

ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD URBANA
ESPACIO, MEDIO AMBIENTE Y EQUIDAD



Título:

**Análisis de la movilidad urbana.
Espacio, medio ambiente y equidad**

Depósito legal:

If74320106202974

ISBN:

978-980-6810-60-0

Editor:

CAF

Autor:

Eduardo Alcántara Vasconcellos

Este documento fue elaborado para la Dirección de Análisis y Programación Sectorial de la Vicepresidencia de Infraestructura de CAF.

Diseño gráfico:

Gatos Gemelos

Impreso en:

Bogotá, Colombia. Septiembre 2010

Las ideas y planteamientos contenidos en la presente edición son de exclusiva responsabilidad de su autor y no comprometen la posición oficial de CAF.

La versión digital de este documento se encuentra en: www.caf.com/publicaciones

© 2010 Corporación Andina de Fomento
Todos los derechos reservados

El autor agradece a CAF, especialmente a Soraya Azán, Jorge Kogan y María Eugenia Miquilena, la oportunidad de publicar este libro en el que comparte sus reflexiones y propuestas con los colegas que trabajan en el tema de movilidad urbana.

Contenido

Introducción.....	12
1. Desarrollo urbano, transporte y tránsito	18
Modelo general del desarrollo urbano.....	21
Construcción de ciudades contemporáneas en los países en desarrollo	23
Impactos del desarrollo urbano en la movilidad	26
2. Transporte, espacio y movilidad.....	28
Factores que influyen sobre la movilidad	31
<i>Estructura y tamaño de la familia</i>	32
<i>Movilidad e ingreso</i>	32
<i>Movilidad y edad</i>	33
<i>Movilidad y género</i>	34
<i>Movilidad y modo de transporte</i>	36
<i>Movilidad y grupos étnicos</i>	37
<i>Movilidad y cultura</i>	38
<i>Movilidad y discapacidad física</i>	38
<i>Movilidad y estrategias de desplazamiento: presupuestos de tiempo y espacio</i>	39
<i>Inmovilidad</i>	41

Condicionantes sociales de la movilidad	42
<i>Problemática para los pobres</i>	42
<i>Problemática para niños y adolescentes</i>	42
<i>Problemática de acuerdo al género</i>	43
<i>Problemática para adultos mayores</i>	48
<i>Problemática para discapacitados</i>	48
<i>Resumen de los condicionantes sociales de la movilidad</i>	49
<i>Impacto de la movilidad</i>	51
<i>Consumo de recursos</i>	51
<i>Impactos</i>	52
3. Uso del sistema de circulación.....	54
Condiciones generales	57
Papeles desempeñados en el tránsito	58
Variables propuestas para el análisis	61
Dinámica de los roles y de las necesidades	65
Roles y conflictos de tráfico.....	67
Consecuencias para el análisis de políticas	71
4. Consumo de recursos en la movilidad.....	74
Consumo del suelo (espacio geográfico).....	77
Consumo de espacio de circulación	79
<i>Uso del espacio por parte de vehículos</i>	79
<i>Variación de consumo de espacio vial con la ocupación de los vehículos</i>	80
<i>Espacio para estacionar</i>	81
<i>Factores que condicionan las distancias recorridas</i>	82
<i>Uso del espacio por los grupos sociales</i>	83
<i>Consumo del tiempo</i>	85
Consumo de energía.....	89
<i>Transporte y energía</i>	89
<i>Uso directo e indirecto de energía por parte de los vehículos</i>	90
<i>Comparación del consumo de energía según el modo de transporte utilizado</i>	90
<i>Energía consumida en el transporte de las ciudades</i>	92
<i>Consumo de combustible</i>	94
Costos de desplazamiento	97
Gastos e ingreso	97
5. Impactos del transporte urbano en el medio ambiente	100
Efecto barrera: modificación de las relaciones sociales	103
<i>Seguridad de tránsito</i>	108
<i>Condiciones actuales</i>	108
<i>Peligrosidad de varios modos de transporte</i>	109

<i>Datos e índices: problemas metodológicos</i>	110
<i>Datos de accidentes</i>	111
<i>Muertes en el tránsito y edad</i>	112
<i>Muertes en el tránsito y género</i>	113
<i>Impacto invisible: personas portadoras de discapacidad</i>	114
<i>Vehículos involucrados en accidentes</i>	116
<i>Impacto del automóvil y la motocicleta</i>	116
<i>Congestión en las vías</i>	118
<i>Definición de congestión</i>	118
<i>Estudios técnicos</i>	119
<i>Estudio en Brasil</i>	122
<i>Resumen de los resultados</i>	124
<i>Estudios económicos</i>	125
<i>Contaminación atmosférica y sonora</i>	127
<i>Transporte y contaminación</i>	127
<i>Contaminación y salud de la tierra</i>	130
<i>Impacto de las distintas formas de energía en la producción de CO₂</i>	131
<i>Impacto de los diversos modos de transporte de pasajeros</i>	133
<i>Contaminación y salud</i>	134
<i>Emisión de contaminantes y velocidad del vehículo</i>	136
<i>Contaminación sonora</i>	139
<i>Resumen</i>	140
6. Ejemplos de movilidad en familias y en ciudades típicas	142
<i>Movilidad en familias típicas</i>	145
<i>Caso 1: Familia de ingresos bajos</i>	146
<i>Caso 2: Familia de ingresos medios</i>	147
<i>Caso 3: Familia de ingresos altos</i>	148
<i>Movilidad en ciudades típicas</i>	150
<i>Impacto de los cambios en el uso del transporte</i>	152
7. Caso de estudio: sociedad, transporte y movilidad en la RMSP	157
<i>Objetivo</i>	159
<i>Índices generales de 1997</i>	160
<i>Movilidad</i>	160
<i>Movilidad y ocupación</i>	162
<i>Movilidad, modo de transporte e ingreso familiar</i>	162
<i>Movilidad, motivo e ingreso</i>	164
<i>Inmovilidad</i>	164
<i>Consumos y externalidades</i>	166
<i>Distancias de recorrido</i>	167
<i>Gasto de energía</i>	168

<i>Consumos específicos de energía</i>	169
<i>Consumo de combustible</i>	169
<i>Consumo de sistema vial</i>	170
<i>Emisión de contaminantes</i>	171
<i>Pérdidas de tiempo por congestión vehicular</i>	172
<i>Accidentes de tránsito</i>	173
<i>Metabolismo del transporte en la metrópolis</i>	173
<i>Espacio y equidad</i>	173
<i>Movilidad y reproducción social</i>	176
<i>Cambios entre 1987 y 1997</i>	177
<i>Principales conclusiones sobre el caso de estudio</i>	179
<i>Espacio y movilidad: tres décadas, tres ciudades</i>	183
<i>Obstáculos al ejercicio de la movilidad</i>	186
<i>Conclusiones</i>	188
<i>Referencias bibliográficas</i>	195

Índice de cuadros, mapas y figuras

Índice de cuadros

Cuadro 1.	Movilidad y edad São Paulo (2007).....	34
Cuadro 2.	Movilidad y género, varias ciudades.....	35
Cuadro 3.	Gastos de tiempo y espacio por ingreso, RMSP (1997).....	40
Cuadro 4.	Personas que no realizan viajes, RMSP (1997)	41
Cuadro 5.	Problemas de movilidad de acuerdo al rol que juegan las condiciones sociales	50
Cuadro 6.	Consumo e impacto en la movilidad de las personas	52
Cuadro 7.	Roles directos desempeñados en el tránsito	60
Cuadro 8.	Desempeño de los distintos roles en el tránsito	62
Cuadro 9.	Área ocupada por las vías en relación con el área urbana	78
Cuadro 10.	Espacio necesario por modo de transporte, para un viaje de 10 km en horario punta (ida y vuelta), con jornada total de nueve horas	79
Cuadro 11.	Espacio vial usado por las personas en autobús y en automóvil, vías principales, ciudades brasileñas (1998)	80
Cuadro 12.	Formas de estacionamiento de automóviles en la RMSP (2007).....	83
Cuadro 13.	Distancias típicas de viaje en una metrópolis por modo de transporte y sus condicionantes, São Paulo (2007)	84
Cuadro 14.	Presupuesto de espacio lineal (distancias lineales) de las familias en función del ingreso, São Paulo (1997)	85

Cuadro 15.	Presupuestos de espacio dinámico por nivel de ingresos, São Paulo (1997).....	85
Cuadro 16.	Velocidades básicas promedio	88
Cuadro 17.	Energía consumida en el transporte por tipo, América Latina y el Caribe (2007)	89
Cuadro 18.	Relación entre los gastos en transporte y el ingreso familiar, Bogotá (2008)	98
Cuadro 19.	Densidad de relaciones humanas e intensidad del tráfico.....	108
Cuadro 20.	Costos estimados de accidentes de tránsito en el mundo	109
Cuadro 21.	Riesgos en el uso de modos de transporte, Europa.....	110
Cuadro 22.	Muertes en tránsito en grandes ciudades de países en desarrollo.....	112
Cuadro 23.	Causas de heridas mortales no intencionales, países de América (1990)	114
Cuadro 24.	Muertes en tránsito por modo de transporte, ciudades seleccionadas de América Latina (2007).....	116
Cuadro 25.	Índices de congestión, grandes ciudades de Estados Unidos (2009).....	121
Cuadro 26.	Indicadores agregados de la congestión.....	121
Cuadro 27.	Desempeño promedio del tráfico, 10 ciudades.....	124
Cuadro 28.	Impacto de la congestión severa en el sistema de autobuses, 10 ciudades	125
Cuadro 29.	Costos externos marginales de la congestión, Inglaterra (1990).....	126
Cuadro 30.	Contribución de los vehículos motorizados a las emisiones de contaminantes (1986-1987)	129
Cuadro 31.	Contribución de los vehículos motorizados a la emisión de contaminantes, São Paulo y Ciudad de México	130
Cuadro 32.	Emisión de contaminantes locales por el transporte colectivo e individual (%), grandes ciudades de América Latina (2007).....	130
Cuadro 33.	Contribución relativa de los contaminantes al efecto invernadero (1989).....	131
Cuadro 34.	Contribución del CO ₂ por tipo de combustible	131
Cuadro 35.	Emisión de CO ₂ por tipo de combustible desde su producción hasta su utilización	132
Cuadro 36.	Aumento en el MP ₁₀ y riesgo relativo de muerte	136
Cuadro 37.	Emisión de contaminantes y velocidad promedio por automóvil, vehículos suizos (valores aproximados)	136
Cuadro 38.	Efecto del volumen de tráfico en el ruido	139
Cuadro 39.	Niveles de consumo y de emisión de diferentes modos de transporte	141
Cuadro 40.	Alteración en el consumo de la familia de ingresos bajos.....	147
Cuadro 41.	Alteración en el consumo de la familia de ingresos medios.....	148
Cuadro 42.	Alteración en los consumos de la familia de ingresos altos.....	149
Cuadro 43.	Características de la movilidad por tipo de ciudad	151
Cuadro 44.	Índices por habitante según características sociales de la movilidad en tres tipos de ciudades	151
Cuadro 45.	Movilidad por género y modo de transporte, RMSP (1997).....	161
Cuadro 46.	Movilidad y motorización, RMSP (1997)	161
Cuadro 47.	Tiempo total de viaje por tipo de desplazamiento por modo de transporte principal, todos los viajes, RMSP (1997)	167
Cuadro 48.	Tiempo total de viaje por tipo de desplazamiento: motorizado y no motorizado, todos los viajes, RMSP (1997)	167

Cuadro 49.	Distancia total recorrida por día, por modo de transporte principal, RMSP (1997).....	168
Cuadro 50.	Distancia total recorrida por día, por tipo de desplazamiento, RMSP (1997).....	168
Cuadro 51.	Energía diaria necesaria por modo de transporte, RMSP (1997).....	169
Cuadro 52.	Consumo de energía por pasajero, modos motorizados, RMSP (1997).....	169
Cuadro 53.	Consumo de energía pasajero-km, modos motorizados, RMSP (1997).....	170
Cuadro 54.	Emisiones totales de automóviles y autobuses, RMSP (1997).....	172
Cuadro 55.	Estimación de pérdidas en congestión vehicular, automóvil y autobús, RMSP (1997)...	173
Cuadro 56.	Metabolismo del transporte en la metrópolis, RMSP (1997).....	174
Cuadro 57.	Inversiones en la reproducción social de las familias, RMSP (1997).....	176
Cuadro 58.	Alteraciones en las condiciones socioeconómicas, RMSP (1967-1997).....	183
Cuadro 59.	Cambios en el parque automotor y en los viajes motorizados, RMSP (1967-1997).....	184
Cuadro 60.	Tres décadas, tres ciudades.....	186

Índice de figuras

Figura 1.	Agentes involucrados en la construcción y uso de la ciudad.....	23
Figura 2.	Red de actividades por tipo de ingreso.....	68
Figura 3.	Árbol de costos sociales de accidentes de tránsito, São Paulo (1995).....	115
Figura 4.	Diagramas de desplazamientos cotidianos-situación base.....	146

Índice de gráficos

Gráfico 1.	Movilidad individual e ingreso familiar, São Paulo y Bogotá.....	33
Gráfico 2.	Uso de los modos de transporte e ingreso familiar, RMSP (2007).....	37
Gráfico 3.	Espacio vial consumido por persona, por modo de transporte.....	81
Gráfico 4.	Presupuesto de espacio dinámico por día y por nivel de ingreso, São Paulo (1997).....	86
Gráfico 5.	Tiempo de viaje por modo de transporte, Lima.....	88
Gráfico 6.	Tiempo de viaje en los modos de transporte más utilizados, grandes ciudades de América Latina (2007).....	89
Gráfico 7.	Consumo de energía por persona, por modo de transporte.....	91
Gráfico 8.	Consumo de energía por modo de transporte (vehículos llenos).....	92
Gráfico 9.	Consumo de energía en la movilidad, ciudades de América Latina (2007).....	94
Gráfico 10.	Consumo de gasolina en automóviles.....	96
Gráfico 11.	Consumo de diesel en autobuses.....	96
Gráfico 12.	Gastos en movilidad por modo de transporte, áreas metropolitanas de América Latina (2007).....	98
Gráfico 13.	Gastos en transporte individual y colectivo por habitante.....	99
Gráfico 14.	Muertes en el tránsito por edad, países seleccionados.....	113
Gráfico 15.	Flujo en la vía y tiempo relativo de recorrido.....	126
Gráfico 16.	Potencial de polución de gases de efecto invernadero.....	133

Gráfico 17. Emisiones producidas por automóviles en relación con la velocidad	138
Gráfico 18. Emisiones producidas por autobús en relación con la velocidad	139
Gráfico 19. Impacto de la movilidad, familia de ingresos bajos.....	148
Gráfico 20. Impacto de la movilidad, familia de ingresos medios	149
Gráfico 21. Impacto de la movilidad, familia de ingresos altos.....	150
Gráfico 22. Índices relativos de consumo y de impactos de la movilidad, tres tipos de ciudades...	152
Gráfico 23. Impacto de transferencia de viajes: de automóvil hacia autobús y bicicleta	153
Gráfico 24. Impacto de transferencia de viajes: de autobús hacia automóvil y motocicleta	154
Gráfico 25. Movilidad, modo de transporte e ingreso familiar, RMSP (1997)	163
Gráfico 26. Movilidad, motivo e ingreso, RMSP (1997).....	165
Gráfico 27. Inmovilidad e ingreso, RMSP (1997)	166
Gráfico 28. Área vial ocupada por automóviles y autobuses, RMSP (1997)	171
Gráfico 29. Consumos de la movilidad, por clase de ingreso, RMSP (1997)	175
Gráfico 30. Transporte, energía y externalidades (índices) por clase de ingreso, RMSP (1997).....	175
Gráfico 31. Movilidad masculina y femenina, RMSP (1987-1997)	178
Gráfico 32. Cambios en el parque automotor y en los viajes motorizados, RMSP (1967-1997).....	184

Índice de recuadros

Recuadro 1. El mito de los autobuses “vacíos” -la regla de los dos-cuatro-cuatro	93
Recuadro 2. Carreteras y vida local	107
Recuadro 3. Cómo el tránsito cambia el entorno.....	107

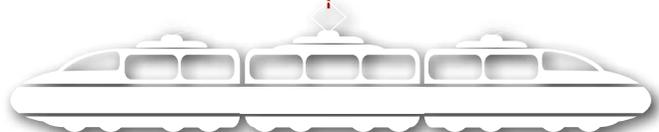
Introducción



Introducción

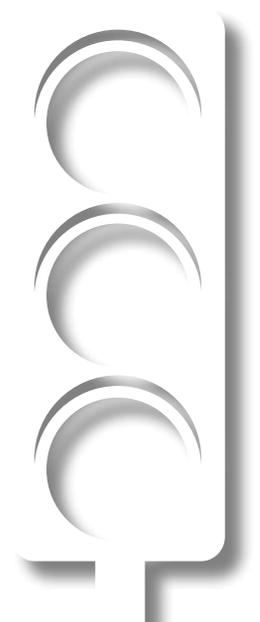
Las personas transitan por las ciudades con el fin de realizar una serie de actividades de su interés como trabajar, estudiar, hacer compras y visitar amigos. Este traslado puede llevarse a cabo ya sea caminando o utilizando vehículos motorizados (autobuses y automóviles) o no motorizados (bicicletas). Dicha circulación, reflejada en el consumo de espacio, tiempo, energía y recursos financieros, también puede traer consecuencias negativas como accidentes, contaminación atmosférica, acústica y congestión vehicular. El intenso proceso de urbanización de las sociedades en las últimas décadas deja en evidencia la necesidad de cuidar las ciudades para que sus espacios ofrezcan una buena calidad de vida, lo cual incluye condiciones adecuadas de movilidad de personas y mercancías. Esta necesidad se intensifica en las grandes metrópolis que ya registran graves problemas sociales, económicos y ambientales relacionados con el desplazamiento de sus habitantes.

El objetivo de este libro es desarrollar una metodología de análisis de la movilidad de las personas en las ciudades. Sus propuestas, por lo tanto,



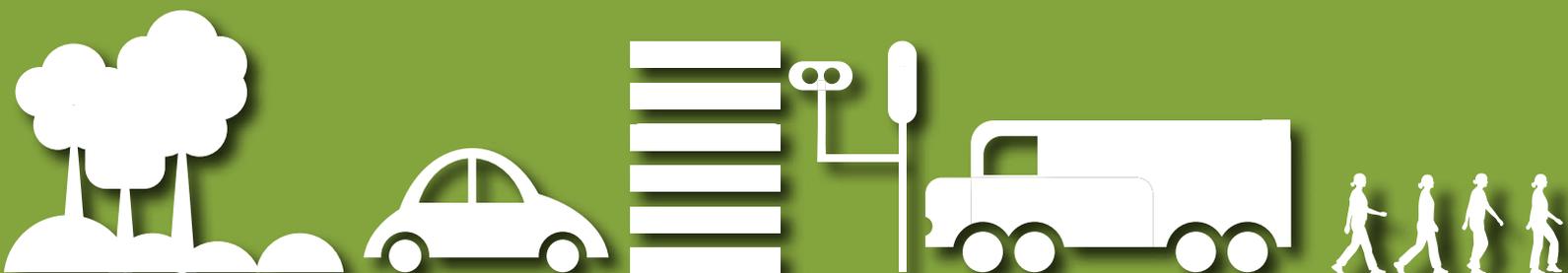
buscan superar las limitaciones de los análisis tradicionales que involucran solamente aspectos de carácter técnico y directamente cuantificable, como la evaluación de flotas de automóviles en uso y cantidad de personas transportadas. La metodología propuesta en este estudio suma los aspectos sociales y económicos del análisis de la movilidad con el objetivo de investigar no sólo cómo las personas se mueven sino también cuál es la motivación que las lleva a hacerlo y las condiciones bajo las cuales se desplazan. A los propósitos ya mencionados se agrega un análisis comparativo de las condiciones de movilidad de distintos grupos sociales como reflejo de la situación estructural de una sociedad. Valiéndose de estas herramientas de investigación, la metodología presentada en este estudio ofrece la posibilidad de verificar con mayor precisión y consistencia cómo se generan los impactos negativos de la movilidad y quiénes sufren sus consecuencias. Además, permite comparar indicadores clave de distintas ciudades con el fin de traer a la luz las diferencias entre sus sistemas de movilidad urbana y, consecuentemente, proveer una plataforma de decisiones más apropiada para la implementación de políticas públicas en torno a la movilidad (Vasconcellos, 2001 y 2008).

La referida metodología fue previamente aplicada en la organización del Sistema de Movilidad Urbana de Asociación de Transporte Públicos de Brasil (ANTP) en 2005 y, más recientemente, en la organización del Observatorio de Movilidad Urbana de CAF en 2010. ■



1

● Desarrollo urbano,
transporte y tránsito



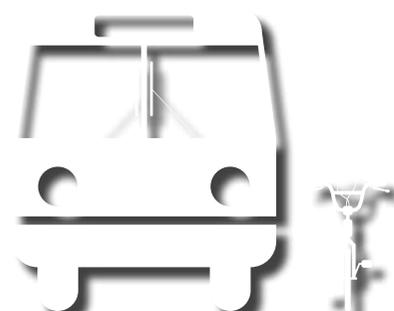
Desarrollo urbano, transporte y tránsito

1.

Modelo general del desarrollo urbano

Las ciudades se configuran en los lugares donde las personas viven, trabajan y desarrollan una serie de actividades, ya sea dentro o fuera de los hogares. Las actividades realizadas fuera de las casas demandan el uso de formas diferentes de desplazamiento: caminata, transporte mecanizado (bicicleta) o motorizado (autobuses, motocicletas, automóviles, ferrocarriles y metro). Para comprender qué desplazamientos se realizan y qué tipo de transporte es necesario para llevarlos a cabo, es necesario comprender cómo está estructurada la ciudad, cómo se distribuyen las actividades en su espacio, así como cuáles son los factores de mayor influencia en la movilidad de las personas y en la elección de los modos de transporte.

