0.200)
Triste:Skewness Presión		-0.082 (0.132)
Estresado:Promedio CO ₂		-0.733 (1.309)
Feliz:Promedio CO ₂		-1.801** (0.919)

Triste:Promedio CO ₂		-1.632* (0.863)
Estresado:Skewness CO ₂		0.358 (0.271)
Feliz:Skewness CO ₂		0.357** (0.177)
Triste:Skewness CO ₂		0.079 (0.161)
Estresado:Mediana CO ₂		0.195 (0.282)
Feliz:Mediana CO ₂		-0.184 (0.235)
Triste:Mediana CO ₂		0.371* (0.208)
Estresado:Skewness Temperatura		0.208 (0.242)
Feliz:Skewness Temperatura		0.153 (0.129)
Triste:Skewness Temperatura		-0.191 (0.170)
Estresado:Promedio Humedad		0.900* (0.533)
Feliz:Promedio Humedad		-0.344 (0.315)
Triste:Promedio Humedad		-0.265 (0.205)
Estresado:Varianza Humedad		0.277 (0.281)
Feliz:Varianza Humedad		-0.694* (0.361)
Triste:Varianza Humedad		-0.322 (0.250)
Estresado:Skewness Humedad		-0.415 (0.281)
Feliz:Skewness Humedad		0.040 (0.157)
Triste:Skewness Humedad		0.292 (0.184)
Estresado:Kurtosis Humedad		0.310 (0.267)
Feliz:Kurtosis Humedad		-0.155 (0.172)
Triste:Kurtosis Humedad		0.182 (0.172)
Estresado:Skewness Ruido ambiental		0.750*** (0.284)
Feliz:Skewness Ruido ambiental		-0.345** (0.174)
Triste:Skewness Ruido ambiental		0.336* (0.174)
Estresado:Varianza Luminosidad		-0.270 (0.489)
Feliz:Varianza Luminosidad		0.110 (0.127)
Triste:Varianza Luminosidad		-0.486* (0.286)
Estresado:Skewness Luminosidad		-0.837*** (0.322)
Feliz:Skewness Luminosidad		-0.085 (0.165)
Triste:Skewness Luminosidad		-0.043 (0.162)
Estresado:Kurtosis Luminosidad		-0.493 (0.319)
Feliz:Kurtosis Luminosidad		-0.302* (0.182)
Triste:Kurtosis Luminosidad		-0.201 (0.176)
Estresado:Participante 2	20.814 (6,442.672)	20.272 (8,243.423)
Feliz:Participante 2	1.713 (1.213)	2.102* (1.171)
Triste:Participante 2	0.479 (0.866)	0.575 (0.768)
Estresado:Participante 3	-7.507 (7,657.566)	1.343 (10,393.280)
Feliz:Participante 3	-16.688 (6,681.976)	-16.871 (6,043.688)
Triste:Participante 3	3.007*** (0.931)	2.725*** (0.763)
Estresado:Participante 4	18.813 (6,442.672)	17.855 (8,243.423)
Feliz:Participante 4	2.027* (1.153)	2.367** (1.133)
Triste:Participante 4	0.460 (0.793)	0.497 (0.732)
Estresado:Participante 5	0.675 (8,636.124)	-0.287 (10,467.740)
Feliz:Participante 5	2.426* (1.242)	2.348** (1.142)
Triste:Participante 5	-20.342 (5,996.260)	-20.194 (6,054.578)
Estresado:Participante 6	20.271 (6,442.672)	19.469 (8,243.423)
Feliz:Participante 6	0.665 (1.223)	1.170 (1.221)
Triste:Participante 6	-1.371 (0.929)	-0.472 (0.859)
Estresado:Participante 7	1.808 (8,393.184)	1.603 (9,822.537)

Feliz:Participante 7	2.254* (1.172)	2.881** (1.129)
Triste:Participante 7	-1.100 (0.999)	0.691 (0.770)
Estresado:Participante 8	19.882 (6,442.672)	18.578 (8,243.423)
Feliz:Participante 8	1.350 (1.186)	2.474** (1.154)
Triste:Participante 8	-1.939* (1.066)	-0.771 (0.981)
Estresado:Participante 9	17.659 (6,442.672)	16.908 (8,243.423)
Feliz:Participante 9	1.147 (1.426)	1.399 (1.310)
Triste:Participante 9	2.031** (0.918)	2.445*** (0.739)
Estresado:Participante 10	20.852 (6,442.672)	19.894 (8,243.423)
Feliz:Participante 10	2.115* (1.196)	2.814** (1.148)
Triste:Participante 10	0.437 (0.861)	1.263* (0.761)
Estresado:Participante 11	1.115 (8,069.566)	-3.056 (9,150.935)
Feliz:Participante 11	-0.169 (1.543)	0.232 (1.532)
Triste:Participante 11	2.405*** (0.866)	1.835** (0.725)
Estresado:Participante 12	-7.597 (8,428.061)	-0.822 (9,865.041)
Feliz:Participante 12	0.865 (1.715)	2.654** (1.112)
Triste:Participante 12	-3.677* (2.055)	-1.718 (1.183)
Estresado:Participante 13	0.936 (11,302.800)	0.585 (12,621.310)
Feliz:Participante 13	-0.476 (1.495)	-0.192 (1.459)
Triste:Participante 13	-2.033* (1.089)	-0.566 (0.957)
Estresado:Participante 14	20.423 (6,442.672)	19.596 (8,243.423)
Feliz:Participante 14	1.470 (1.188)	1.248 (1.158)
Triste:Participante 14	-0.405 (0.887)	-0.572 (0.854)
Estresado:Participante 15	22.606 (6,442.672)	22.499 (8,243.423)
Feliz:Participante 15	3.299*** (1.226)	3.826*** (1.186)
Triste:Participante 15	1.026 (0.925)	2.072*** (0.790)
Estresado:Participante 16	20.176 (6,442.672)	19.675 (8,243.423)
Feliz:Participante 16	1.439 (1.239)	2.402** (1.206)
Triste:Participante 16	-1.984 (1.280)	-1.503 (1.210)
N	541	541
AIC	1006	1004
R ²	0.292	0.294
Log Likelihood	-410.356	-409.162
LR Test (df = 93)	338.951***	341.340***

Note:

***p < .01; **p < .05; *p < .1