La manera en que una ciudad se desarrolla es determinada por un conjunto de fuerzas e intereses individuales, tanto del Estado como de las organizaciones privadas, que arman una compleja trama. La relación entre todos esos agentes también es dinámica, pues cambia constantemente dependiendo de las condiciones específicas de cada momento.



El principal concepto que debe ser observado dentro de la perspectiva del presente texto es que las maneras específicas de desarrollo urbano –relacionadas tanto con el uso y ocupación del suelo como también con sus características físicas y sociales– han impactado directamente el sistema de transporte y tránsito pero también han sido afectadas por éste en un proceso de interacción.

Los principales agentes y factores que pueden explicar el desarrollo urbano y sus relaciones con el transporte y el tránsito son:

- ◆ Sistema político y económico: en la mayor parte de los casos se trata de una república federativa, bajo un Estado de Derecho democrático y de economía capitalista, donde conviven tres esferas de poder –ejecutivo, legislativo y judicial– donde los gobiernos se renuevan a través de elecciones periódicas y la propiedad privada de la tierra urbana impacta fuertemente la manera como la ciudad llega a ser construida. Involucra la existencia de un gran número de empresas privadas que operan y hacen negocios en las áreas urbanas.
- ◆ Estado: en este caso es importante evaluar al Estado observando sus políticas, a través del conjunto de decisiones y acciones tomadas en cada sector de injerencia, como educación, justicia, salud, desarrollo urbano, transporte público y tránsito.
- ◆ Sector privado: representado principalmente por la industria de la construcción, la industria automotriz y por capitales financieros, industriales y comerciales, todos con intereses específicos dentro del proceso de desarrollo urbano.
- ◆ Individuos: personas independientes o asociadas a algún tipo de organización, con sus necesidades e intereses específicos.
- ◆ Sistemas instalados de transporte y tránsito: con sus características físicas y de oferta de servicios, que condicionan las decisiones de las personas acerca de cómo usar la ciudad.
- ◆ Procesos migratorios: que pueden implicar aumento o disminución de la población de una ciudad, con impactos de todo orden en el desarrollo urbano. Dichos impactos son fuertemente relevantes, sobre todo si consideramos las enormes diferencias sociales, políticas y económicas existentes en los países en desarrollo.

- ◆ Valor de la tierra: que condiciona la ubicación de las actividades y de la población.
- ◆ Dinámica de la economía: principalmente en lo que se refiere al nivel de empleo, al ingreso promedio de las personas y a la apertura de nuevos negocios en la ciudad.

Los mencionados agentes y procesos interactúan de forma compleja, “produciendo” el espacio urbano en el cual vivimos e influyendo en la forma como los sistemas de transporte y tránsito son ordenados y utilizados. El desafío es, en cada situación específica, analizar cómo ese proceso se desarrolla, qué problemas relacionados con transporte y tránsito son provocados por él y cómo éstos se pueden disminuir o eliminar definitivamente.

Figura 1. Agentes involucrados en la construcción y uso de la ciudad



Fuente: elaboración propia.

Construcción de ciudades contemporáneas en los países en desarrollo

La adaptación de las ciudades a nuevas funciones económicas, a través del reordenamiento de la oferta de transporte, es un fenómeno común, a pesar del poco reconocimiento que hay hacia él. Se toma como ejemplo uno de los extremos de la individualización del transporte: las grandes

ciudades de Estados Unidos, principalmente Chicago y Los Ángeles. Estas ciudades empezaron a experimentar fuertes cambios a partir de la década de 1920 y luego evolucionaron a un ordenamiento de grandes sistemas viales como expresión de la dominación del automóvil (Barret, 1983 y Whitt, 1982). En el caso de países europeos, en los cuales la individualización fue menos profunda, las grandes ciudades empezaron a vivir disputas en la adaptación del espacio a partir del fin de la Segunda Guerra Mundial, cuando la prosperidad económica llevó a un fuerte aumento en el número de automóviles en las calles, los cuales empezaron a disputar mercado con el transporte público.

En el otro extremo, hay una gran variedad de situaciones en los países en desarrollo. Naciones muy pobres (como Bangladesh, en Asia; Zambia, en África; y Bolivia, en América Latina) dependen casi totalmente de medios no motorizados de transporte (caminata y bicicleta) o de autobuses. Consecuentemente, sus ciudades todavía no han sufrido grandes cambios. Otros países en desarrollo más avanzados en su proceso de industrialización, a su vez, ya han desarrollado un conjunto más diversificado de medios de transporte dentro del cual los medios motorizados cumplen un importante papel, como ocurre en el caso de Argentina, Brasil, Corea del Sur y México. En estos países, el espacio urbano ya fue visiblemente transformado para adaptarse al aumento del transporte motorizado. En el bloque asiático, en tanto, Seúl, Manilla y Yakarta son claros ejemplos de transformaciones a larga escala. En América Latina, Buenos Aires, Santiago de Chile, Ciudad de México, Caracas y numerosas ciudades brasileñas también han evolucionado hacia nuevos y complejos patrones urbanos, como parte de importantes cambios sociales y económicos que ocurrieron, en su mayoría, después del término de la Segunda Guerra Mundial.

En América Latina, la relación entre estructura urbana y transporte dio su primer paso con las compañías extranjeras de transporte ferroviario y tranvías, las cuales desde principios del siglo pasado obtuvieron permisos para ofrecer servicios de transporte público (Figueroa *et al.*, 1993). Una vez finalizada la Segunda Guerra Mundial, la llegada de autobuses y vehículos de transporte de gran capacidad hizo la competencia imposible para estas compañías en la oferta de servicios en áreas urbanas en expansión. Más tarde, todas fueron progresivamente desmanteladas y sustituidas por operadores privados y públicos.

A este panorama se suman los pocos esfuerzos realizados para garantizar la existencia de sistemas de transporte masivo. Consecuentemente, todas las grandes ciudades latinoamericanas —excepto Ciudad de Méxi-

co- evolucionaron hacia sistemas de transporte público altamente dependientes de operadores privados de autobuses con débiles sistemas de transporte sobre carriles (Henry y Figueroa, 1985). Al finalizar la Segunda Guerra Mundial, los automóviles ganaron creciente relevancia, en la medida en que el desarrollo económico diversificó las actividades y generó nuevas clases medias ávidas de movilidad social. Dicho proceso ocurrió sobre todo en Venezuela a partir de la década de 1950, debido al crecimiento de la industria petrolífera, y en Brasil, a partir de la década de 1960, gracias a la modernización económica que reordenó el espacio urbano en el país. El mismo proceso puede ser identificado en Argentina y Chile, aunque con menor fuerza: en Buenos Aires y Santiago, la participación del transporte público en el total de viajes se mantuvo alta en comparación con la de São Paulo y Caracas (Henry y Figueroa, 1985). El escenario de reiteradas crisis económicas dentro de regímenes políticos predominantemente autoritarios hizo cristalizar las desigualdades: los sistemas de autobuses se mantuvieron inmersos en permanentes crisis (Figueroa, 1991), mientras los automóviles pasaron a ocupar cada vez más el espacio disponible para la circulación vehicular, generando diferencias profundas con respecto a las condiciones de transporte y accesibilidad entre los que pueden o no acceder al transporte particular.

Dichos reordenamientos espaciales eran parte de un proyecto más amplio de reordenamiento regional que incluyó nuevos sistemas sobre ruedas, nuevos aeropuertos regionales y sistemas de telecomunicaciones modernizados con el fin de implementar y mantener un mercado nacional. A pesar de las grandes diferencias entre los países, la mayoría ha experimentado procesos similares de abandono y desmantelamiento del sistema de autobuses, junto a la ampliación de los sistemas viales, como opción por un espacio adaptado para el automóvil (Barat, 1985; Fagnani, 1986).

En la década de 1980, la crisis fiscal del Estado y la globalización de la economía nuevamente hicieron cambiar el espacio urbano y las condiciones de vida en las ciudades, con lo que se provocó la reducción del ingreso promedio y el aumento del desempleo y el subempleo. Los desequilibrios en el acceso al sistema de transporte no cambiaron: rígidos controles en el nivel tarifario de los autobuses para controlar la inflación provocaron un empeoramiento en el nivel de los servicios de transporte privado y las inversiones en grandes proyectos de infraestructura de transporte fueron negativamente impactadas. Con excepción de Ciudad de México –debido a su rol dominante como centro urbano nacional– las demás ciudades latinoamericanas continuaron ofreciendo servicios de transporte público por vías de baja calidad. Además, continuaron dependien-

do de grandes sistemas de autobuses mal coordinados y con permanentes crisis derivadas del conflicto entre niveles tarifarios y expectativas de rentabilidad por parte de los actores privados.

En todas las etapas mencionadas, las grandes transformaciones en las condiciones urbanas y de transporte tuvieron como base técnicas de planificación de transporte y de tránsito coordinadas por el Estado e implementadas por distintos agentes entre los que destacaron planificadores urbanos, ingenieros de transporte y representantes del sector privado. El análisis de estas técnicas y sus enfoques, de los agentes, sus recursos e intereses, así como de los impactos asociados a las políticas correspondientes resultan esenciales para comprender cómo es otorgado y utilizado el espacio de circulación.

Impactos del desarrollo urbano en la movilidad

Las distintas maneras a través de las cuales el desarrollo urbano ocurrió originalmente en los países en desarrollo ha traído consecuencias de gran impacto en las condiciones de movilidad de las personas.

La más significativa, sin duda, es la ubicación de las personas en relación con sus necesidades de trabajo, educación y tiempo destinado al ocio. En la mayor parte de las grandes ciudades la población de bajos ingresos ocupa regiones periféricas, donde el valor de la tierra o la posibilidad de adquisición de áreas libres y sin costo ha permitido la construcción de un hogar. En dichas áreas, la oferta de servicios públicos –como escuelas, centros de salud y transporte colectivo– es precaria y a ello se suma una limitada oferta de oportunidades de trabajo, tanto en cantidad como en variedad.

Este escenario implica tres impactos relevantes. En primer lugar, se aprecia una reducción en la accesibilidad a los equipos y servicios que necesitan las personas. Esta situación afecta tanto a los residentes de altos ingresos como a quienes perciben escasos recursos, pues todos ellos podrían llegar a los destinos deseados si hubiese a su disposición una amplia oferta de servicios públicos. En segundo lugar, las personas se ven obligadas a recorrer grandes distancias a diario sólo para llegar a su lugar de trabajo. En tercer lugar, los largos trayectos provocan un considerable aumento en el costo del sistema de transporte público, situación que deriva en el cobro de tarifas más altas. Como consecuencia, para quienes dependen del transporte público –la gran mayoría– estas condiciones pueden representar un costo muy elevado en tiempo y co-

modidad. Dicho problema se agrava debido a la precariedad del sistema vial en las áreas periféricas y a la baja calidad del transporte público.

Otra consecuencia importante está relacionada con la falta de control en el uso y la ocupación del suelo en áreas más estructuradas de las ciudades, donde viven las personas de ingresos más altos con acceso a un automóvil. La falta de compatibilidad entre la densidad ocupacional del suelo y la creciente cantidad de viajes de los usuarios ha llevado a la constitución de áreas con gran cantidad de vehículos que, a su vez, causan elevados índices de congestión. ■



2. Transporte, espacio y movilidad



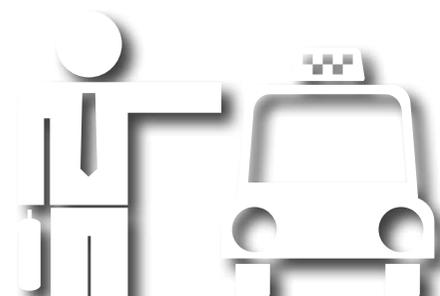
Transporte, espacio y movilidad

2.

Factores que influyen sobre la movilidad

Muchas características relevantes emergen cuando se hace un análisis de los datos involucrados en el transporte. Ellas han sido analizadas y debatidas en la literatura especializada. Los principales factores que interfieren en la movilidad de las personas son: el ingreso, el género, la edad, la ocupación y el nivel educacional. La disponibilidad de transporte motorizado impacta fuertemente a los hogares; sin embargo, puede ser considerada un factor asociado al nivel de ingreso. A continuación describimos las observaciones y conclusiones más relevantes.

En primer lugar, la movilidad aumenta con el aumento del ingreso. En segundo lugar, varía conforme a las características económicas y sociales de las personas. Por ejemplo, así como los hombres suelen viajar más que las mujeres, también los hombres adultos involucrados en actividades laborales se desplazan más que los habitantes jóvenes y de edad avanzada. Personas con un nivel educacional más alto vajan más que las demás y adultos con trabajo regular se desplazan más que los que tienen una ocupación inestable.



A las diferencias en la movilidad se agregan hábitos distintivos de cada grupo socioeconómico en el uso del transporte. Las personas de menor edad suelen desplazarse acompañadas de mayores. Los niños en edad escolar se desplazan como peatones o usan bicicletas. Los jóvenes suelen desplazarse en bicicleta o transporte público. Los adultos y personas mayores usan modos motorizados, pero también caminan y se trasladan en bicicleta porque el uso del transporte privado, en este caso, depende de la posición de la persona dentro de la estructura familiar. Por ejemplo, es usual que los hombres usen modos motorizados más a menudo que las mujeres, que las personas mayores se valgan de ellos más que los más jóvenes y que, asimismo, las personas en edad activa los utilicen más que las inactivas.

Estructura y tamaño de la familia

El tamaño de la familia afecta directamente la demanda de transporte de un hogar, no sólo debido al número de personas que se desplazan sino también a la dependencia mutua que se da para elegir quienes van a desplazarse y el momento en que lo harán. La estructura familiar también afecta la demanda como consecuencia de la división interna de las tareas. Factores religiosos y culturales pueden introducir otras influencias en el proceso de decisión acerca de cómo definir la estrategia de desplazamiento. Los hogares de países en desarrollo difieren de los de países desarrollados, sobre todo por el número de miembros y por la estructura familiar, lo que incluye en algunos países la existencia de familias poligámicas o ampliadas. Si al principio se considera la familia estándar occidental de cuatro a seis miembros –una pareja de adultos más los hijos y mayores– es posible comprobar que el patrón de desplazamiento será muy distinto, por ejemplo, al que se aprecia en Bamako (Mali) o Accra (Ghana), donde una familia tiene 11 y 8,6 miembros, respectivamente (Diaz Olvera *et al.*, 1997; Turner y Kwakye, 1996).

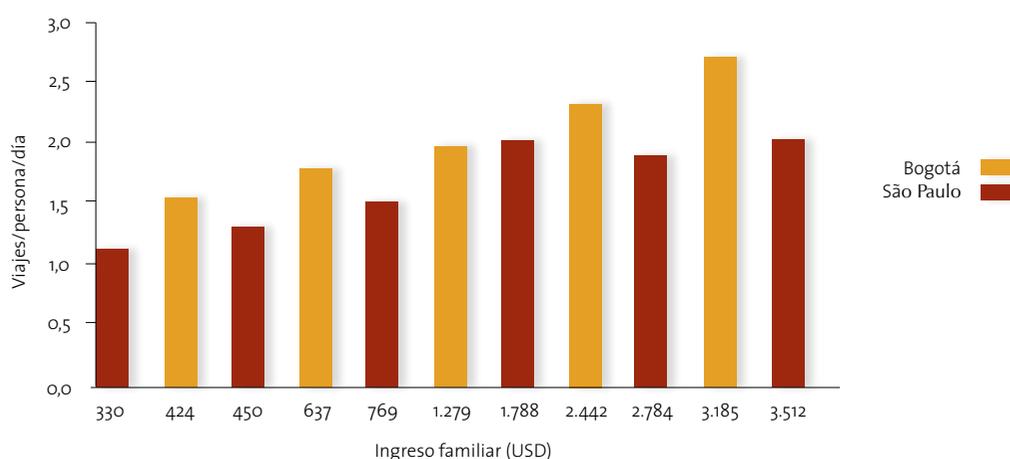
Dicha fotografía “estática” de la familia y su patrón de desplazamiento también puede sufrir alteraciones debido al ciclo de vida familiar: las familias se expanden y se reducen conforme a la necesidad de educación, la salud de los parientes que viven en zonas rurales o la ausencia temporal de personas que trabajan en áreas alejadas.

Movilidad e ingreso

Dentro de cualquier sociedad la movilidad aumenta cuando el ingreso aumenta. Esta proporción puede ser considerada como un fenómeno universal, independientemente de condiciones geográficas o sociales.

Esto significa que en una determinada ciudad las personas con mayores ingresos se desplazan con más frecuencia que aquellas de menores ingresos: la relación entre los extremos de la movilidad puede alcanzar de tres a cuatro viajes por persona al día. En Ouagadougou (Burkina Faso) tanto la movilidad general como la motorizada aumentan de acuerdo al aumento del ingreso de 3,5 a 4,5 y de 1,5 a 4 viajes por persona al día, respectivamente (Díaz Olvera *et al.*, 1997). En São Paulo, la diferencia de movilidad entre los estratos socioeconómicos de ingresos altos y bajos es de 1:1,75; mientras que en Bogotá es de 1:1,81 (ver Gráfico 1).

Gráfico 1. Movilidad individual e ingreso familiar, São Paulo y Bogotá
Viajes/persona/día, según nivel de ingreso



Fuente: CMSP (2009) y Bogotá (2008).

Movilidad y edad

La edad impacta directamente la movilidad relacionada con las tareas que son atribuidas, aceptadas o esperadas por parte de cierto grupo de personas, de acuerdo a las condiciones sociales. Como la movilidad está primordialmente relacionada con el trabajo, las personas en fase “productiva” –entre los 20 y los 50 años– generalmente se desplazan más. Considerando que la escuela es la segunda mayor causa de desplazamientos en la mayoría de los lugares, los niños y los jóvenes también son considerados muy “móviles”. Por su parte, los niños en etapa pre escolar y los jubilados aparecen en el grupo de los menos móviles (ver Cuadro 1, p. 34).

Cuadro 1. Movilidad y edad São Paulo (2007)

Rango de edad (años)	Viajes/día
0-4	0,71
4-7	1,80
7-11	2,20
11-15	2,23
15-18	2,49
18-23	2,19
23-30	2,29
30-40	2,39
40-50	2,09
50-60	1,73
>60	1,09

Fuente: CMSP, 2009.

Algunas condiciones específicas pueden cambiar dicho patrón. Por ejemplo, cuando a los niños les toca trabajar, además de asistir a la escuela, su movilidad aumenta considerablemente. Conforme a lo planteado por Turner y Kwakye (1996:162) para el caso de Accra (Ghana), “los niños y los miembros mayores son observados como recursos para ser usados de tal manera que permiten que aquellos con más potencial maximicen sus ingresos en beneficio de la familia”. Los niños trabajan para ayudar en la seguridad y la limpieza del hogar –que incluye el transporte de basura en largas distancias– y para vender y negociar junto a los mayores, lo cual implica largas caminatas por el vecindario, así como en la realización de actividades semilegales, como la venta en las calles. Su presencia en casa es posible gracias al esquema de turnos escolares, cuando sus horarios son organizados de manera compatible con los de las mujeres. Sin embargo, como es la escuela y no los padres quienes definen los horarios, las familias necesitan comprometer la frecuencia de los hijos en la escuela para atender las necesidades del hogar.

Movilidad y género

El papel de las mujeres tiene especial importancia en la comprensión de los patrones diarios de desplazamiento en los hogares de los países en desarrollo. La mejor manera de comprender estos modelos es comen-

zando por la división de tareas del hogar y examinar los condicionantes culturales y religiosos de su movilidad. Conforme enfatiza Peters (1998:12), “las principales diferencias en las necesidades básicas de movilidad de hombres y mujeres están relacionadas con la división del trabajo, influenciada por el género dentro de la familia y la comunidad”. En la mayoría de los casos, las actividades externas al hogar son atribuidas principalmente a los hombres adultos, mientras las actividades dentro de la casa son atribuidas a las mujeres adultas. La primera consecuencia de esta división es que en la mayoría de las sociedades las mujeres son menos móviles que los hombres.(ver Cuadro 2).

Cuadro 2. Movilidad y género, varias ciudades

Ciudad	Viajes/día	
	Hombres	Mujeres
Nueva Delhi, India ¹ (1990)	1,13	1,08
Bamako, Mali ²	3,70	2,40
São Paulo, Brasil ³ (2007)	2,07	1,85

Notas: ¹Sharma y Gupta, 1998; ²Diaz Olvera *et al.*, 1997; ³CMSP, 2009.

Fuente: CMSP, 2009.

La segunda consecuencia es que las mujeres suelen caminar más que los hombres y usan menos el transporte motorizado. En Hanoi, 54% de los viajes diarios realizados por mujeres son caminando, versus 38,7% de los hombres; en Ouagadougou, esos valores alcanzan 56% y 33%, respectivamente (Cusset, 1997). En Nueva Delhi, los modos privados de transporte son usados principalmente por los hombres, mientras los autobuses y las caminatas aparecen como los principales medios de las mujeres (Sharma y Gupta, 1998). En Hanoi, la movilidad en los medios motorizados de hombres y mujeres es de 1,3 y 0,7 viajes al día, respectivamente (Cusset, 1997).

El papel que las mujeres desempeñan debe ser analizado también tomando en cuenta su edad. En mujeres jóvenes, algunas restricciones de movilidad ocurren cuando las actividades escolares entran en conflicto con las características culturales de la sociedad o las expectativas de rendimiento de los padres. En Bamako (Mali), las condiciones de movilidad de los niños que frecuentan la escuela son mejores que las de las niñas, pues la inversión en educación masculina es considerada la más rentable (Diaz Olvera *et al.*, 1997) –condición común a varias sociedades. Res-

tricciones similares aún ocurren en áreas rurales de Irán, donde algunos padres no permiten que sus hijas asistan a escuelas donde hay profesores de sexo masculino (Hallak, 1977). Por su parte, en áreas rurales de la región sur de Brasil (las más ricas del país, a pesar de registrar ingresos relativamente bajos), niños y niñas van a las escuelas en una proporción compatible con su presencia en la población general (Vasconcellos, 1997).

Finalmente, cabe destacar la importancia de los condicionantes culturales y religiosas. En algunas sociedades africanas, las bicicletas no son consideradas una forma de transporte adecuada para las mujeres debido al tipo de exposición física que implica. En hogares musulmanes tradicionales, las mujeres pueden salir a las calles sólo para cumplir con reducidas tareas específicas y los problemas del hogar son tratados por otras personas. En la ciudad musulmana de Dakha, los requisitos de aislamiento de las mujeres dificultan su uso del transporte colectivo junto al de los hombres (Peters, 1998:14). Es importante enfatizar que los condicionantes siempre están sometidos a presiones externas para el cambio: conforme al análisis de Mankouch (1997), en los países árabes la organización tradicional familiar ha sido cuestionada debido a cambios resultantes de la urbanización, la industrialización y la escolaridad. La familia patriarcal ya no es la única referencia porque el papel de la mujer está cambiando velozmente a causa de su participación en el mercado de trabajo, lo que también implica cambios en sus necesidades y aspiraciones. Un impacto directo en la demanda de transporte es que dichos cambios implican un número mucho mayor de viajes de mujeres, situación que podría “acabar con la invisibilidad espacial del género femenino” característica de ese país. Otra consecuencia es la tendencia de las mujeres a la motorización debido a la disponibilidad de nuevas fuentes de ingreso.

Dichas diferencias en el uso de la ciudad han sido objeto de análisis de expertos y han merecido la denominación “cuestión de género”, analizada más adelante.

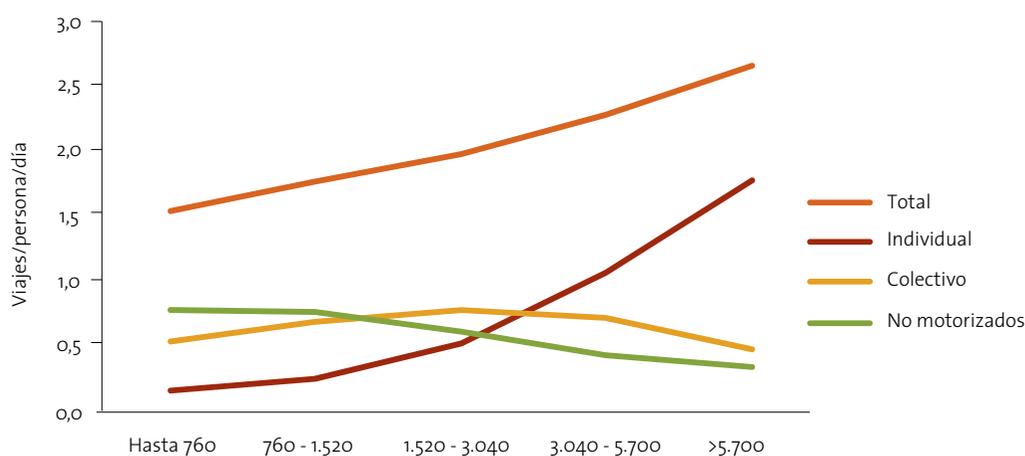
Movilidad y modo de transporte

El uso de diversas formas de transporte está fuertemente influenciado por el nivel de ingresos. Personas con bajos ingresos desempeñan mucho más el papel de peatones, ciclistas y usuarios de transporte público; personas con ingresos más altos suelen desempeñarse como motoristas o pasajeros de automóviles. El ingreso tiene una fuerte influencia en la elección de los modos de desplazamiento, aunque en una comunidad de bajos ingresos –en Accra (Ghana)– la tarifa de los taxis colectivos duplica

la de los autobuses (conocidos como *tro-tro*); aun así, la participación de los viajes en taxi aumenta entre 35% a 40% en los grupos de menores ingresos y entre 55% y 60% en los de ingresos más altos, mientras la participación de los *tro-tro* se reduce aproximadamente de 40% a 30%.

El Gráfico 2 muestra la variación del uso de los modos de transporte en función del ingreso en la región metropolitana de São Paulo en 2007. Puede observarse que el uso del transporte no motorizado (en el cual predominan las caminatas) es más alto en las familias de bajos ingresos y disminuye sostenidamente cuando el ingreso se eleva. El uso del transporte público parte desde un nivel bajo en las familias de escasos ingresos, sube en las familias de ingresos medianos, y vuelve a caer en el caso de las familias de ingresos altos (que pasan a usar el automóvil). El uso del transporte privado es el único que crece sostenidamente a medida que crece el ingreso.

Gráfico 2. Uso de los modos de transporte e ingreso familiar, RMSP (2007)



Fuente: CMSP, 2009.

Movilidad y grupos étnicos

La etnia interfiere en la movilidad tanto por las características de la ubicación física de las personas como por su diferenciación económica. En el primer caso, grupos sociales de distintas etnias ocupan diversas áreas de la ciudad, ya sea por condicionantes directos o indirectos. En los paí-

ses desarrollados, la etnia ha influenciado fuertemente a la movilidad. Por ejemplo, en Estados Unidos, la división física entre blancos y negros que prevaleció hasta los años 60 tuvo un impacto directo en el sistema de transporte. Todos los países en desarrollo poseen diferencias económicas y sociales que interactúan con aspectos raciales (reforzados por temas étnicos) e influyen en la movilidad. El caso más radical se presenta en Sudáfrica. De acuerdo a Cameron (1998), existe una diferencia clara en el uso de los modos de transporte por parte de las distintas etnias en Pretoria: mientras el uso del automóvil representa el 6% de los viajes de los habitantes de raza negra, ese porcentaje entre los habitantes de raza blanca asciende a 84%. El uso del automóvil también varía en relación con otros grupos de “no blancos”, con una tasa de 37% entre personas llamadas *colored* y de 75% entre los descendientes de etnias aborígenes.

Movilidad y cultura

La movilidad aún es influenciada por normas culturales y percepciones de los medios de transporte sobre la base de tradiciones. El caso más relevante es el de la caminata en relación con el uso de la bicicleta en las ciudades de más bajos ingresos. Por ejemplo, en Hanoi (Vietnam), caminar es considerado incómodo si se compara con la acción de andar en bicicleta, que es muy usada por personas para transportar mercancía y pasajeros. Este ejemplo a veces refleja falta de recursos para comprar otra bicicleta, pero también está relacionado con tradiciones sociales que contribuyen al bajo peso de la población. Por otro lado, caminar es una forma de desplazamiento muy importante en Ouagadougou (Burkina Faso) (Cusset, 1997). En algunas ciudades de África el uso de la bicicleta es una señal de pobreza, por lo que aparece como una práctica restringida o prohibida por motivos culturales (Peters, 1998) y que, de hecho, puede aumentar artificialmente el número de caminatas. Otro caso importante, aunque menos evidente, es el prejuicio en relación con el uso del transporte público, que surge a partir de diferencias en el ingreso y en las percepciones acerca del tipo de transporte “correcto” para ser usado por un grupo o clase social: ese es el caso, por ejemplo, de las nuevas clases medias con acceso a automóviles o motocicletas.

Movilidad y discapacidad física

Los portadores de discapacidad física son menos móviles por razones obvias. Mientras en sociedades más ricas tienen trato especial para garantizar sus necesidades básicas de desplazamiento (ECMT, 1999), en los países en desarrollo es raro observar algún tipo de apoyo. Sin duda, en estos paí-

ses los portadores de deficiencia forman el grupo social más perjudicado en sus necesidades de movilidad y aparecen como aún más perjudicados que las personas de escasos recursos. A ello se suman las barreras culturales impuestas por las familias que no quieren exponer en público a sus parientes portadores de discapacidad física. La discusión de cómo resolver ese problema es una de las más difíciles en términos de política de transporte y está fuertemente relacionada con el concepto de equidad.

*Movilidad y estrategias de desplazamiento:
presupuestos de tiempo y espacio*

El análisis del tiempo que se gasta en desplazarse o “presupuesto de tiempo”(PT) es un instrumento poderoso para comprender el uso del transporte por parte de las personas y su interacción con el espacio. Estudiado inicialmente por Tanner (1961), el PT fue más tarde analizado por distintos investigadores (Zahavi, 1976; Hagestrand, 1987). El presupuesto de tiempo varía según algunas características individuales. Cuando es medido como el tiempo que gastan las personas en sus hogares, el PT aumenta conforme el aumento del ingreso: en São Paulo, los hogares de bajos ingresos gastan 107 minutos al día, comparados con los 298 minutos/día de las personas de altos ingresos (CMSP, 1998). Sin embargo, cuando la medición se aplica a los individuos “móviles” (que hacen viajes), el PT presenta escasa variación, cerca de 60 a 80 minutos, no importando el lugar, los medios de transporte ni el ingreso (Zahavi, 1976; Schaffer, 1998). En el Cuadro 3 (ver p.40) se pueden observar las diferencias que se presentan en los consumos de tiempo y espacio de los habitantes de Sao Paulo de acuerdo a los niveles de ingreso.

Los motivos de esa discrepancia son distintos. Cuando los presupuestos familiares son tomados en cuenta, las familias de ingreso más alto gastan más tiempo desplazándose, demostrando que necesitan invertir “más tiempo” para garantizar su reproducción. Ellas también invierten más en las distancias transitadas. En São Paulo, la distancia recorrida por día aumenta de 16 km para los hogares de bajos ingresos a 62 km para los hogares de altos ingresos (distancias lineales medidas en planta). Cuando contrario a lo que pasa con el tiempo de viaje, solamente son consideradas las personas “móviles”, las distancias aumentan de acuerdo al aumento del ingreso: 12,7 km para personas de bajos ingresos y 21,8 km para personas de altos ingresos, reflejando un mayor uso de medios privados de transporte (CMSP, 1998). Estas cifras demuestran que las personas de altos ingresos usan a diario mucho más espacio vial que las de bajos ingresos.

Cuadro 3. Gastos de tiempo y espacio por ingreso, RMSP (1997)

Ingreso familiar mensual (BRL)	Tiempo consumido (min/día)	Espacio recorrido' (km/día)
0-250	107	15,8
250-500	174	27,6
500-1.000	232	39,9
1.000-1.800	292	52,7
1.800-3.600	290	57,3
Más de 3.600	289	62,0
General	235	42,4

Nota: ' Distancias "aéreas" puerta a puerta, medidas entre centros de zonas de la investigación OD.

Fuente: elaboración propia.

Una explicación posible para dicho comportamiento es que las mejoras tecnológicas en los vehículos son aprovechadas por las personas para ajustar su patrón de viaje: de esta manera, "economías" en el tiempo de trayecto son aplicadas para aumentar las distancias recorridas y las personas logran mantener un presupuesto constante o creciente (Whittlegg, 1997). Uno de los aspectos se refiere a la utilidad del viaje en relación con el tiempo de viaje, que crece hasta cierto punto y luego decae. Cuando ocurre la descentralización urbana, las personas logran desplazarse hacia sitios más lejanos para realizar el mismo conjunto de viajes, logrando más movilidad, pero no mayor accesibilidad (Tolley y Turton, 1995). Sin embargo, no hay una explicación clara acerca de por qué las personas mantendrían un gasto constante de tiempo. Marchetti (1994) propone que esto puede ser explicado antropológicamente: desde los principios de la civilización, las personas definieron un "límite natural" para andar o viajar, que es representado por la disposición física de los asentamientos urbanos, determinada por el tipo de tecnología de transporte disponible. A pesar de haber una clara influencia de la tecnología de transporte en la cobertura espacial de una ciudad y, por lo tanto, en la amplitud de las distancias y tiempos de viaje, es una exageración afirmar que exista un "límite" antropológico. Aunque los promedios de tiempo tiendan a mantenerse en un rango entre los 60 y los 80 minutos, existen muchas discrepancias, sobre todo relacionadas con las personas de bajos ingresos que viven en regiones urbanas periféricas en las cuales son comunes los desplazamientos de dos horas de duración. De esta manera, es más correcto afirmar que las personas que salen de sus casas, inde-

pendientemente del lugar en que vivan y del ingreso que perciban, parecen rechazar viajes muy largos (como regla general) y tienden a invertir una cantidad de tiempo en los desplazamientos diarios que varía entre una y dos horas al día.

Inmovilidad

A pesar de que la mayoría de los análisis son realizados con datos de personas que se desplazan, es muy importante investigar a las personas que no lo hacen. En todas las sociedades hay personas que rutinariamente no salen de sus casas. La inmovilidad puede ser representada por la cantidad o porcentaje de personas que no hacen viajes. Ese porcentaje es más grande en los rangos de ingreso más bajo, ya sea por falta de recursos para pagar el transporte público, por inactividad laboral o por irregularidad en la realización de actividades remuneradas. También en los rangos de ingreso más alto hay personas “inmóviles”, como por ejemplo, los jubilados o niños que no pueden salir solos a las calles.

En São Paulo, por ejemplo, la inmovilidad registró en 2007 una variación de 56% en estratos de menor ingreso y de 24% en el grupo de altos ingresos (ver Cuadro 4). La inmovilidad también varía con el género, según datos obtenidos a partir de las diferencias en el patrón de actividad de hombres y mujeres. En São Paulo, el 42% de las mujeres se encuentra en esa condición, en comparación con el 31% de los hombres. Adicionalmente, cuando los ingresos son tomados en cuenta, la inmovilidad femenina es siempre más grande que la masculina, variando de 56%, en los hogares de bajos ingresos, a 29% en los de altos ingresos.

Cuadro 4. Personas que no realizan viajes, RMSP (1997)

Ingreso mensual	Inmovilidad (%)
<2 SM (bajo)	56
2 a 4 SM	46
4 a 8 SM	38
8 a 15 SM	30
15 a 30 SM	28
>30 SM (alto)	24

Nota: SM: salario mínimo.

Fuente: Sharma y Gupta, 1998; Díaz Olvera et al., 1997; CMSP, 2009.

Condicionantes sociales de la movilidad

Luego de analizar las características de la movilidad en las ciudades de los países en desarrollo, cabe preguntarse cómo sería posible distinguir los condicionantes sociales detrás de esos problemas. Para lograr dicho objetivo, el problema de la movilidad puede ser analizado desde cinco temáticas sociales principales.

Problemática para los pobres

El tema de la población más pobre está directamente relacionado con sus problemas de transporte. Cerca de una cuarta parte de la población mundial vive en condiciones de pobreza absoluta y más del 90% vive en el hemisferio sur del planeta. Las personas que viven bajo la línea de la pobreza en muchos países en desarrollo llegan a representar hasta el 80% de la población (UNCHS, 1996). La misma situación ocurre en países de ingresos medios como Brasil, Corea, México y Tailandia, donde la mayor parte de la población es pobre. Dentro de ese gran contingente de personas hay adultos, niños, personas mayores y con discapacidad física de todas las edades, tanto hombres como mujeres. Dicha infeliz pero evidente realidad hace de este tema específico el más importante de todos para el estudio de la movilidad. Los otros temas se ubican en un segundo plano de relevancia.

Los principales problemas de transporte enfrentados por la población más pobre están relacionados principalmente con la inequidad en el acceso físico y económico al espacio, a la seguridad, a la calidad ambiental, a la comodidad y a la conveniencia. Entre ellos está, en primer lugar, la necesidad de vivir en áreas periféricas ubicadas generalmente muy lejos del lugar de trabajo y de contar con equipamiento público, como escuelas y centros de salud. En segundo lugar, la existencia (o simplemente carencia) de aceras adecuadas y de infraestructura para el desempeño del papel de peatón y ciclista. En tercer lugar, la oferta deficitaria de transporte público (espacial y temporal) o la imposición de tarifas imposibles de pagar. En cuarto lugar, la adaptación del ambiente de circulación a las necesidades del automóvil, operando contra las necesidades del transporte público o no motorizado. En quinto lugar, la manutención de vehículos extremadamente contaminantes, sean ellos públicos o privados.

Problemática para niños y adolescentes

La situación de los niños está relacionada con los problemas de transporte enfrentados por los menores de 18 años, rango adoptado para este

estudio como el límite de edad que permite a la persona ser responsable de sus actos y poder recibir licencia para conducir vehículos. Dicho grupo representa hasta el 50% de la población en la mayoría de los países. Los principales problemas de movilidad de los niños se limitan al universo de los peatones y los ciclistas, pues la mayoría de ellos necesita caminar o pedalear hasta la escuela. Además de enfrentar los problemas de todo peatón, viven problemas adicionales: límites biológicos para andar solos en las calles –antes de los siete años los niños tienen dificultades para discernir qué conducta es adecuada y cómo deben moverse para orientar su comportamiento (Vinjé, 1981)–. En edades más avanzadas, las restricciones se relacionan con las dificultades de usar la bicicleta y están vinculadas a la adaptación de las vías al tráfico motorizado de alta velocidad, traducido como el “efecto barrera”. En consecuencia, se crea un nuevo y peligroso ambiente, forzando a los ciclistas y peatones a evitar su uso. En muchos países en desarrollo, la seguridad personal ha sido una preocupación creciente entre padres, lo que incluye el temor del uso del transporte público por parte de sus hijos. Finalmente, hay diferencias relativas al género, en la forma de una socialización más precoz de los niños en relación a las niñas para actividades fuera de la casa.

Problemática de acuerdo al género

Los aspectos asociados al género, según la manera en que es planteada en la literatura disponible, se enfoca en los problemas de transporte vividos por las mujeres como producto de la forma en que se relacionan dentro de la sociedad, sobre todo en el ámbito de la familia. Estos problemas han aumentado en relevancia debido a la feminización del trabajo, cuando un número creciente de mujeres empezó a entrar en el mercado laboral, usando el transporte público con mayor frecuencia. Al considerar los objetivos de esta investigación, se encuentra que la raíz social y política del problema de género en la sociedad está más allá del objetivo propuesto y, por ende, no será discutido.

Los principales problemas que surgen en la división típica de tareas son diversos y han generado un intenso debate entre expertos en transporte. El debate ha sido influenciado por componentes emocionales que, en ciertos aspectos esenciales, necesita un cuidadoso análisis antes de llegar a conclusiones definitivas.

En primer lugar, la cuestión del género ha sido mencionada solamente en relación con las mujeres como subproducto del movimiento feminista. A pesar de que este enfoque parece comprensible debido a su relevancia

como problema social, se trata de una aproximación incompleta al tema, pues tanto hombres como mujeres sufren los efectos de la división de tareas en la familia en sus necesidades y condiciones de transporte. Por lo tanto, la pregunta que debe ser respondida es: de acuerdo a la división de tareas existente, ¿cuáles son los problemas reales enfrentados por ambos sexos en cuanto a la circulación por vías?

De acuerdo a lo enfatizado por algunos autores (Díaz Olvera y Plat, 1997; Sharma y Gupta, 1998), los problemas de transporte relacionados con el género están vinculados a la oferta espacial de servicios públicos y privados utilizados por las mujeres. Dichas dificultades también se relacionan con los presupuestos de ordenamiento del transporte tradicional. En su análisis de la oferta espacial de servicios, Díaz Olvera *et al.* (1997:132) plantean que “más que un transporte mejor, la solución está en el reordenamiento de la distribución de los servicios urbanos en el espacio, sobre todo alrededor de los hogares”. Sharma y Gupta (1998:674) afirman “que el aparente desequilibrio en las condiciones de transporte se debe más a las inadecuaciones en la infraestructura social y los intereses de las mujeres que a inadecuaciones en infraestructura de transporte. De esta manera, el fin del esparcimiento de la infraestructura social como escuelas, guarderías y mejores condiciones de acceso laboral garantizarían cambios cualitativos y cuantitativos en los estándares de movilidad”.

Por lo tanto, puede afirmarse que la oferta espacialmente limitada de servicios públicos ejerce una influencia directa en la posibilidad de las mujeres de desempeñar sus actividades, lo cual está relacionado con las políticas de ordenamiento urbano.

En el caso de los planes de transporte es necesario discutir algunas ideas equivocadas para alcanzar propuestas consistentes con el mejoramiento de las condiciones de transporte de las mujeres. Primero, como Peters (1998:12) afirma, “los sistemas de transporte existentes no son dirigidos de manera adecuada para satisfacer las necesidades de las mujeres. Al contrario, la mayoría de los sistemas son distorsionados en favor de las necesidades de los hombres”. Es necesario tener cuidado con esa afirmación. Al decir que los sistemas son diseñados en favor de los hombres, Peters puede, involuntariamente, transmitir la idea de que los hombres en los países en desarrollo se benefician de buenas condiciones de transporte, lo cual resulta poco probable en una ciudad, si es que puede ser considerada una realidad en algún lugar. Las condiciones de transporte en horas punta en las ciudades de los países en desarrollo son ampliamente conocidas como muy malas, sin mencionar los demás problemas

de seguridad o los problemas ambientales que afectan a los que suelen desempeñar el papel de pasajeros de transporte público.

En segundo lugar, algunos autores enfatizan de manera crítica el hecho de que en ciertas sociedades el uso del transporte mecanizado por parte de las mujeres es considerado como “superfluo” debido a sus tareas “domésticas” tradicionales y que, por lo tanto, caminar es una forma de desplazamiento más usada por ellas que por los hombres. Está implícito en dicho razonamiento que las mujeres desarrollan tareas “no productivas” y son forzadas a usar peores medios de transporte, en ese caso, caminar, en oposición a usar el transporte público o la motocicleta. Cabe mencionar dos comentarios importantes. Inicialmente, todas las actividades “informales”, “no productivas” bajo el punto de vista del sistema capitalista, son consideradas “inferiores”, independientemente del género. Millones de hombres pobres que trabajan en el sector informal en los países en desarrollo están permanentemente sujetos a un menoscabo como seres humanos, además de a amenazas físicas y explotación. Adicionalmente, en los casos en que el hombre trabaja muy lejos de su hogar y las actividades de la mujer están relacionadas con lugares cercanos a su casa, las decisiones de restringir o dar preferencia al uso del transporte motorizado por parte de los hombres no se configura necesariamente como una prueba de la “dominación” masculina, sino como una decisión económica relacionada con el uso de los recursos económicos disponibles. Dicha decisión se puede basar en diferencias en los costos de transporte, en las distancias y en el tiempo de desplazamiento necesario para realizar viajes al trabajo. En relación con los viajes más cortos, cuando hay poco dinero, éste debe ser usado para, por ejemplo, pagar las tarifas de autobús para viajes más largos, lo cual normalmente involucra la participación del sexo masculino, en función del mercado del trabajo. La situación es distinta cuando ambos adultos trabajan o tienen actividades lejos de la casa.

De acuerdo a este planteamiento, ¿cuáles son las deficiencias y los problemas de género más relevantes que deben ser atacados en un plan de transporte? Las necesidades de reproducción de las personas y la resultante demanda de transporte varían de acuerdo a las condiciones específicas de los individuos y de las familias, como ocurre en el caso de una pareja con o sin hijos, una pareja con hijos jóvenes, un hogar cuya jefe es una mujer o una familia ampliada. Si imaginamos un caso común de una familia de bajos ingresos en la cual el hombre trabaja fuera y la mujer es responsable por los niños y por el manejo de la casa, las condiciones de transporte vividas por ellos son, en el caso del hombre:

- ◆ Sometimiento a la oferta deficiente de transporte público, con impactos directos en los tiempos de caminata y espera.
- ◆ Molestias causadas por el uso de vehículos de transporte públicos atiborrados de pasajeros en los horarios punta, considerando el uso intensivo de esos modos.
- ◆ Mayor exposición a las congestiones, lo que impacta directamente el tiempo de viaje y provoca cansancio y reducción de la productividad.
- ◆ Mayor exposición a la contaminación atmosférica en áreas de tráfico intenso, con impactos directos en la salud.
- ◆ Mayor exposición a la inseguridad en el tráfico, reflejada en más casos de víctimas en relación con las mujeres.

En el caso de la mujer, el tema de género está relacionado con seis problemas principales:

- ◆ Falta de aceras y puntos de cruce de peatones adecuados, tomando en cuenta el uso intensivo de la caminata, problema que se agrava cuando la mujer lleva un niño.
- ◆ Falta de infraestructura y señalización adecuadas para usar la bicicleta.
- ◆ Falta de oferta adecuada de transporte público para hacer viajes en los períodos fuera del horario punta.
- ◆ Dificultad para abordar vehículos llenos de pasajeros por sus desventajas físicas frente a las de los hombres, problema que se agrava cuando la mujer está acompañada de un niño.
- ◆ Peligro de acoso sexual al usar el transporte público.

Si hay jóvenes en la casa, tanto hombres como mujeres cumplen tareas específicas que se traducen en distintas necesidades de transporte. En estos casos se aprecia que, si bien hay jóvenes que no necesitan ser acompañados por adultos cuando se movilizan, esta relativa ventaja relacionada con su autonomía para movilizarse impacta directamente el presupuesto del hogar. Lo mismo se puede decir en el caso de una persona jubilada que se queda en la casa la mayor parte del tiempo, pudiendo asumir el papel de ayudar a cuidar un niño. Si un adulto queda sin em-

pleo y otro trabaja lejos de casa, las decisiones relativas a la división de tareas y al uso del dinero y dos vehículos disponibles son reprogramadas. Si los niños dejan la casa para vivir en otro lugar, el presupuesto domiciliario de tiempo y espacio disminuyen, así como los gastos y restricciones individuales para desplazamientos.

Dicho ejemplo trae a la luz dos cuestiones importantes referentes a cómo la planificación del transporte considera las necesidades de las personas. La displicencia de ese planeamiento en relación con las necesidades reflejadas en los papeles de peatón y ciclista es uno de los mayores problemas enfrentados por los pobres en los países en desarrollo. De acuerdo a lo analizado en el caso de los accidentes de tránsito, la mayoría de los eventos fatales ocurre con peatones y usuarios de transportes no motorizados. Si las mujeres desempeñan el rol de peatón con más frecuencia que los hombres –lo que parece ser verdadero en la mayoría de los países– ellas son las más afectadas por este problema. De la misma manera, cuando están cumpliendo el rol de ciclistas, las mujeres enfrentan problemas con los vehículos. Los modelos de bicicletas existentes están, en su mayoría, diseñados para el uso masculino, con estructuras y componentes que hacen que su utilización por parte de las mujeres sea difícil y hasta vergonzosa. En general, las bicicletas también son muy altas en relación con la estatura promedio de las mujeres, además de lo difícil que resulta usarlas con vestidos largos (Hierli, 1993).

Además, las mujeres frecuentemente necesitan cargar agua o provisiones, tarea obligatoria en muchas sociedades y que no está adecuadamente considerada en el sistema de transporte.

De la misma manera, los problemas con el transporte público son preocupantes. En primer lugar, la oferta ha estado históricamente basada en la demanda de horario punta, por motivos predominantemente económicos. En la mayoría de los casos (antes de la feminización del mercado de trabajo), la mayoría de los usuarios pertenecía al sexo masculino. La entrada de las mujeres en ese mercado todavía no ha representado un cambio en la oferta de transporte adecuado a sus necesidades. Segundo, el patrón de desplazamientos diarios de la mujer generalmente es más complejo que el del hombre y sobran pocas “ventanas de tiempo” para la realización de actividades libres (Tolley y Turton, 1995; Diaz Olvera y Plat, 1997). La planificación del transporte tradicional tiene como base vehículos inadecuados y en los horarios punta generalmente se ofrece también transporte inadecuado, lo que perjudica fuertemente la movilidad de las personas que más lo necesitan en ese momento: las mujeres.

Los problemas se agravan cuando la mujer vive sola con sus hijos, situación cada vez más frecuente en todo el mundo. En esos casos, coordinar el trabajo, el cuidado de los niños y la manutención del hogar es algo extremadamente difícil. Además, las limitaciones temporales y espaciales imponen restricciones a la elección de locales para trabajar y hacer compras, generando más problemas: la planificación tradicional implica que el desplazamiento de rutina rumbo al trabajo resultará en una secuencia de decisiones que empezarán con la elección del lugar de trabajo para luego centrarse en el modo y la ruta. Este hábito parece adaptarse al patrón masculino, mientras que en el caso de la mujer es frecuentemente necesario que el lugar de trabajo quede cerca de casa (Sheppard, 1989). Este es precisamente el caso en que las dificultades conjuntas de oferta de servicios sociales (escuela, guardería infantil, puestos de salud) y de medios de transporte alcanza un nivel crítico.

Problemática para adultos mayores

El tema de la tercera edad en el transporte está relacionado con las dificultades para desarrollar los papeles de usuario de transporte público y de peatón. En el primer caso, los problemas son similares a los experimentados por las mujeres adultas, principalmente en lo que se refiere a las dificultades físicas de abordar un vehículo, debido a la falta de escalones adecuados y la densidad de pasajeros. En el segundo caso, las personas mayores sufren graves problemas al caminar, debido tanto a limitaciones físicas personales como a su falta de adaptación en las vías y aceras. Un problema muy serio es el tiempo de los semáforos para los cruces de las calles que son, en general, muy cortos para garantizar un desplazamiento seguro y cómodo.

Problemática para discapacitados

El tema de los portadores de discapacidad abarca las dificultades de desarrollar todos los papeles en el tránsito. Dichas personas viven la suma de los problemas y las dificultades de las demás personas, así como los de su propia discapacidad. La raíz del problema reside tanto en la existencia de limitaciones físicas como mentales de esas personas a las que se suman los límites políticos vinculados al hecho de no tener sus necesidades reconocidas en la sociedad. Entre los temas de movilidad que mayormente afectan a los discapacitados, una de los más contundentes es la necesidad de igualar sus condiciones, pues esto refleja en qué medida la sociedad tiene la voluntad de invertir tiempo en la discusión de sus derechos.

Resumen de los condicionantes sociales de la movilidad

Este análisis puede ahora ser utilizado para resumir las principales cuestiones relativas a la movilidad y al transporte en los países en desarrollo. Esto será implementado mediante el cruce de las necesidades de reproducción y los roles desempeñados en el tránsito y la movilidad. Dicho cruce ocurre con las características individuales más relevantes: condiciones económicas y sociales (pobreza, género, edad y deficiencias), existencia de roles activos en el tráfico y tres condiciones de circulación—accesibilidad, seguridad y calidad—. El cruce es cualitativo y busca ofrecer una visión general sobre cómo las condiciones y los roles de las personas interactúan con la oferta de transporte para definir el uso del espacio.

El Cuadro 5 (ver p.50) muestra una gran variación en las condiciones. Para las personas pobres en general (40% a 80% de la población), los problemas de movilidad más graves están relacionados con los roles de peatón y ciclista (seguridad, accesibilidad y calidad), usuario de transporte público (accesibilidad y calidad) y motociclista (seguridad). Si consideramos solamente niños y jóvenes (50% de la población), surgen graves problemas de accesibilidad relacionados con los roles de peatón y ciclista en lo que se refiere a calidad en el uso del transporte público. Si consideramos los adultos en edad laboral (40% de la población) se identifican problemas adicionales relativos al género. Entre ellos, existen serios problemas de accesibilidad en los roles de peatón y usuario de transporte público, además de graves problemas de calidad. Cuando se analiza la tercera edad, se identifican condiciones similares a las de los niños: problemas graves de accesibilidad y seguridad en los roles de peatón y ciclista, y de calidad al usar el transporte público. Finalmente, cuando se analiza a los portadores de deficiencia, los problemas son severos en la mayoría de los casos debido al inadecuado ambiente de circulación.

Existen muchas otras maneras de usar este esquema propuesto para análisis complementarios. Se pueden utilizar otras variables (costo, impacto ambiental individual), que lleven a estudios más detallados o más direccionados. Además, los roles “pasivos”, como el de residente, pueden ser analizados en relación con la edad y el género. Más aún, el grupo de “niños” puede ser subdividido en dos partes para estudiar problemas específicos enfrentados por jóvenes mayores 14 años en el papel de usuarios desamparados del transporte público o de ciclistas; y también para estudiar las diferencias entre niños y niñas.

Cuadro 5. Problemas de movilidad de acuerdo al rol que juegan las condiciones sociales

Condición	Porcentaje de la población	Rol	Nivel del problema		
			Accesibilidad al espacio	Seguridad de tráfico	Calidad del transporte
Pobres	40 - 80	Peatón	S	S/XS	S
		Ciclista	S	S/XS	S
		Transporte público	S/XS	M/B	S/XS
		Motociclista	B	S/XS	B
		Motorista de automóvil	B	M	M/B
Niños y adolescentes (menores de 18 años)	50	Peatón	XS	XS	S
		Ciclista	XS	XS	S
		Transporte público	S	M/B	XS
		Motociclista	-	-	-
		Motorista de automóvil	-	-	-
Hombre adulto (edad de trabajo, entre 18 y 60 años)	20	Peatón	S	S	S
		Ciclista	S	S	S
		Transporte público	S/XS	M/B	S
		Motociclista	B	S	B
		Motorista de automóvil	B	M	B
Mujer adulta (edad de trabajo, entre 18 y 60 años)	20	Peatón	S/XS	S/XS	S
		Ciclista	S	S	S
		Transporte público	S/XS	M/B	XS
		Motociclista	B	S	M (cultura)
		Conductor de automóvil	B	M/B	B
Mayores (más de 60 años)	10	Peatón	XS	XS	S
		Ciclista	XS	XS	S
		Transporte público	S	M/B	XS
		Motociclista	B	S	B
		Conductor de automóvil	B	M	B
Portadores de deficiencia	12	Peatón	S	XS	XS
		Ciclista	S	XS	XS
		Transporte público	S	M/B	XS
		Motociclista	S	S	B
		Conductor de automóvil	S	S	B

Notas: XS: muy grave; S: grave; M: mediano; B: bajo.

Fuente: elaboración propia.

Impacto de la movilidad

La circulación de personas tiene diversas consecuencias para quienes viven en un mismo ambiente.

Por esta razón conviene separar dichas consecuencias en dos grupos: el consumo de recursos y los impactos ambientales.

Consumo de recursos

La movilidad involucra el consumo de distintos bienes materiales o inmateriales.

El primer consumo es inmaterial y está relacionado con el tiempo de desplazamiento, ya que el tiempo es un recurso escaso para todos. Disminuir el consumo de tiempo al mínimo posible siempre es el objetivo final para que quienes se desplazan puedan usarlo también en la realización de otras actividades.

El segundo consumo es el de espacio. La movilidad demanda espacio en dos oportunidades: primero, cuando hay construcción de infraestructura de circulación, y en segundo lugar, cuando las personas utilizan dicha infraestructura. En el primer caso, como se podrá ver más adelante, las aceras, autopistas, terminales de autobuses, estaciones de trenes y ferrocarriles metropolitanos ocupan un gran espacio físico, cuyo costo de construcción y mantenimiento es pagado por la sociedad. En el segundo caso, las personas consumen distintas cantidades de espacio vial cuando utilizan distintas maneras de transportarse.

El tercer consumo es el de energía, que en muchas sociedades es otro bien escaso. La energía es consumida por todos los vehículos motorizados o electrificados.

El cuarto consumo es el de recursos financieros. Por un lado, este costo afecta al gobierno –con los costos de mantenimiento vial, señalización, operación y fiscalización del tránsito. Por otro lado, afecta a las personas que usan vehículos motorizados, pues tienen que pagar tarifas –en el caso del transporte colectivo y los taxis– o los costos de un vehículo individual como un automóvil o una motocicleta.

Impactos

Entre los impactos ambientales de la movilidad, hay seis que deben ser observados con especial atención.

Los dos primeros están relacionados con el uso de los recursos naturales. Primero está el uso de los recursos escasos o raros, como el hierro, el látex y el plástico utilizados para construir vehículos, y los minerales, piedras y asfalto, utilizados para pavimentar caminos.

Además, está el desecho de materiales, como automóviles viejos, aceites lubricantes, neumáticos y otros elementos en general, que pueden producir graves impactos ambientales de larga duración.

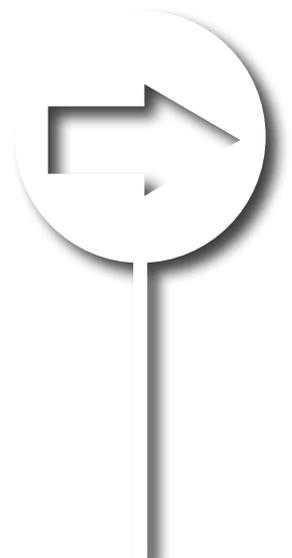
Los cuatro impactos finales son las llamadas “externalidades”, es decir, impactos causados por personas a personas sin ningún tipo de compensación. Bajo esa categoría existen el “efecto barrera” (perjuicio a la vida y a la circulación de peatones y ciclistas) causado por el tráfico de vehículos, la contaminación del aire y el ruido, los accidentes de tránsito y la congestión.

Todos esos consumos e impactos, a excepción del uso de materiales y sus desechos, son estudiados en mayor detalle en los capítulos 4 y 5. ■

Cuadro 6. Consumo e impacto en la movilidad de las personas

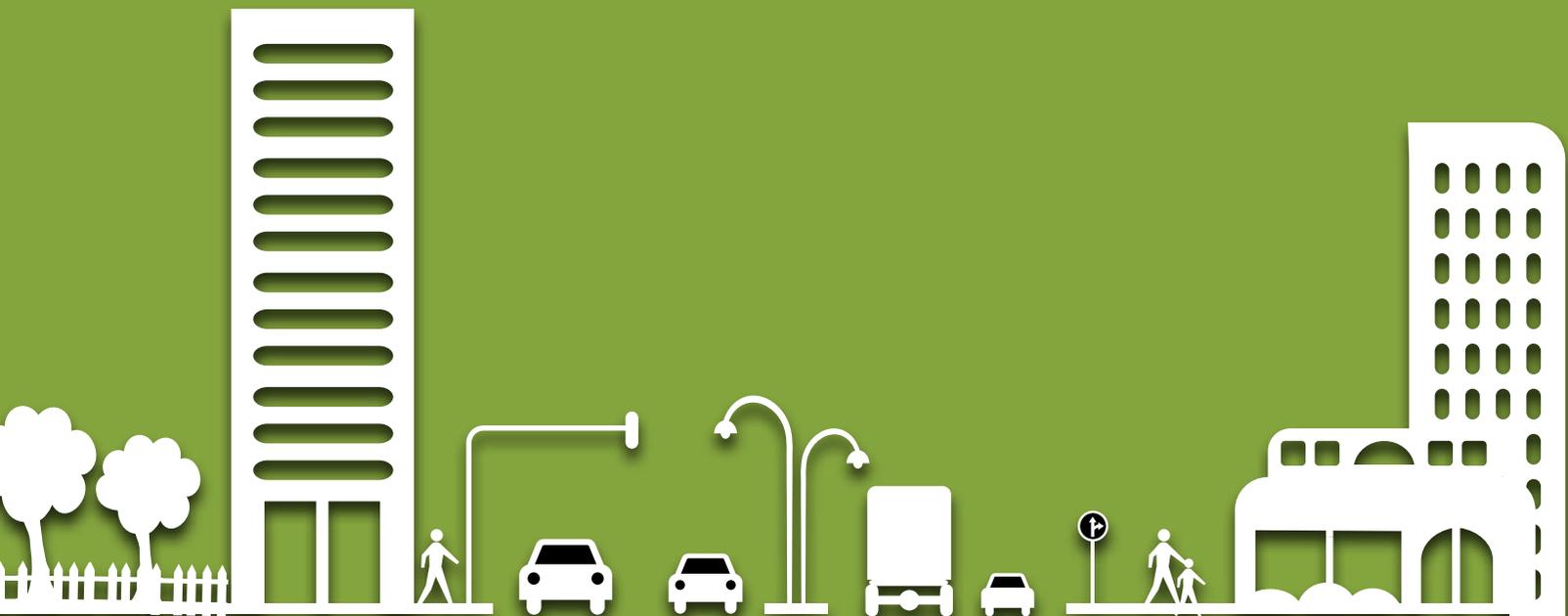
Nivel	Ítem	Descripción	Variable (ejemplo)
I	Consumos	Tiempo de desplazamiento	Tiempo por persona.
		Espacio geográfico	km ² usados en la movilidad de las personas.
		Espacio vial	m ² por persona.
		Energía	Gramos equivalentes de petróleo por persona.
		Recursos financieros	Capital gastado en forma pública o individual.
II	Impactos	Efecto barrera	Intensidad de relación entre las personas.
		Accidentes	Cantidad y grado de severidad.
		Congestión	Tiempo de recorrido y contaminación adicionales.
		Contaminación del aire y ruido	Emisiones y concentración de polución y decibeles.

Fuente: elaboración propia.



3

● Uso del sistema
de circulación



Uso del sistema de circulación

3.

Condiciones generales

El uso del sistema de circulación nos lleva a analizar quién puede usarlo y bajo qué condiciones. El factor más relevante a considerar es que el sistema de circulación presenta condiciones diversificadas de utilización si se compara con otros medios colectivos de consumo. En primer lugar porque éste puede ser apropiado tanto en forma colectiva como individual, pues los medios de circulación pueden ser individuales o colectivos. De esta manera, queda claro que el sistema de transporte público involucra una socialización de infraestructura (vías) y de medios de transporte (vehículos), mientras que el transporte individual involucra la misma socialización de la infraestructura, pero con la privatización del modo de transporte (bicicleta o automóvil). En segundo lugar, otra característica específica de la estructura de circulación –la escasez de espacio que debe ser compartido entre los usuarios– hace al consumo real inherentemente colectivo y sujeto a reglas colectivas. Finalmente, las velocidades, dimensiones y desempeños operacionales diversos entre los cuerpos en movimiento (personas y vehículos) llevan a formas y tasas muy distintas de consumo de espacio y tiempo, que requieren un análisis de equidad.



La necesidad de circular está relacionada con el deseo de realización de actividades sociales, culturales, políticas y económicas que son consideradas necesarias en la sociedad. Además, la circulación está relacionada con los factores de movilidad y accesibilidad discutidos anteriormente. Esto quiere decir que, por un lado, está relacionada con la condición física personal de los viajeros y su capacidad para financiar los costos involucrados. Por otro lado, depende de la disponibilidad de tiempo de las personas y de que los horarios de funcionamiento estén correctamente sincronizados con las actividades en los destinos (ventanas de tiempo), así como de la oferta de modos de transporte. La apropiación del sistema de circulación sólo puede ser llevada a cabo si se cumplen todas las condiciones expuestas. De esta manera, la apropiación real del sistema de circulación se caracteriza por las fuertes diferencias entre personas, clases y grupos sociales. Dichas diferencias siempre reflejan contrastes sociales y políticos que tienen mucho mayor peso en los países en desarrollo.

Papeles desempeñados en el tránsito

El enfoque tradicional del proyecto de circulación considera solamente dos papeles o roles –el del conductor y el del peatón–, que son vistos como entidades estáticas. Sin embargo, la dinámica del tránsito involucra un grupo mucho más grande de roles, sujetos a modificación. Este conjunto de roles no tiene referencia explícita en la bibliografía tradicional y se encuentra inferido genéricamente en la expresión “personas”.

La primera tarea de este estudio es definir esos papeles y su relevancia en la planificación de la circulación.

Para lograr dicho objetivo, hay que considerar esos roles en relación con dos características: 1) el uso del transporte mecanizado; y 2) la relación activa o pasiva con la circulación.

En cualquier situación es esencial el conocimiento del nivel de mecanización de los desplazamientos en el análisis de las consecuencias físicas, sociales y económicas del movimiento motorizado (Illich, 1974). El desplazamiento de un peatón que camina es la única habilidad humana de desplazamiento distribuida de forma equitativa. A excepción de las personas con discapacidad u otras limitaciones (edad, salud), cualquier ser humano es capaz de ir a cualquier lugar caminando. El uso del transporte mecanizado para recorrer un espacio introduce cambios profundos en la capacidad de desplazamiento y representa una clara línea divisoria. Esta diferencia se torna mayor cuando el transporte también es motorizado.

Sin embargo, cuando estas tecnologías son introducidas externamente, el acceso a ellas no es distribuido de manera equitativa. Eso vale para cualquier sociedad, en cualquier tiempo.

Es importante definir las consecuencias sociales y políticas relevantes del transporte motorizado. Para eso es necesario analizar dos diferencias: accesibilidad y seguridad.

Accesibilidad: el desplazamiento motorizado aumenta la velocidad y reduce el tiempo del recorrido. Como consecuencia, una persona logra llegar a muchos más destinos, es decir, el consumo de espacio de circulación y el consumo de las actividades sufren una fuerte alteración cuando se introduce la mecanización. No es necesario decir, entonces, que el acceso a los modos mecanizados está influenciado por diferencias personales, económicas y sociales cuyo resultado es una fuerte desigualdad en el acceso al espacio.

Seguridad: el transporte mecanizado permite mover más peso, generalmente a una velocidad más elevada y con energías cinéticas más grandes que las utilizadas en una caminata. El consumo del espacio incluye la posibilidad de conflictos físicos, que pueden generar colisiones, y consecuencias graves para las personas involucradas. En comparación con eventos en los que están involucrados los peatones, los conflictos son mucho más violentos y letales. Además, la mayoría de las víctimas de accidentes de tránsito que ocurren en las grandes ciudades de países en desarrollo son peatones. La consecuencia política de esa situación es que las personas que acceden a vehículos motorizados pueden amenazar la vida de los demás, aunque no conozcan o deseen dichas consecuencias. Esta posibilidad se transforma en una permanente amenaza en el caso de que no existan castigos adecuados, realidad que es común en los países en desarrollo.

La segunda característica mencionada anteriormente –relación activa o pasiva en el tránsito– puede ser utilizada como herramienta de análisis para estudiar los diferentes papeles. El papel activo se caracteriza por un *movimiento* y, por lo tanto, por la necesidad de consumir espacio de circulación. Por el contrario, el papel pasivo y *estacionario* no consume el espacio de circulación, pero sí está afectado por quien realiza esta acción.

De acuerdo a esta regla, es posible proponer una clasificación general de los roles desempeñados en el tránsito (ver Cuadro 7, p.60).

Cuadro 7. Roles directos desempeñados en el tránsito

Tipo de transporte	Relación con el tránsito	Rol
No mecanizado	Activo	Peatón solo
		Peatón acompañado
		Residente
No mecanizado	Pasivo	Visita/invitado
		Propietario de tienda
		Cliente de tienda
Mecanizado	Activo (no motorizado)	Usuario de equipo público
		Ciclista
	Activo (motorizado)	Motociclista
		Conductor de automóvil
		Conductor de taxi
		Conductor de micro
		Conductor de camión
		Pasajero de automóvil
		Pasajero de taxi
		Pasajero de autobús
Ayudante de camión		
Mecanizado	Fiscalización	Policía
		Técnico urbano
		Técnico de transporte
Roles especiales indirectos	Planeamiento	Técnico de tránsito
		Industria de la construcción
		Industria automotriz
	Actividad interesada	Industria inmobiliaria
		Comercio

Fuente: elaboración propia.

Los papeles activo y pasivo pueden ser subdivididos de acuerdo a variables como edad y sexo, lo que genera nuevos conjuntos de roles y condiciones específicas. Dicha clasificación demuestra la gran diversidad de roles y condiciones e ilustra la distancia entre la visión tradicional de la ingeniería de tránsito y la realidad de la circulación urbana.

La mayor parte de los roles activos y pasivos no tiene relación con factores culturales y de género, por lo que puede ser ejercida por cualquier persona. Sin embargo, la edad impone límites físicos y mentales, como en el caso de niños y personas mayores, situación que demanda regulaciones acerca del uso de las vías y de los vehículos. Las características

culturales pueden implicar distintos patrones de desplazamiento, dictados por costumbres o reglas intrínsecas. El género, por su parte, impone algunos límites relativos a la división de tareas entre los miembros de un hogar y que varían mucho en cada sociedad. Por lo tanto, la distribución real de esos roles según la edad, la cultura y el género corresponde a las características específicas de cada sociedad y lugar, por lo que debe ser analizada en función de esas particularidades.

El Cuadro 8 (ver p. 62) presenta una clasificación inicial de la frecuencia con que se adoptan los principales papeles según las características que más parecen influir en el patrón de movilidad de las personas: ingreso, edad y género. Dentro de los varios roles posibles fueron seleccionados aquellos más frecuentes o más importantes para el análisis social propuesto: papeles activos vinculados a modos de transporte no motorizados, pasajeros de transporte público, conductores de vehículos individuales (automóviles y motocicletas); y papeles pasivos de residentes, visitantes, clientes y propietarios de un negocio o usuarios de equipos públicos (sobre todo escuelas).

El Cuadro 8 deja claro que es importante la variación en la frecuencia del desempeño de los roles y evidencia, una vez más, la complejidad de la materialización de la movilidad de las personas y la variación en sus intereses en relación con el tráfico. Si se añaden más características personales al cuadro, se obtienen nuevas variaciones en el desempeño de los papeles: la religión y la etnia pueden influir en la movilidad –cuando están asociados a códigos de conducta que influyen la forma en que los modos de transporte pueden ser utilizados (como la bicicleta para las mujeres) o limitan los lugares que pueden ser frecuentados por las personas (desde salir a la calle a frecuentar lugares públicos o privados que no se adapten a los códigos internos de conducta de un grupo).

Variables propuestas para el análisis

A pesar de la importancia de variables como la fluidez y la seguridad, una comprensión más adecuada de la circulación urbana debe considerar otras variables que reflejan otras condiciones de tráfico. Estas son la accesibilidad (macro y micro), el nivel de servicio, el costo del transporte y la calidad ambiental. Por lo tanto, deben ser considerados siete objetivos en lugar de dos. Además de la fluidez y la seguridad en el tránsito, se incluyen:

Accesibilidad: subdividida en dos tipos. El primero, la macroaccesibilidad, se refiere a la relativa facilidad para cruzar el espacio y llegar a las construcciones y equipos urbanos deseados. Tiene relación directa con el ta-

Cuadro 8. Desempeño de los distintos roles en el tránsito

Rol	Frecuencia en el desempeño de los roles por característica de la persona								
	Ingreso			Edad				Género	
	Alto	Medio	Bajo	Niño	Joven	Adulto	Mayor	Masculino	Femenino
Activo									
Peatón	B	M	A	A	A	A ¹	M	M	A
Ciclista	B	M	A	B	A	A ¹	B	A/M	A/M
Pass TP	B	M	A	B	A	A ¹	M	A	A
Motociclista	B	M/H	B/M	-	M	A ¹	M	A	B/M
Conductor	A	M	B	-	-	A ¹	M	A	B/M
Pasivo									
Residente	M ²	M ²	A	M ³	M ³	M ¹	A ⁵	M ⁶	A ⁷
Visitante	A	A	A	B	A	A	M	M	A
Cliente	A	A	M	B	M	A	M	M	A
Propietario	A	M/A	M/B ⁸	-	-	Var ¹	Var ¹	A/M	M/B ⁸
Estudiante	A	A/M	M/B	A ⁹	A ⁹	A	A/M		

A: alta frecuencia; M: media frecuencia; B: baja frecuencia; Var: variable.

¹Depende de condiciones específicas, relativas sobre todo al ingreso.

²Las personas de ingresos más altos o medios son más móviles y gastan más tiempo en actividades fuera de la casa.

³Los niños y jóvenes gastan muchas horas en la escuela.

⁴Los adultos gastan varias horas trabajando fuera de la casa.

⁵Las personas mayores se quedan más tiempo dentro de la casa.

⁶Los hombres tienen más actividades extra que las mujeres.

⁷En la mayoría de las sociedades, las mujeres gastan más tiempo en actividades domésticas que los hombres.

⁸Los negocios informales pueden ser muy frecuentes en algunas sociedades y pueden ser conducidos por mujeres.

⁹Principalmente actividades educacionales.

Fuente: elaboración propia.

maño del espacio que puede abarcar el sistema vial y los sistemas de transporte y está vinculada, además, con las acciones emprendidas en la etapa de planificación de transporte para definir la constitución básica de estos sistemas. En la práctica, la macroaccesibilidad también puede ser alterada en el proceso de ordenamiento de la circulación, a través de vías para tránsito en una sola dirección o a través de la conexión de vías antes desconectadas, lo que aumenta las posibilidades de interconexión y penetración del espacio. El segundo tipo, la microaccesibilidad, se refiere a la facilidad relativa de acceso directo a los automóviles o destinos deseados (por ejemplo, condiciones de estacionamiento y de acceso al paradero de la microaccesibilidad).

Cuantitativamente, la macroaccesibilidad puede ser expresada por la suma de cuatro tiempos de viaje: tiempo para acceder al vehículo en el inicio del viaje; tiempo de espera, en el caso del transporte público; tiempo dentro del vehículo; y tiempo para acceder al destino final luego de bajar del vehículo. En el caso de viajes en transporte público con transbordo, existe todavía el tiempo de transferencia entre vehículos, que puede transcurrir mientras se camina o mientras se camina y se espera al segundo vehículo.

El primero y el cuarto tiempo (acceso al vehículo y al destino final) representan la microaccesibilidad del viaje completo. La microaccesibilidad es un componente de la macroaccesibilidad y su identificación en forma independiente se justifica por la importancia que reviste realizar un análisis aparte de las políticas de estacionamiento, carga/descarga y ubicación de los puntos de acceso al transporte público. Esta también se justifica por la valoración diferenciada de los tiempos de caminata y espera de las personas en comparación con los tiempos de viaje dentro del vehículo.

Nivel del servicio de transporte: este término se refiere principalmente al nivel de comodidad de cada modo de transporte en relación con el vehículo utilizado y las condiciones de las vías y la señalización. Como el automóvil posibilita un mayor nivel de comodidad personal (como vehículo), en ese caso sólo interesa evaluar las condiciones del pavimento y de la señalización, principalmente la de orientación. El análisis más importante recae sobre los otros modos, especialmente sobre el transporte público.

Este es un tema esencial en los países en desarrollo en los cuales la hipótesis de la oferta adecuada de transporte es negada en la práctica. Para el transporte público, el nivel de servicio debe ser representado por un grupo de condiciones promedio que sean ofrecidas a los usuarios en términos de la ocupación promedio de los vehículos (comodidad), de las posibilidades efectivas de embarque (reflejadas en el tiempo de espera, incluyendo la macroaccesibilidad) y de la calidad de la señalización y de la información disponibles para los usuarios. En el caso de la caminata, la comodidad se remite sobre todo a la calidad de las aceras y de los semáforos y otras señales relativas sobre todo al cruce de las vías. En el caso de las bicicletas, la comodidad puede estar representada principalmente por las condiciones del pavimento y de la señalización específica.

Costos de transporte: representan inicialmente los costos monetarios tangibles, como las tarifas del transporte público, combustible, estacio-

namiento, tasas para las patentes de los vehículos, seguros y costos de manutención. Luego se extienden a los costos intangibles, como el tiempo que se gasta en los desplazamientos (que se puede traducir monetariamente). Cuando los costos relativos al viaje son agrupados y calculados monetariamente –por ejemplo, sumando combustible, estacionamiento, desgaste vehicular y tiempos de recorrido en el caso de viajes en automóvil– se llega a lo que se llama de “costo generalizado de transporte”, utilizado ampliamente en evaluaciones de proyectos de transporte.

Calidad ambiental: representa el nivel de impacto del tráfico en las condiciones atmosféricas y de ruido, y la compatibilidad entre el tipo de tráfico y el ambiente. Refleja acciones tomadas en los niveles de planeamiento urbano y de transporte, como en el caso del incentivo al uso del automóvil. No obstante, acciones en el nivel del planeamiento de circulación pueden afectar fuertemente las condiciones ambientales, como en el caso de la apertura de vías residenciales para el tráfico de paso.

Debido a lo expuesto hasta ahora, las condiciones adecuadas de seguridad derivarían de la ausencia de accidentes, mientras las condiciones adecuadas de fluidez se lograrían con una velocidad promedio óptima para las condiciones existentes, con pocas interrupciones en el tráfico. Una macroaccesibilidad adecuada estaría representada por una mayor facilidad de circulación por la ciudad a cualquier dirección y a través de cualquier modo de desplazamiento, caminata, transporte público o privado. La microaccesibilidad adecuada estaría representada por la posibilidad de acceder al transporte público rápidamente (paradas de autobuses, terminales) y de estacionar los vehículos cerca del destino final. Un buen nivel de servicio para todos los modos estaría representado por las buenas condiciones del pavimento (y aceras) y de señalización. En el caso específico del transporte público, esto también estaría representado por la oferta adecuada y la disponibilidad de lugares para sentarse en los horarios fuera del período punta y por la oferta de espacios cómodos durante el horario punta. Finalmente, las condiciones ambientales adecuadas demandan bajos niveles de contaminación sonora y ambiental, así como una relación compatible entre la naturaleza del tráfico y el uso del suelo.

Estos siete objetivos deben ser considerados en cualquier estudio de tráfico, pues están relacionados, directa o indirectamente, con todos los problemas asociados a este ámbito. La adecuada comprensión de estos problemas requiere la consideración de esos objetivos y no sólo de los dos objetivos tradicionalmente buscados. Una pregunta importante es por qué razón solamente se consideran esos dos objetivos. Existen tres moti-

vos para responder a esta interrogante, todos ideológicos. En primer lugar, el mito de la neutralidad científica, aliado a un supuesto abordaje apolítico de los conflictos de circulación, reúne a todas las personas en una categoría genérica y engañosa de “gente utilizando las calles”, que ignora todas las diferencias sociales, culturales y económicas. Bajo ese punto de vista, no existe necesidad de refinar los análisis de impacto a partir del estudio de las diferencias entre las personas. En segundo lugar, bajo la mirada de la modernización capitalista, el ordenamiento de la circulación está comprometido con la ideología de la movilidad a cualquier costo: nada puede quedarse parado, pues el movimiento es esencial. En tercer lugar, el enfoque funcionalista de la gestión urbana mantiene la planificación urbana, la de transporte y la de circulación aisladas entre sí. Esto significa que mientras los problemas de uso del suelo sean considerados como responsabilidad de los planificadores urbanos y la organización y operación del transporte público como responsabilidad de los técnicos del transporte, a los responsables por la circulación sólo les restará “hacer que el tráfico camine”, sin importar su composición. Por lo tanto, la fluidez es siempre el objetivo principal, dejando en segundo plano la seguridad o preocupaciones más genéricas acerca de la calidad ambiental.

Dinámica de los roles y de las necesidades

De acuerdo a lo planteado anteriormente, todas las personas desempeñan muchos roles en el tránsito, independientemente de su nivel de ingreso y del modo de transporte predominante. Por eso es importante analizar detalladamente cómo esos roles y las necesidades asociadas a ellos surgen durante el proceso de circulación, y cuáles son las consecuencias prácticas para efectos de las políticas de circulación.

A continuación se describen dos situaciones típicas de ciudades contemporáneas de países en desarrollo: el trabajador que es usuario cautivo del transporte público y el hombre de clase media que tiene un automóvil (ver Gráfico 4). Para facilitar la comprensión, se asume que los servicios de transporte público son adecuados en cuanto a cobertura espacial y frecuencia. También se asume que el sistema vial es distribuido en el espacio generando buena macroaccesibilidad, acercándose de un patrón geométrico “ideal” de cuadradas de cien metros de lado, con vías arteriales cada 10 cuadradas. El movimiento diario del trabajador puede ser representado por la siguiente secuencia de desplazamientos. Él sale temprano de la casa (seis horas), camina hasta la parada de autobuses, espera que pase y, cuando el autobús llega a la parada, lo toma y viaja hacia la parada más cercana a su lugar de trabajo. Se queda en el trabajo hasta la

hora del almuerzo, cuando sale a caminar hacia un restaurante cercano para almorzar. Luego de quedarse el resto de la tarde en el trabajo, camina hasta una farmacia, desde donde sale hasta la parada de autobuses y viaja rumbo a su casa.

El movimiento diario del hombre de clase media es distinto. Él maneja desde su casa hacia una escuela en las cercanías, estaciona y acompaña a los hijos a la puerta del establecimiento, vuelve al automóvil y maneja de nuevo hasta estacionar cerca de su oficina. A la hora del almuerzo, camina hasta un restaurante cercano. A media tarde aborda un taxi para asistir a una reunión de negocios de la que vuelve dos horas más tarde. Al final de la tarde, sale de la oficina manejando su automóvil, busca a los niños en la escuela y, antes de devolverse a casa, pasa por un centro comercial.

Esta descripción detallada, pero sencilla, de las actividades diarias demuestra el patrón complejo de roles y necesidades. En este caso, el trabajador ha desempeñado cinco roles durante el día: residente, peatón, pasajero de micro, trabajador y cliente. Esto significa que cambió su interés 17 veces y en todas ellas experimentó un cambio en su papel. Esto lleva a un promedio de 2,4 horas para cada rol y 1,6 cambios de necesidad por hora. Entre los papeles más duraderos aparecen, evidentemente, los estacionarios –residente y trabajador– debido al tiempo dedicado a dichas actividades. El segundo papel más largo es el rol activo de pasajero de autobús, seguido por los roles de peatón (activo) y cliente (pasivo).

En cualquier situación, la persona vive el conflicto de ejercer muchos roles, desempeñados junto a otras personas que dividen el mismo espacio de circulación o cuyo tráfico afecta la calidad ambiental de los demás. Los intereses también pueden coincidir, como en el caso del cliente y del propietario de un comercio. Dichos conflictos no son conflictos de clase, es decir, afectan a todas las personas, independientemente de su posición en la estructura de clases. Sin embargo, la severidad de los conflictos y su impacto, sumados a la escala de prioridades para determinar la forma en que son tratados sufren una fuerte variación según el acceso de los usuarios a los distintos modos de transporte y su influencia en el proceso decisorio acerca las políticas de tráfico y transporte.

La misma descripción se puede hacer en el caso del hombre de clase media mencionado anteriormente. Para simplificar, no se elaboró aquí el cuadro correspondiente a su desplazamiento, pero ello puede ser deducido tomando el cuadro del trabajador cautivo de transporte público.

Las actividades del hombre de clase media son mucho más numerosas y diversificadas, involucrando el uso del transporte particular. Además, incluyen el transporte y acompañamiento de sus niños. Esto quiere decir que el número de roles desempeñados es aún mayor (siete), como también los cambios de intereses (43). Dicha rutina lleva a valores promedio de 1,85 horas por rol y 3,3 cambios de interés por hora.

Cuando se comparan los dos casos, se puede verificar que representan condiciones muy diversas (ver Cuadro 4, p. 41).

De la misma forma, se puede observar que otras personas que habitan residencias también realizan muchas actividades. En las viviendas de bajos ingresos, la mujer acompaña a pie a los hijos hasta la escuela en la mañana, regresa a casa y a la hora del almuerzo va a buscarlos. En la vivienda de ingresos altos, la mujer utiliza el segundo carro de la familia para ir a buscar a los hijos a la escuela. De allí va al médico y regresa a casa con ellos a las 13:00 horas. En la tarde los niños van a la panadería en bicicleta. Por su lado, la empleada utiliza el autobús para ir a trabajar y regresa a su casa a final del día. En resumen, los distintos patrones de movilidad llevarán a consumos de espacio muy diferentes: la familia de bajos ingresos realizó 10 viajes y recorrió 24 km lineales, mientras que la familia de altos ingresos realizó 29 viajes y recorrió 46 km. En estos ejemplos, se muestran las grandes diferencias en las estrategias de desplazamiento que se presentan en los diferentes grupos de la sociedad, así como la gran diferencia entre los consumos e impactos que producen.

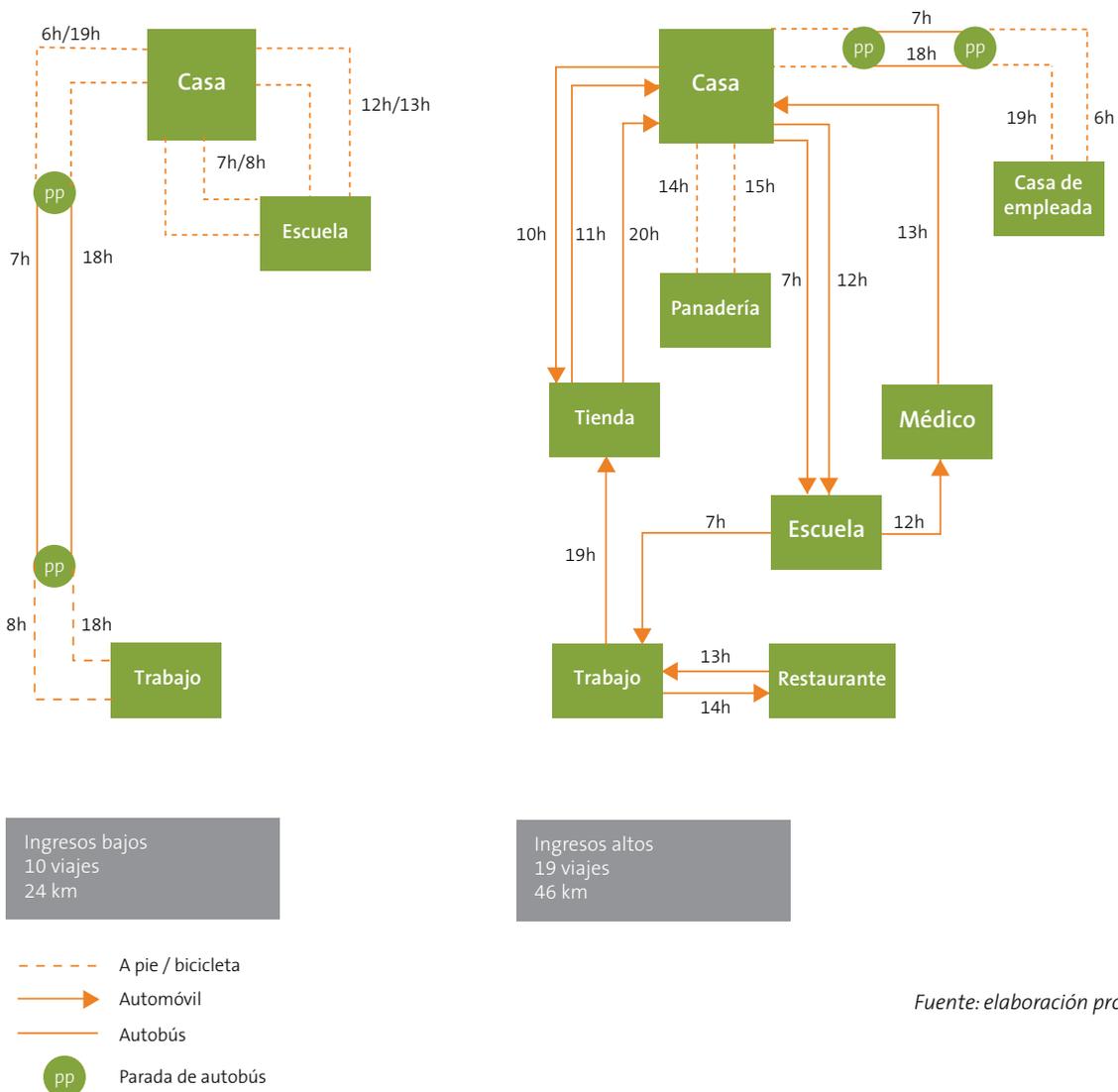
Roles y conflictos de tráfico

Luego de analizar los roles y objetivos del ordenamiento de la circulación, es necesario analizar detalladamente sus conflictos. La circulación ocurre en un espacio físico de conflictos, el cual es distribuido entre los que deseen usarla. Las reglas de esta negociación están determinadas externamente por los códigos de tráfico e internamente, en la propia calle, como producto de las decisiones tomadas por las personas. Por lo tanto, existe cierto grado de flexibilidad en esa negociación.

La planificación de la circulación define la división del espacio y la mediación de los conflictos, a través de la comunicación física y simbólica (señales), que se supone van a ser respetadas por las personas. No obstante, la ingeniería tradicional de tráfico trabaja sólo con las características físicas del conflicto. Es necesario ampliar la visión acerca del problema y pensar en el contenido político de los conflictos para responder pre-

guntas como: ¿bajo qué condiciones negocian el espacio las personas? Y ¿quién sale favorecido? Considerando las variables propuestas anteriormente, el análisis físico y político de los conflictos puede contribuir a una mejor comprensión de la circulación urbana. Para lograr dicho objetivo, tanto los roles activos como los pasivos necesitan ser considerados. La manera más adecuada de realizar dicho análisis es examinando los roles agrupados que representan situaciones comunes. En todos los casos, la disputa por el espacio estará implícita (la eliminación del conflicto físico no es parte del análisis).

Figura 2. Red de actividades por tipo de ingreso



Fuente: elaboración propia.

Peatón y conductor en intersecciones en medio de una cuadra: al cruzar una vía, el peatón se preocupa por su seguridad, mientras el conductor quiere pasar lo más rápido posible, sin retrasos (fluidez). En una negociación directa acerca del derecho de paso, el peatón necesitará buscar brechas de tiempo (*time gaps*) que le permitan un cruce seguro. En ese caso, la fluidez de los conductores es optimizada en detrimento de la fluidez de los peatones, y los atropellamientos suelen ocurrir en caso de que haya error de cálculo por parte de los peatones. Por el contrario, si se instala un semáforo para mejorar la seguridad de los peatones, esto afecta la fluidez de los conductores.

Residente y conductor que pasa por la calle: mientras el residente desea seguridad y calidad de vida para él y sus familiares, el conductor que usa la calle quiere fluidez. Este caso es similar al primero, pero tiene características adicionales con respecto al deseo de los residentes de jugar o caminar con seguridad, además de desear estar libres del tráfico externo y de la contaminación sonora y atmosférica (concepto de calles habitables –*livable streets*– de Appleyard, 1983). Dichos conflictos surgen cuando las vías residenciales son usadas para el tráfico de paso, como alternativas a las calles congestionadas o largos trayectos. Si las partes fueran obligadas a resolver el conflicto a través de la libre negociación, los residentes deberán adaptarse al predominio del tráfico externo. De lo contrario, los conductores reaccionarían contra ellos de distintas formas.

Cuando las vías residenciales son usadas de esta manera, la optimización de la fluidez y de la microaccesibilidad de los conductores es ejercida en detrimento de la seguridad y de la calidad de vida de los residentes. Si las autoridades desvían el tráfico a otras vías, estas perjudicarán la macroaccesibilidad de los conductores que usaban la ruta anterior (si la nueva ruta es peor que la primera para recorridos de larga distancia) o sólo transferirán el problema a las vías paralelas. Si fueran instalados obstáculos para la reducción de la velocidad del tráfico de paso, la seguridad y la calidad de vida serían mejoradas en detrimento de la fluidez. Un hecho relevante es que muchos conductores también son habitantes residenciales y viven ambos lados del problema. Conflictos similares ocurren cuando los autobuses también son parte del tráfico externo.

Comerciante, consumidor y conductor: el dueño de una tienda desea el máximo de microaccesibilidad para su negocio. Esto demanda un estacionamiento adecuado, en el caso de consumidores de clase media, y parada de autobuses, en el caso de usuarios de transporte colectivo. El comerciante también necesita condiciones adecuadas de carga y des-

carga para enviar y recibir mercancía. Por otro lado, el conductor que pasa desea fluidez. Hay entonces dos conflictos: el primero ocurre entre necesidades de microaccesibilidad, como estacionamiento, acceso a autobuses y carga/descarga; el segundo, entre dichas necesidades de microaccesibilidad y la fluidez del tráfico. Si el primer conflicto es manejado a través de restricciones al estacionamiento y a la carga/descarga, eso beneficiará la microaccesibilidad de los usuarios de transporte público en detrimento a las necesidades de conductores de automóviles y camiones. Al contrario, si se priorizan las operaciones de estacionamiento y carga/descarga, la microaccesibilidad de los pasajeros de autobuses será perjudicada.

Pasajero de autobús y conductor de automóviles: los pasajeros de autobuses necesitan intervención técnica para garantizar que el transporte público se desplace a velocidades elevadas y tenga un espacio de circulación reservado. El conductor de automóvil desea fluidez y microaccesibilidad hacia su destino. Existe, por lo tanto, un importante conflicto entre las prioridades técnicas y políticas de las decisiones de las autoridades de tráfico. Si se reserva espacio a los autobuses, su desempeño será beneficiado en detrimento de la fluidez del desplazamiento de automóviles y camiones. Si ese espacio no es reservado, los autobuses necesitarán disputarlo con automóviles y camiones, y perderán velocidad.

Muchos otros ejemplos podrían ser descritos para demostrar la naturaleza política de los conflictos de circulación, como aquellos entre conductores de taxi y de camión, ciclistas, etc. Dentro del enfoque propuesto, se pueden identificar dos tipos de conflicto de circulación:

Conflicto físico, de dos cuerpos buscando ocupar el mismo espacio al mismo tiempo. Dicho conflicto es la preocupación de la ingeniería de tránsito tradicional.

Conflicto político, que representa los intereses y las necesidades de las personas en diferentes roles dentro de cada sociedad. Dicho conflicto es la preocupación adicional del enfoque político de la planificación de la circulación.

La consideración conjunta de esos dos tipos de conflicto modifica por completo el enfoque del ordenamiento de la circulación. Este no está conformado por “personas” desposeídas de sus características sociales y políticas, sino de seres políticos con intereses y necesidades distintas. Por lo tanto, el enfoque político del ordenamiento de la circulación no es

sólo una nueva apuesta: es la única propuesta posible para un análisis consistente de la política de circulación.

Consecuencias para el análisis de políticas

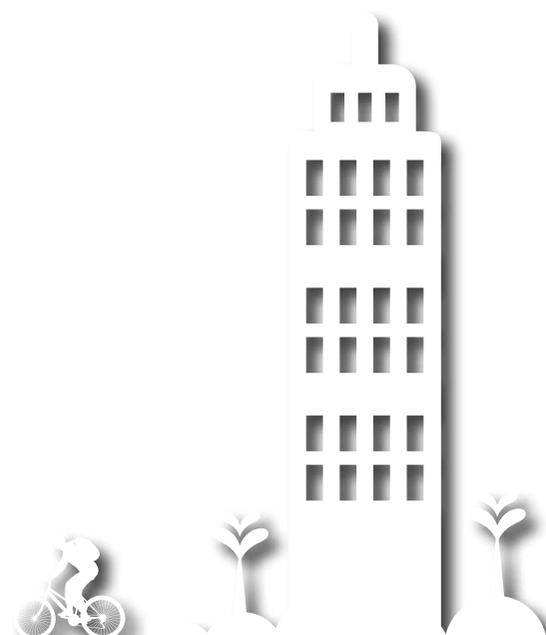
¿Cuáles son las principales consecuencias para el análisis de políticas públicas?

- a. En las sociedades que presentan grandes diferencias sociales y económicas entre clases y grupos sociales, la apropiación integral de las vías es posible sólo para las personas con recursos variados, financieros y de transporte. Por lo tanto, bajo el punto de vista sociológico, las vías *per se* no son medios colectivos de consumo, a menos que las condiciones adecuadas de movilidad y accesibilidad sean garantizadas a aquellos que no tienen acceso al transporte individual, como los niños, las personas de bajos ingresos, los adultos de la tercera edad, los discapacitados y la mayoría de la población rural. Para esos grupos sociales, es inútil la provisión de vías en forma aislada, sin la garantía de condiciones adecuadas de transporte. En lugar de propiciar medios “colectivos” de consumo, las inversiones en el sistema vial llevan a graves inequidades, en la medida en que sólo favorecen a un pequeño estrato de la población. Por lo tanto, la justificación de inversiones generalizadas en el sistema vial sin el acompañamiento de criterios de equidad, es un mito.
- b. El cambio de roles y de necesidades lleva al usuario a demandas distintas. En la medida en que se desplaza a través del espacio, requiere distintas condiciones de fluidez, macro y microaccesibilidad, seguridad, comodidad y calidad ambiental. A la vez, otros usuarios tienen otras necesidades e imponen otras demandas. Las demandas son, inherentemente, motivo de conflicto y necesitan ser negociadas. No hay forma de atender todas las demandas simultáneamente, en el mismo espacio de circulación. Esto quiere decir que la neutralidad política aplicada a la circulación es otro mito.
- c. Cuanto más grande es el número de actividades, mayor es el número de roles y más alta la frecuencia de los cambios de intereses. Por lo tanto, como el número de actividades está directamente relacionado con el ingreso, las personas de clase media tienen una interacción mucho mayor en el tráfico, imponiendo un número más grande de demandas.
- d. El potencial de ocurrencia de disputas y presiones de cada grupo para garantizar sus propios intereses es mucho más grande cuan-

do se ejercen papeles activos. Los roles activos de un conductor de automóvil, de taxi o de un pasajero de transporte público son mucho más influyentes que los de los peatones y ciclistas, no sólo porque ellos están directamente relacionados con la ideología de la velocidad/movilidad sino también porque las congestiones son un motivo automático para el surgimiento de presiones. Sin embargo, algunos roles pasivos son políticamente importantes: por ejemplo, los papeles de residente y dueño de un establecimiento comercial. El rol del habitante residencial es muy relevante, pues las personas pasan gran parte de su tiempo en sus hogares. Dicha relevancia está relacionada con la calidad de vida en familia, la seguridad de los niños y el sentido de territorialidad, que no puede ser desestimado (Appleyard, 1983). El dueño de una tienda también es importante, en la medida que sus ganancias están directamente relacionadas con el acceso de los consumidores. Lo mismo se puede decir del papel de un transportador de mercancías, en la medida que la eficiencia de su negocio está directamente relacionada con la micro accesibilidad a sus destinos.

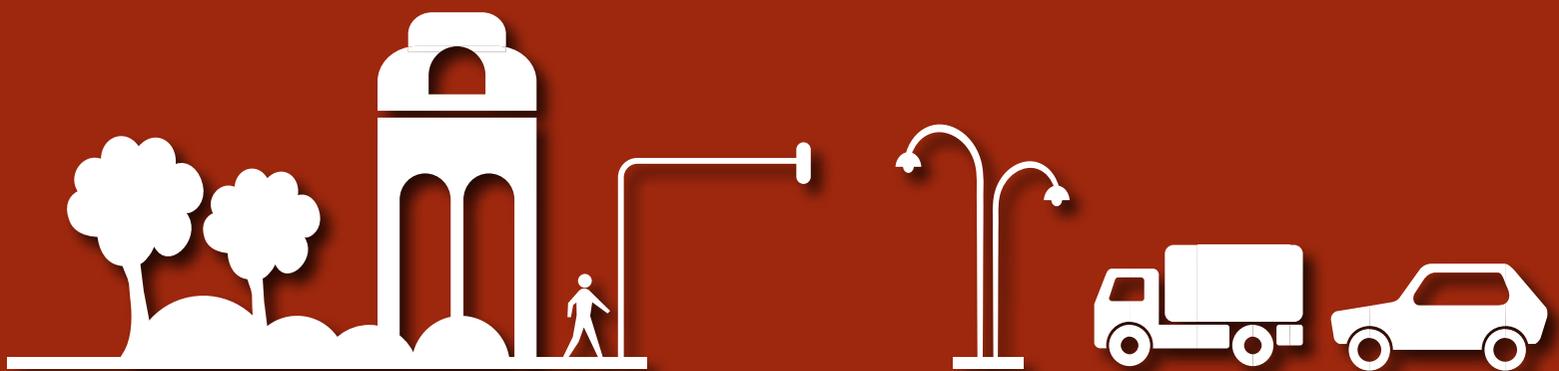
- e. En general, todos los papeles pueden ser desarrollados en cualquier ciudad. No obstante, algunos papeles pueden ser desempeñados de manera más eficiente, con más seguridad o de forma más conveniente para todos. Si se toma en cuenta que la atención a todos los intereses es imposible y que el ordenamiento de la circulación no es una actividad neutral, todo ambiente de circulación se encuentra físicamente marcado por las políticas referidas que, a su vez, revelan los intereses dominantes que las moldearon. El ordenamiento físico de muchas ciudades contemporáneas en los países en desarrollo puede ser visto como una prueba de la reorganización del espacio para el desempeño prioritario del papel del conductor. Esta transformación fue llevada a cabo a través de la adaptación de las ciudades a la circulación conveniente de los automóviles, en detrimento de los otros roles, sobre todo de peatones y pasajeros del transporte público. Sin embargo, el ordenamiento de esos ambientes agresivos de circulación no ha impedido que los roles más debilitados encuentren su espacio. Por esta razón, ningún papel está totalmente limitado para ser desarrollado dentro del espacio urbano. Sin embargo, es un hecho que los más vulnerables necesitan sujetarse a las necesidades de los más fuertes. Así, los pobres en general, y particularmente los niños y los adultos de la tercera edad, son los más afectados por restricciones de acceso seguro y conveniente al espacio.

- f. El desplazamiento diario de una persona, de acuerdo a lo planteado anteriormente, debe ser analizado tomando en cuenta los desplazamientos de los habitantes de una misma casa, una vez que las familias definen sus estrategias de viaje que consideren condicionantes externos (ubicación de los destinos, oferta de transporte) e internos (edad, sexo, recursos económicos). El análisis de todos los trayectos permite el cálculo de los presupuestos de tiempo y espacio, respectivamente: el tiempo total gastado y el espacio recorrido en los desplazamientos. Ese análisis conjunto de los roles y presupuestos de tiempo-espacio, a nivel domiciliario, refuerza las conclusiones planteadas en este documento acerca de la complejidad en el uso del espacio y sus relaciones con las condiciones sociales, económicas y culturales. Aún cuando los viajes sean realizados predominantemente en automóvil, los desplazamientos a pie también son necesarios, sobre todo en el extremo residencial del viaje. La incidencia de roles varía fuertemente con la variación del ingreso. Mientras los rangos de ingresos más bajos desempeñan con mayor frecuencia los roles de peatón y pasajero del transporte público, las personas de ingresos más altos circulan más como conductores o pasajeros de automóviles. A partir de un nivel intermedio de ingreso, en tanto, ocurre una transición: la mayor parte de los desplazamientos motorizados pasa a ser realizada usando el automóvil particular. ■



4

● Consumo de recursos
en la movilidad



Consumo de recursos en la movilidad

5.

Consumo del suelo (espacio geográfico)

Los sistemas de transporte consumen una gran cantidad de suelo. Dicho consumo ocurre tanto en la circulación como en el estacionamiento de vehículos. También existe en la forma de instalaciones complementarias, como terminales de transporte público, gasolineras, oficinas y depósitos relacionados con los medios de transporte.

El consumo de suelo por parte de los sistemas viales puede ser observado en el Cuadro 9 (ver p. 78).

Se observa que hasta en los países en desarrollo las vías ocupan áreas proporcionalmente grandes (cerca de 20%) frente al área urbana. Al sumar las áreas relacionadas con servicios de apoyo al transporte a esos valores, la cifra será mucho más alta. En ese caso, inicialmente, se puede separar el espacio consumido para circulación de lo que es usado en posición estacionaria, así como evaluar por separado los distintos modos de transporte, como el individual, el colectivo y el de carga.



Cuadro 9. Área ocupada por las vías en relación con el área urbana

Países en desarrollo	Área de vías (%)
Calcuta, India ¹	6,4
Shanghai, China ²	7,4
Bangkok, Tailandia ³	11,4
Seúl, Corea ⁴	20,0
Nueva Delhi, India ¹	21,0
São Paulo, Brasil ⁵	21,0
Países desarrollados	
Nueva York, Estados Unidos ⁴	22,0
Londres, Reino Unido ⁴	23,0
Tokio, Japón ⁴	24,0
París, Francia ⁴	25,0

Fuente: ¹Chakraborti, 1997; ²Lu y Ye, 1996; ³Kenworthy, 1997; ⁴Kim y Gallent, 1998; ⁵cálculos propios.

Algunos ejemplos:

Sistema vial: en una cuadra urbana cuadrada, con casas de uno y dos pisos y 100 m de lado (considerando la distancia entre los ejes de las vías que la configuran), la tierra ocupada por las casas es de 90 x 90 metros, o sea, 8.100 m² (tomando como base vías de 10 m de ancho). El área de las vías es, de esta manera, de unos 1.900 m². Por lo tanto, el área neta de las vías corresponde aproximadamente al 20% del área total del suelo urbano. Si se estima que hay 40 casas en la cuadra, que un tercio de los hogares tiene un automóvil propio (que demanda un espacio de 20 m² para guardarlo), se concluye que el espacio necesario de estacionamiento es de 260 m², lo que se traduce en una ampliación a 2.160 m² el área destinada a vehículos, o sea, casi el 22% del área de suelo.

Terminal de carga: estacionados, los camiones medianos ocupan un área de cerca de 40 m², considerando la necesidad de paso de las personas entre ellos. Camiones de gran tamaño, cada vez más comunes, pueden ocupar hasta 80 m². Un terminal de descarga de mercancía en un supermercado de tamaño medio puede ocupar cerca de 1.000 m². Un terminal sobre ruedas de carga llega a ocupar 200.000 m², es decir, el equivalente a 20 cuadras urbanas.

Terminal de autobuses: un terminal urbano de autobuses en una ciudad de tamaño medio puede ocupar 10.000 m², es decir, el espacio de toda una cuadra.

Aeropuerto: un aeropuerto de una ciudad grande puede ocupar un millón de m^2 , es decir, el equivalente a 100 cuadras urbanas.

Consumo de espacio de circulación

Uso del espacio por parte de vehículos

Además del consumo del espacio físico para implementar y operar un sistema de transporte, es importante analizar cómo el espacio vial construido es usado por las personas. Este análisis es esencial para el estudio de la equidad en el transporte urbano.

Podemos distinguir dos tipos de uso del espacio: en movimiento y estacionado.

El espacio ocupado por una persona en movimiento depende del modo de transporte, su velocidad y el tiempo que permanece parado, en el caso de un vehículo particular. El área total demandada para estacionar un automóvil en una casa, en oficinas y en áreas de compras fue estimado en Inglaterra en $372 m^2$. Ese valor es tres veces mayor al tamaño de una casa promedio en ese país (Tolley y Turton, 1995). Muchos autores ya se han referido al tema, al analizar las necesidades de espacio de cada modo de transporte (Brunn y Vuchic, 1993; Whitelegg, 1997). El espacio necesario para estacionar y circular en los tres modos es resumido en el Cuadro 10. El modo más demandante es el automóvil, pues consume 30 veces más área que un autobús y cerca de cinco veces más área que una bicicleta.

Cuando se efectúa una investigación más amplia, se verifica cómo el espacio de las vías de una ciudad es dividido entre los usuarios. El Cuadro 11 (ver p. 80), relativo a distintas ciudades de Brasil, indica que las personas

Cuadro 10. Espacio necesario por modo de transporte, para un viaje de 10 km en horario punta (ida y vuelta), con jornada total de nueve horas

Modo	Estacionamiento ($m^2 \times h$)	Circulación ($m^2 \times h$)	Total ($m^2 \times h$)
Autobús	<0,5	3,0	máximo 3,5
Bicicleta	12,0	8,0	20,0
Automóvil	72,0	18,0	90,0

Fuente: Vivier, 1999.

que usan automóviles (la minoría) ocupan entre 70% y 80% del espacio vial. Cuando la ocupación promedio por vehículo es tomada en cuenta, las personas que usan automóviles consumen de siete (Campinas) hasta 28 veces (Río de Janeiro) más áreas que las personas que usan autobús.

Cuadro 11. Espacio vial usado por las personas en autobús y en automóvil, vías principales, ciudades brasileñas (1998)

Ciudad	Área vial usada (%) ¹		Área relativa por persona (hora punta vespertina) ²
	Automóvil	Autobús	
Belo Horizonte	77,2	22,7	25,6
Brasilia	90,7	9,7	15,1
Campinas	87,1	12,8	6,7
Curitiba	79,2	20,7	17,3
João Pessoa	87,7	12,2	11,2
Porto Alegre	69,6	30,3	8,7
Recife	84,5	15,4	7,0
São Paulo	88,0	11,9	13,1

Notas: ¹ Promedio de la hora punta matutina y vespertina; y ² área por persona en automóvil/área por persona en autobús.

Fuente: IPEA/ANTP, 1998.

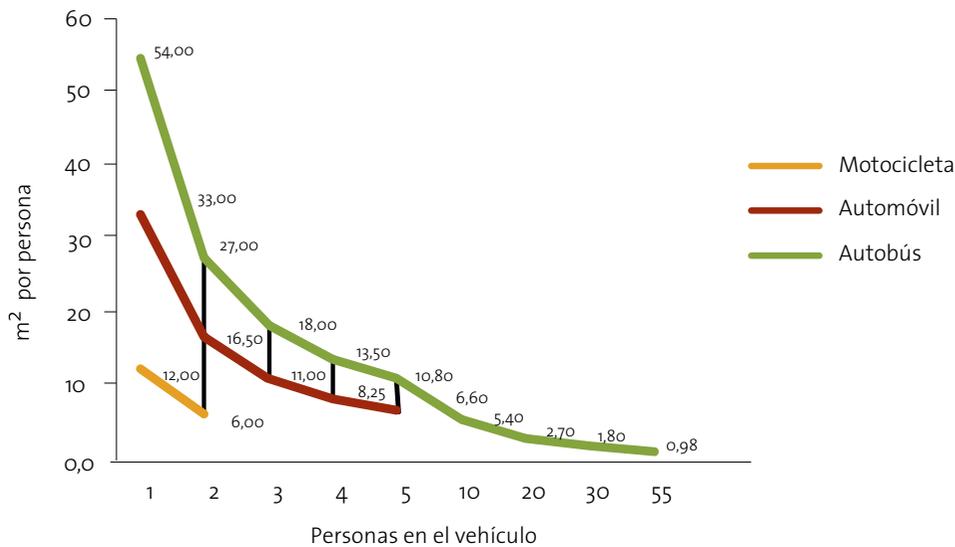
Variación de consumo de espacio vial con la ocupación de los vehículos

El espacio vial consumido por una persona varía de acuerdo al tipo de vehículo utilizado y a la cantidad de personas dentro del vehículo. El Gráfico 3 indica que, en el caso de una motocicleta, una sola persona ocupa 12 m² y si hay dos personas (capacidad máxima), serán seis m² por persona. En el caso del automóvil, la ocupación podrá variar de un máximo de 33 m² a un mínimo de 6,6 m². En el caso del autobús, la ocupación puede variar de un máximo de 54 m² (un pasajero) hasta valores inferiores a un m², cuando hay más de 54 pasajeros.

La comparación de los consumos de espacio vial entre los modos es fundamental para el análisis de políticas públicas, pues lo que está en juego es el uso de un espacio público caro y escaso. El Gráfico 3 indica que, en un autobús con dos pasajeros, cada uno ocupa menos espacio (27 m²) que en un automóvil (33 m²). Si hay cinco en el autobús, cada uno usará menos espacio vial (10,8 m²) que una sola persona en motocicleta (12 m²). Dada las ocupaciones usuales en los vehículos más usados –25 a 30 pasa-

jeros en un autobús, una a dos personas en un automóvil y una persona en motocicleta– en prácticamente todas las sociedades el autobús tiene gran ventaja en la economía del espacio vial, en todas las situaciones.

Gráfico 3. Espacio vial consumido por persona, por modo de transporte



Fuente: elaboración propia.

Espacio para estacionar

Una de las características importantes de los automóviles es que permanecen parados entre 20 horas al día y 22 horas al día. En muchas ciudades grandes de los países en desarrollo, eso representa el uso intensivo de un espacio público escaso –la vía– al menos en un extremo del viaje, por largo tiempo, sin costo al conductor. El espacio para estacionar puede ser ofrecido de muchas maneras, con impactos sociales diversos.

El uso del espacio por parte de un vehículo estacionado puede ser dividido en dos: uso del espacio privado y uso del espacio público. El uso del espacio privado ocurre en la casa del propietario del automóvil o dentro de un inmueble que pertenece a otra persona o entidad (tienda, restaurante, edificio público). El uso del espacio público ocurre en las calles.

En el caso del dueño de la casa, el uso del espacio privado para estacionar un automóvil internaliza el costo al propietario del espacio, que paga por él para estacionar su automóvil, y el dueño del establecimiento que ofrece acceso gratuito al cliente para que estacione su vehículo. También hay establecimientos que cobran por su estacionamiento y el costo recae en el dueño del automóvil. En todos los casos, no hay externalización del costo para la sociedad de forma directa: puede haber cobro posterior cuando el propietario de una tienda traspasa el costo del estacionamiento sus mercancías. En ese caso, los clientes que llegan a la tienda caminando o en autobús son los perjudicados.

La principal discusión en el área política del transporte se refiere al uso de la vía pública para estacionar vehículos. En términos conceptuales, la vía pública es construida para permitir la circulación de personas y vehículos y no para estacionarlos. El permiso para estacionar es una decisión del poder público, una concesión especial. La duda sobre esta afirmación es respondida con una sencilla pregunta: ¿qué es esencial? ¿la función de circular o la de estacionar un automóvil? La función de circular es esencial pues es insustituible: sin la vía nadie lograría ir de un punto hacia otro en la ciudad y las actividades sociales y económicas no podrían ser realizadas. La prohibición de estacionar no infringe el derecho de uso de la vía, pues el estacionamiento puede ser ofrecido en inmuebles ubicados a lo largo de ella. Al permitir ese uso de las vías para estacionar, el poder público da un subsidio al propietario del vehículo, pues utiliza recursos públicos de la construcción y operación del espacio de la vía que serán liberados en forma gratuita para el estacionamiento de automóviles.

El Cuadro 12 muestra lo que ocurre en una gran región metropolitana, la de São Paulo. De los 6,85 millones de viajes realizados al día con automóvil, seguidos del estacionamiento del vehículo, el 94,5% no paga por estacionar al final del viaje. De esos, la mayoría estaciona en su propia casa, cuando el costo es internalizado por el propietario. Cerca de 1,8 millones de viajes acaba en el estacionamiento auspiciado por el dueño del espacio (tienda, restaurante, etc.) y cerca de 1,5 millones estacionan gratuitamente en las calles (22,1% del total de los viajes). El porcentaje de los viajeros que paga para estacionar su automóvil es mínimo (5,5%).

Factores que condicionan las distancias recorridas

Las distancias recorridas dependen del lugar de residencia o de salida de la persona y de la distribución de los locales de destino donde dicha persona quiere llegar. Los viajes más comunes (70% del total) son motivados por el estudio o por el trabajo.

Cuadro 12. Formas de estacionamiento de automóviles en la RMSP (2007)

Estacionamiento	Mil viajes/día	%
Gratuito (casa)	3.195	46,7
Gratuito (patrocinado)	1.756	25,7
Gratuito (en la vía)	1.516	22,1
Totalmente gratuito	6.467	94,5
Pago, fracción tiempo	151	2,2
Pago, mensual	188	2,7
Pago en la vía	40	0,6
Total pago	379	5,5
Total	6.846	100,0

Fuente: CMSP, 2009.

Los viajes motivados por estudios son en general cortos en los ciclos iniciales de escolaridad porque las escuelas tienden a distribuirse por las regiones de la ciudad. La mayoría de los estudiantes va a la escuela caminando (solo o en compañía de adultos), recorriendo distancias entre uno y dos km, como máximo. En las escuelas de enseñanza media y superior las distancias son más grandes, pues hay menos escuelas. En esos casos, la mayoría de los estudiantes utiliza algún tipo de vehículo (bicicleta o transporte público).

En el caso del recorrido hacia el trabajo, la posibilidad de elección es menor, pues es necesario conjugar el interés de la persona que trabaja con la ubicación de la oferta de empleo en el sector que despierta su interés. Como existe una tendencia a la concentración espacial de la oferta de empleo en “centros” –pues eso posibilita economías de escala– las distancias del recorrido casa-trabajo son mayores. Esa característica se intensifica en las grandes ciudades y, aún más, en las grandes ciudades con fuertes desequilibrios económicos y sociales, pues las personas de ingresos más bajos viven en las regiones periféricas (caso típico en América Latina). De esa manera, las distancias típicas de recorrido casa-trabajo en esas ciudades varían entre ocho y 12 km. El Cuadro 13 (ver p. 84) resume los datos característicos.

Uso del espacio por los grupos sociales

En sociedades con grandes diferencias sociales y económicas entre las personas el uso de las vías es muy diverso. De allí que sea importante analizar cómo ocurre ese consumo diferenciado.

A medida que aumenta el ingreso familiar, crece la movilidad personal. Adicionalmente, las personas con mayor poder adquisitivo usan más el

Cuadro 13. Distancias típicas de viaje en una metrópolis por modo de transporte y sus condicionantes, São Paulo (2007)

Modo	km/viaje	Condicionantes
Tren ¹	17,7	Utilizado por personas de bajo ingreso que viven lejos del trabajo.
Metro ¹	14,1	Utilizado por personas de bajo ingreso que viven lejos del trabajo.
Autobús	8,9	Utilizado para viajes largos a trabajo y viajes cortos para compras/estudio.
Microbús	5,9	Utilizado como alimentador de autobuses (tienen rutas más cortas).
Micro escolar	2,1	Utilizado para llevar niños a las escuelas cercanas.
Automóvil	5,9	Utilizado para muchos viajes cortos en las cercanías de la casa.
Motocicleta	8,1	Utilizado para viajes cortos (compras) y para viajes al trabajo.
Taxi	4,9	Utilizado en su mayoría para viajes son cortos (médico, visitas, turismo).

¹Incluye uso del autobús para llegar al sistema de rieles.

Fuente: CMSP, 2008; elaboración propia.

automóvil. Cuando las distancias recorridas por la familia en un día –el “presupuesto de espacio”– son contabilizadas en varios niveles de ingresos, surgen grandes diferencias entre las familias. Las distancias son similares en los viajes que se hacen caminando. En el caso del transporte público, las distancias aumentan hasta un nivel de ingreso y luego caen. En el caso del automóvil, las distancias siempre se incrementan con el aumento del ingreso. Cuando todos los modos son tomados en cuenta, los valores totales aumentan al aumentar el ingreso. En el caso de la Región Metropolitana de São Paulo (RMSP), la relación entre el nivel más bajo de ingresos y el nivel más alto de ingresos es cercana a 1:4 (ver Cuadro 14).

Cuando las distancias lineales son multiplicadas por el espacio específico demandado por cada modo, las diferencias entre los distintos grupos de ingreso son todavía más claras. Si se considera que un autobús tiene una “sombra” de 2,5 m x 12 m (30 m²) y su ocupación promedio a lo largo del día es de 30 pasajeros, el espacio promedio utilizado por cada pasajero es de un m². Si se considera que el automóvil tiene una “sombra” de 1,6 m x 4,5 m (7,2 m²) y una ocupación promedio de 1,5 pasajeros, el área promedio ocupada por persona es de 4,8 m². Cuando dichas áreas individuales son multiplicadas por las distancias lineales diarias recorridas por cada persona, la relación entre los niveles de ingreso más altos y los más bajos es de 1:8,3 (ver Cuadro 15 y Gráfico 4, p. 86). Eso significa que una familia de ingresos más altos consume nueve veces más espacio vial por día que una familia de ingresos más bajos, sin considerar el espacio necesario para estacionar y las diferencias en el consumo de espacio que resultan en distintas velocidades entre los vehículos. Dicha diferencia demuestra

Cuadro 14. Presupuesto de espacio lineal (distancias lineales) de las familias en función del ingreso, São Paulo (1997)

Ingreso familiar (BRL)	Distancias lineales diarias por modo (km)			
	A pie	Público	Individual	Total
<250	2,2	10,4	3,2	15,8
250-500	2,6	19,5	5,5	27,6
500-1.000	2,8	26,9	10,2	39,9
1.000-1.800	2,8	31,3	18,6	52,7
1.800-3.600	1,9	25,5	29,9	57,3
>3.600	1,2	15,8	45,0	62,0

Fuente: CMSP, 1998; elaboración propia.

que el ingreso y el modo de transporte influyen fuertemente en el consumo efectivo de las vías. La conclusión más importante para el efecto de políticas públicas es que el patrimonio público representado por las vías no es distribuido de forma equitativa entre las personas y, por lo tanto, tratar las inversiones en el sistema vial como democráticas e “igualitarias” es un mito. En realidad, este es el mito más poderoso utilizado para justificar la expansión indiscriminada del sistema vial.

Cuadro 15. Presupuestos de espacio dinámico por nivel de ingresos, São Paulo (1997)

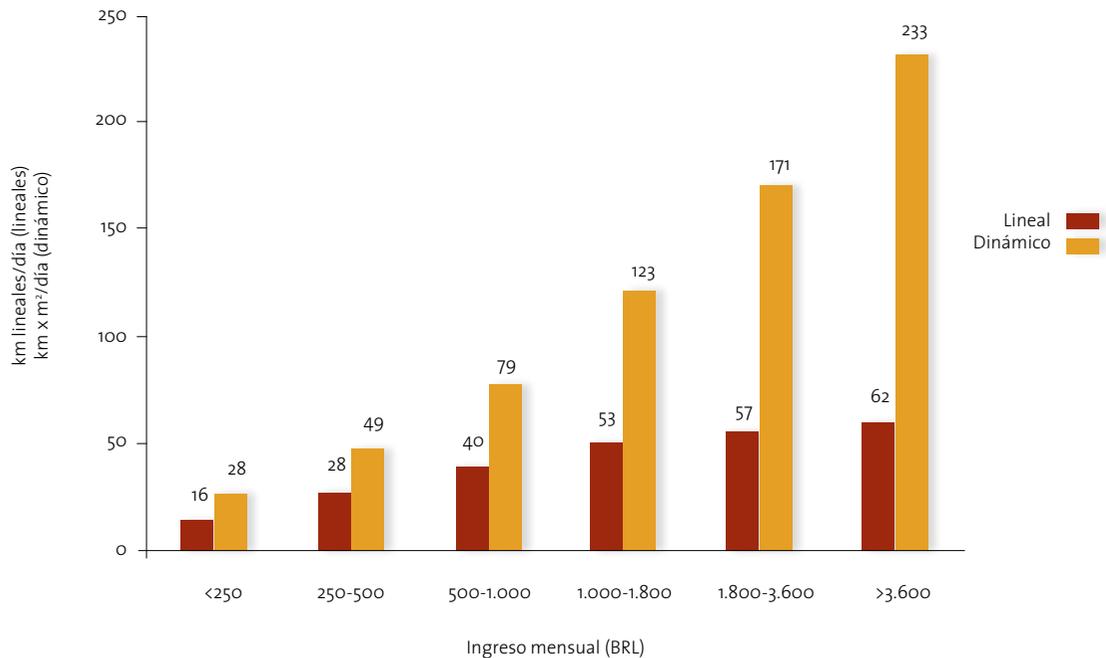
Ingreso familiar mensual (BRL)	Distancias diarias dinámicas por modo (km x m ²)				Relación
	A pie	Público	Individual	Total	
<250	2,2	10,4	15,4	28,0	1,0
250-500	2,6	19,5	26,4	48,5	1,7
500-1.000	2,8	26,9	49,0	78,7	2,8
1.000-1.800	2,8	31,3	89,3	123,4	4,4
1.800-3.600	1,9	25,5	143,5	170,9	6,1
>3.600	1,2	15,8	216,0	233,0	8,3

Fuente: CMSP, 1998; elaboración propia.

Consumo del tiempo

Las personas consumen tiempo en sus desplazamientos y esto afecta sus vidas. Desde el punto de vista del análisis de la movilidad, es importante separar dichos tiempos por modo de transporte y, en el caso del

Gráfico 4. Presupuesto de espacio dinámico por día y por nivel de ingreso, São Paulo (1997)



Fuente: CMSP, 1998.

uso del transporte motorizado, separar los tiempos de caminata y de desplazamiento dentro del vehículo. Igualmente importante es conocer las diferencias de consumo de tiempo entre los distintos grupos de una sociedad.

Un análisis inicial de los viajes no motorizados apunta a que los desplazamientos a pie son normalmente elegidos para distancias cortas –alrededor de un km– demandando cerca de 15 minutos (los peatones caminan a una velocidad promedio de cuatro km/hora). En áreas con gran concentración de peatones y/o intersecciones con semáforos, dicha velocidad puede ser menor, retrasando al peatón. La bicicleta, por su parte, permite la realización de viajes más largos de varios km. Al considerar una velocidad de 12 km/h, los recorridos más comunes de los ciclistas (cuatro a seis km) toman entre 20 minutos y media hora.

En el caso de los vehículos motorizados, el recorrido implica, en la mayor parte de los casos, una caminata para llegar al vehículo o para llegar al lugar del estacionamiento en el destino final. La excepción es la moto-

cicleta que, en general, puede ser estacionada cerca del local donde el usuario quiere llegar. En el caso de automóvil, sin embargo, la situación es distinta. En la mayoría de las ciudades las personas tienen un lugar en la casa para estacionar el automóvil, lo cual elimina el recorrido a pie cuando llegan a casa. Pero la mayoría de los propietarios de automóvil no tiene un local propio para estacionar luego de desplazarse al trabajo, a las compras o para realizar visitas, es decir, dicho viaje demanda un desplazamiento a pie, al menos, en una de las dos puntas (la única excepción es la persona que tiene un estacionamiento pagado en el destino deseado). Cuando la política de estacionamiento es generosa con los propietarios de un automóvil –permitiendo el estacionamiento en la mayoría de las vías públicas– la caminata puede ser breve (tres a cinco minutos). Sin embargo, en los casos en que hay escasez de estacionamiento, dicho tiempo puede aumentar a 15 minutos. Para quienes usan taxi, en general, existe una caminata inicial, hasta llegar a las vías donde cruzan taxis.

Cuando la persona usa el transporte público siempre hay dos caminatas (en el caso del uso de un vehículo) o tres caminatas (cuando no existe integración directa y hay necesidad de un segundo vehículo).

El tiempo de recorrido dentro de los vehículos depende de la distancia a ser recorrida y de la velocidad de circulación. Esta última depende de los límites de velocidad de las vías y de la cantidad de interrupciones a la circulación, sobre todo los semáforos (para vehículos privados); los semáforos y los paraderos, en el caso de los autobuses y microbuses; y las estaciones, en el caso de trenes y metros. El Cuadro 16 (ver p. 88) indica las velocidades promedio básicas de los distintos modos, y el Gráfico 5 (ver p. 88) muestra los datos reales de Lima, capital de Perú. Los datos de Lima evidencian que el viaje en transporte público toma cuatro veces más tiempo que un viaje en motocicleta y dos veces más que en automóvil. El Cuadro 17 (ver p. 89) toma un promedio de las grandes ciudades de América Latina para demostrar que el viaje en transporte público demora mucho más que el viaje en transporte individual.

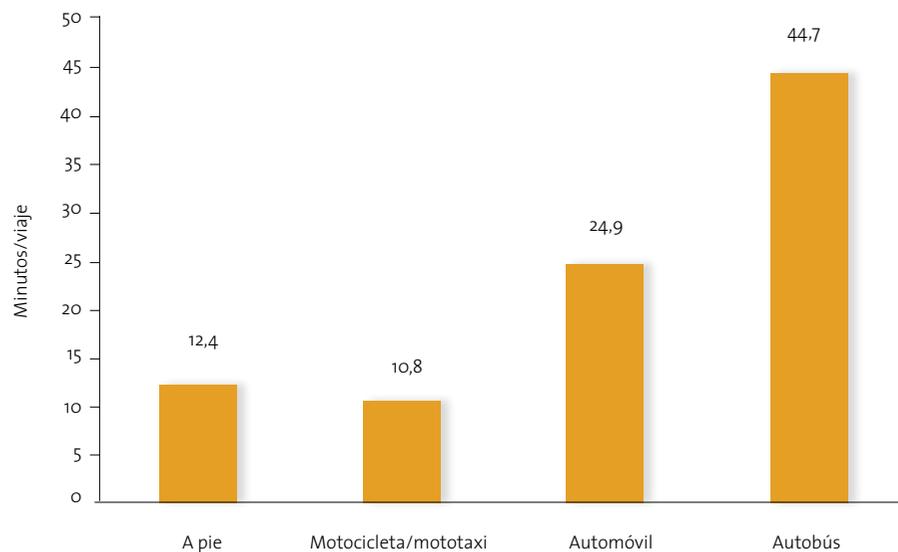
En el caso específico de los autobuses y microbuses (los vehículos más usados en el transporte público en todo el mundo), su velocidad puede variar mucho. En los sistemas viales congestionados y con baja prioridad para los autobuses como el de São Paulo, la velocidad promedio puede oscilar entre 8 km/h y 10 km/h. En corredores exclusivos de autobuses bien manejados y con espacio para exceder la velocidad, puede alcanzar 25 km/h (llegando a los 35 km/h en el caso de líneas expresas, con pocas paradas, como el corredor Transmilenio de Bogotá).

Cuadro 16. Velocidades básicas promedio

Modo	km/hora
A pie	4 a 5
Bicicleta	10 a 15
Autobús ¹	15 a 25
Automóvil ²	25 a 35
Motocicleta	30 a 35
Metro	30 a 35
Tren ³	35 a 40

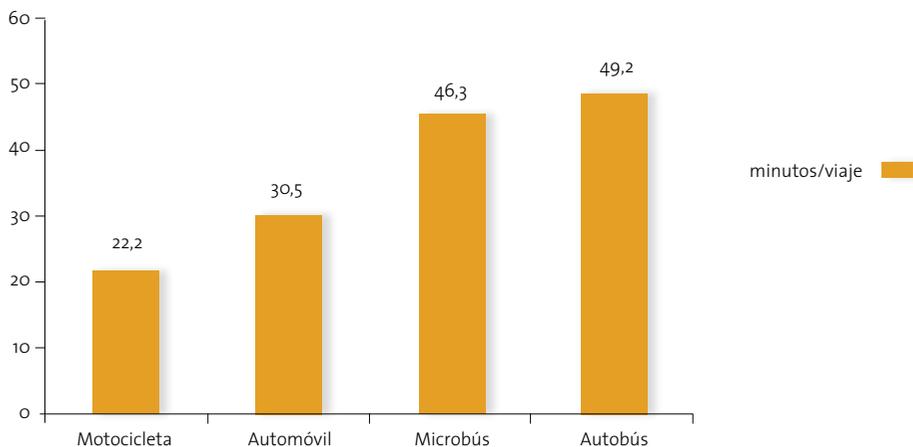
Notas: ¹Depende del grado de prioridad en la circulación; ²Valor para sistemas viales con semáforos. En el caso de vías expresas, la velocidad puede aumentar hasta 80 km/h; y ³Los trenes en general cuentan con estaciones más lejanas entre sí, aumentando la velocidad promedio en relación al metro.

Fuente: elaboración propia.

Gráfico 5. Tiempo de viaje por modo de transporte, Lima

Fuente: Estudio OD Lima-Callao, 2004.

Gráfico 6. Tiempo de viaje en los modos de transporte más utilizados, grandes ciudades de América Latina (2007)



Fuente: CAF-OMU (2010).

Consumo de energía

Transporte y energía

El transporte motorizado consume grandes cantidades de energía. En el ámbito mundial, la energía consumida en el sector transporte corresponde a 48% de la demanda total de petróleo y se estima que llegue a los 77% en 2020 (Ribeiro *et al.*, 2000).

En los países de América Latina y Caribe, la mayor parte de la energía utilizada en el sector transporte en 2007 se daba en la forma de gasolina y alcohol (49,9%) y diesel (41,5%). La energía eléctrica correspondía a sólo 0,2% de la energía total gastada (ver Cuadro 17).

Cuadro 17. Energía consumida en el transporte por tipo, América Latina y el Caribe (2007)

Fuente	%
Gasolina y alcohol	49,9
Diesel	41,5
Querosén	5,9
Aceite combustible	1,6
Gas natural	0,9
Electricidad	0,2

Fuente: OLADE, 2008.

Uso directo e indirecto de energía por parte de los vehículos

Un aspecto muy importante para el análisis del uso de energía es que debe ser dividido en la energía necesaria para mover los vehículos (energía directa) y energía relativa a la producción de la propia energía antes de su utilización (energía indirecta). Wright (1992) da un ejemplo de los componentes de la energía indirecta:

- ◆ Producción del vehículo y de la infraestructura a utilizar.
- ◆ Producción y refinamiento de la energía a utilizar en el transporte.
- ◆ Operación de los modos de transporte complementarios, equipos y actividades de apoyo.

La relación entre energía directa e indirecta puede traer resultados sorprendentes. Wright (1992) demuestra que, para su locomoción, un automóvil eléctrico (con energía producida en su origen por carbón) lograría usar sólo 10,3% de la energía producida en la fábrica de origen, al tiempo que un automóvil eléctrico lograría utilizar sólo el 7,1% de la energía original (salida de la refinería); es decir, las pérdidas de energía en el proceso completo son inmensas y la contabilidad realizada de la forma tradicional ignora esa pérdida, limitándose a calcular sólo la energía directa. Esto es reforzado por la falta de datos acerca de la energía indirecta.

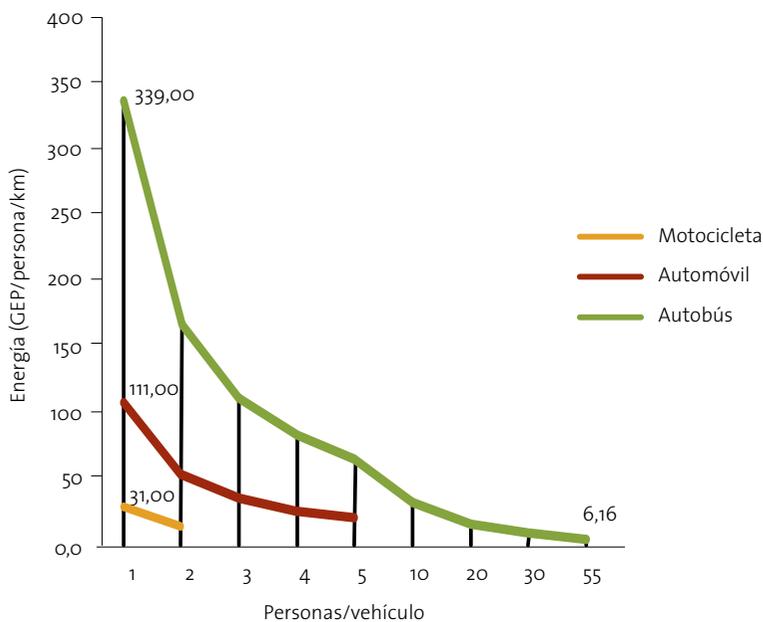
Comparación del consumo de energía según el modo de transporte utilizado

La energía consumida por cada persona varía de acuerdo al tipo de vehículo utilizado y la cantidad de personas dentro del vehículo. El Gráfico 7 indica que, en el caso de una motocicleta, una persona sola consume 31 GEP/km (GEP: energía consumida por tonelada-km transportado); si hay dos personas en la motocicleta (ocupación máxima), cada una consumirá 15,5 GEP/km. En el caso del automóvil, el consumo puede variar de un máximo de 110 GEP/km a un mínimo de 22 GEP/km. En el caso del autobús, la energía consumida varía de un máximo de 339 GEP/km (un solo pasajero) hasta valores inferiores a los 10 GEP/km para más de 30 pasajeros.

La comparación del consumo de energía entre los modos de transporte es importante para el análisis de políticas públicas, pues se trata de un recurso costoso y escaso. El Gráfico 7 muestra que si hay cuatro pasajeros en un

autobús cada uno consume menos energía (84,8 GEP) que una persona manejando un automóvil (110 GEP). Si hay 12 personas en el autobús, cada una consumirá menos energía (29 GEP) que una persona sola en una motocicleta (31 GEP). Al analizar las capacidades de espacio más comunes de los vehículos más usados –25 hasta 30 personas en un autobús, una a dos personas en un automóvil y una persona en una motocicleta– el autobús presenta una gran ventaja en la economía de energía en prácticamente todas las sociedades y en la mayoría de las situaciones.

Gráfico 7. Consumo de energía por persona, por modo de transporte

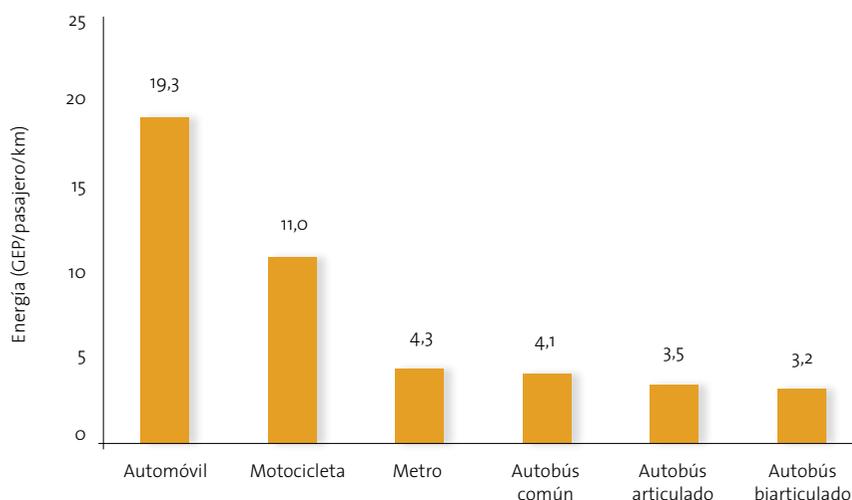


Fuente: elaboración propia.

El consumo de energía en transporte es particularmente importante para los países en desarrollo, sea generada a partir de matriz fósil o proveniente de una fuente hidroeléctrica. El cálculo de la energía consumida en una distancia recorrida debe ser ponderado por el número de personas que utiliza el modo de transporte, llegando a un número comparativo entre los modos. La comparación general de las eficiencias energéticas por modo indica que, mientras un automóvil usa 2,3 a 2,6 MJ/pas-km (pasajero-km), los trenes usan 0,6 a 1,5 MJ/pas-km, y los autobuses 0,6 a 0,8 MJ/pas-km (Goldemberg, 1998). El Gráfico 8 (ver p. 92) indica que en

Brasil el autobús a diesel y el Metro son los modos que consumen menos energía. La relación entre autobuses y automóviles es de 1:4,7 (autobús común). Vale destacar que este cálculo toma como base los vehículos completamente llenos de pasajeros; es decir, si se esa ocupación varía, varía la relación. Por ejemplo, si se comparan autobuses y automóviles, Tolley y Turton (1995) demuestran una relación de 1:4,1 en el centro de Londres; Whitelegg (1993) plantea una relación de 1:3,8 en Alemania; y Gordon (1991) indica una relación de 1:3,4 para Estados Unidos. En el caso de autobuses atiborrados de pasajeros, como en Beijing, la relación puede llegar a 1:9 (Newman y Kenworthy, 1999).

Gráfico 8. Consumo de energía por modo de transporte (vehículos llenos)



Fuente: Alqeres y Martines, 1999.

Energía consumida en el transporte de las ciudades

Cuando se calcula el total de energía consumida por el sistema de transporte de una ciudad, es posible verificar las grandes diferencias entre los modos de transporte y entre las ciudades. El Gráfico 9 (ver p. 94) muestra ese consumo en las grandes ciudades de América Latina. En todas ellas, el transporte individual consume más energía que el transporte colectivo.

Recuadro 1. El mito de los autobuses “vacíos”-la regla de los dos-cuatro-cuatro

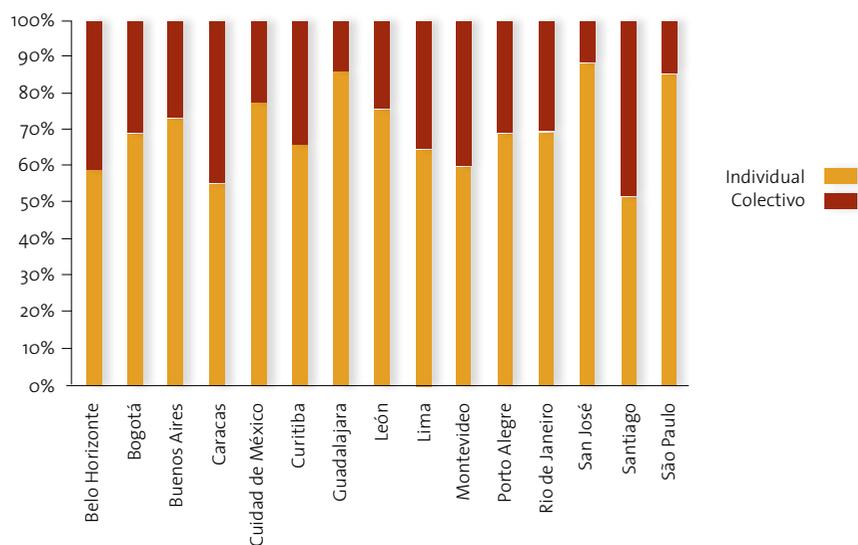
A las personas comunes parece no gustarles cuando ven un autobús con menos de 50 personas. Los usuarios de automóviles siempre comentan ese hecho al discutir los problemas del tráfico y de la congestión. Incluso técnicos con vasta experiencia en esa área parecen prisioneros de esa misma visión. “Ineficiencia” es la palabra menos fuerte, en una escala de críticas que llega hasta “desperdicio de recursos públicos” o “herejía económica”. A las personas, en general, les gustaría ver todos los autobuses llenos, con quizás nueve pasajeros por metro cuadrado, para entonces afirmar “ahora tenemos un buen sistema”. Sin considerar por ahora la evidente injusticia de someter a las personas a esa condición, recordemos solamente algunos valores básicos, que llamaremos “regla del dos-cuatro-cuatro”.

- ◆ Un autobús común movido a diesel con *dos* pasajeros suele ocupar menos espacio vial por persona que un automóvil llevando un pasajero.
- ◆ Un autobús común movido a diesel con *cuatro* pasajeros en general usa menos energía por persona que un automóvil llevando un pasajero.
- ◆ Un autobús común movido a diesel, con *cuatro* pasajeros emite, en promedio, menos monóxido de carbono e hidrocarburos por persona que un automóvil llevando un pasajero.

Estas conclusiones derrumban el referido mito y comprueban la conveniencia del incentivo al uso del transporte público. Pero eso no significa que sea adecuado usar el autobús para llevar sólo cuatro pasajeros, pues ellos pueden acomodar mucho más personas confortablemente y aumentar aún más las ventajas para la sociedad.

Fuente: elaboración propia.

Gráfico 9. Consumo de energía en la movilidad, ciudades de América Latina (2007)



Fuente: CAF, OMU (2010).

Consumo de combustible

A pesar de que el consumo de energía en la movilidad incluye el consumo de combustible, es importante analizarlo separadamente para efectos prácticos de análisis de condiciones de tránsito y transporte. Los análisis a continuación se refieren al consumo de gasolina y diesel, que corresponden a la mayor parte del gasto energético en los países de América Latina.

El consumo de combustibles tiene una relación potencial e inversa a la velocidad de circulación del vehículo; es decir, el consumo aumenta mucho cuando la velocidad se reduce (dentro del rango normal de velocidad en una urbe). Efecto similar ocurre con la emisión de la mayoría de los contaminantes, como se verá en el capítulo 5.

Los estudios internacionales de los impactos de las congestiones indican las variaciones del consumo de combustible en función de la velocidad de los vehículos. Dichos estudios presentan un problema relacionado con su utilización: ellos toman en cuenta algunos tipos de vehículos

en determinadas condiciones de mecánica y de tráfico, dificultando su comparación con otros países y situaciones. Además, la variación del consumo de combustibles es verificada en laboratorios, donde se hace una simulación de un ciclo-patrón de tráfico relativo a los cambios de aceleración y de velocidad. Dichos ciclos pueden variar de acuerdo al caso, lo que implica un problema adicional. En cuanto a los automóviles, la relación más común es la presentada a continuación, bajo la forma de una simple ecuación de primer grado (Lamure, 1994).

$$C = A + B / V$$

donde

C = consumo (l/100 km)

A, B = constantes

V = velocidad (km/h)

Algunos estudios mostraron que la mejor relación puede ser expresada por una ecuación de segundo grado. En general, las distintas ecuaciones presentan valores que varían en cerca de un 50% (en el consumo de combustible), a una determinada velocidad. Un estudio realizado en Brasil (IPEA/ANTP, 1998), utilizó las siguientes expresiones:

◆ Automóviles (gasolina)

$$C = 0,095 + 1,27/V - 0,00029V$$

donde

V = velocidad (km/h)

C = consumo (l/km)

◆ Autobús (diesel)

$$C = 0,44 + 0,00008 V^2 - 0,007 V + 1,38/V + 0,001 \text{ carr}$$

donde

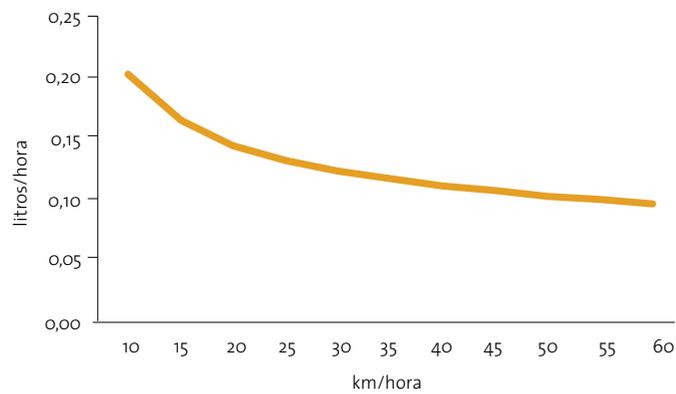
V = velocidad (km/h)

carr = carga del autobús (personas sentadas + en pie)

C = consumo (l/km)

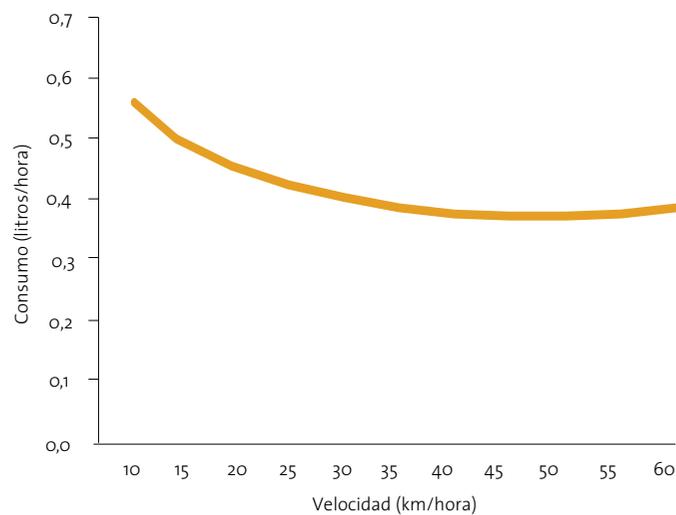
Los gráficos 10 y 11 indican el consumo en relación con la velocidad. En el caso del autobús, se consideró un cargamento de 50 pasajeros. El consumo de los automóviles disminuye con el aumento de la velocidad hasta estabilizarse en un nivel alrededor de los 0,10 l/km (eficiencia de 10 km/l). En el caso de los autobuses, el consumo de diesel también disminuye más a partir de una velocidad de 40 km/h y se estabiliza en cerca de 0,38 l/km (eficiencia de 2,6 km/l), para luego empezar a crecer lentamente.

Gráfico 10. Consumo de gasolina en automóviles



Fuente: elaboración propia.

Gráfico 11. Consumo de diesel en autobuses



Fuente: elaboración propia.

Costos de desplazamiento

Los costos de desplazamiento de las personas están relacionados con el uso de modos motorizados de transporte. Dichos costos pueden ser pagados por los usuarios o por el gobierno a través de subsidios.

En el caso del transporte público, el costo individual es la tarifa pagada por el usuario, que puede ser “completa” (no subsidiada) o tener algún tipo de descuento (como en el caso de los estudiantes y de las personas de la tercera edad). En algunos casos, el gobierno paga parte de los costos de operación, pues considera esencial la prestación de ese servicio. Este es el caso de la mayoría de las ferrovías urbanas (como en las ciudades brasileñas), de algunos metros (como en Ciudad de México) y de algunos sistema de autobuses (como los de Buenos Aires y São Paulo).

En el caso del transporte individual, el costo de usar el automóvil o la motocicleta puede ser dividido entre costo operacional y costo total. El costo operacional es aquel exigido en el momento del viaje y está relacionado con el costo del combustible y del estacionamiento. El costo total también involucra el mantenimiento y depreciación del vehículo y las tasas e impuestos que deben ser pagados. En el caso del taxi, el costo individual es el pago por el viaje que, en general, cubre todos los costos del sistema (no hay registro de servicios de taxi de uso individual subsidiados por el gobierno).

Gastos e ingreso

Un análisis importante tiene que ver con los gastos de las personas en el transporte en relación al ingreso individual o familiar. La gran diferencia de ingreso entre personas en los países latinoamericanos posiciona dicho estudio como esencial en la identificación de desigualdades. No hay un valor límite teórico para dichos gastos, pero el caso del “vale-transporte” en Brasil puede servir como referencia: los trabajadores que lo reciben pagan por ello un máximo de 6% de su sueldo. El Cuadro 18 (ver p. 98) indica que en Bogotá los dos estratos más pobres gastan entre 16% y 13% de sus ingresos en transporte.

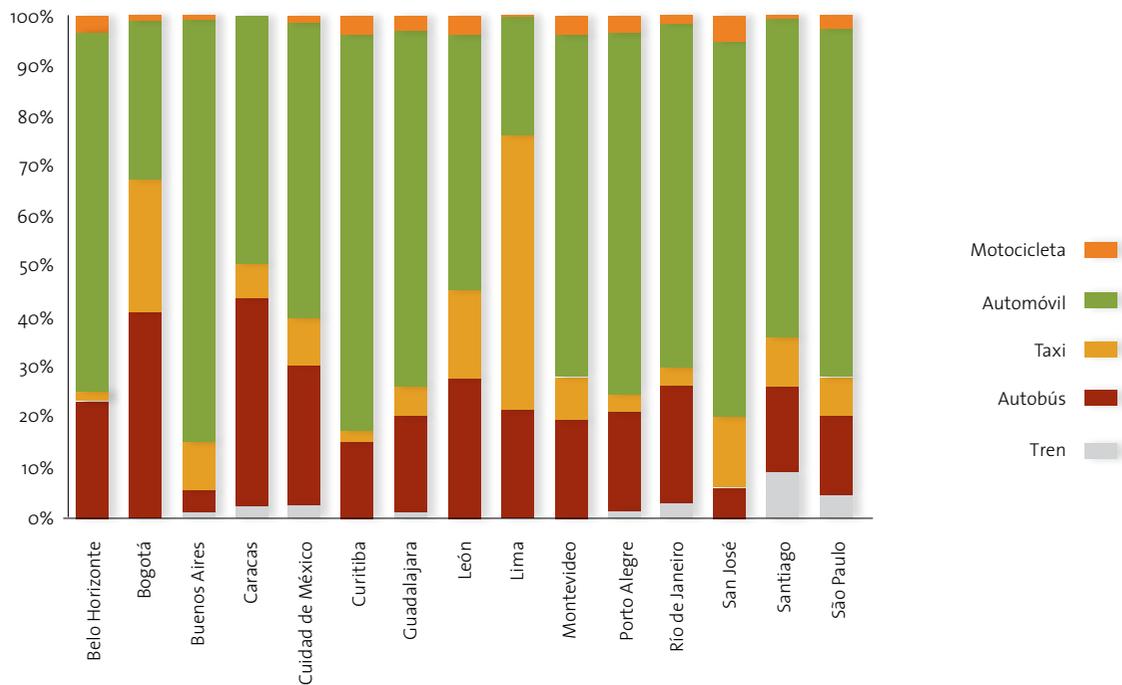
El Gráfico 12 (ver p. 98) muestra los gastos en transporte de los habitantes de 15 áreas metropolitanas de América Latina, por modo de transporte utilizado. Obsérvese que en la mayoría de las ciudades el mayor gasto es por el uso del automóvil (67% en el promedio), pues éste constituye la forma más costosa de desplazarse. También hay ciudades con gastos ex-

Cuadro 18. Relación entre los gastos en transporte y el ingreso familiar, Bogotá (2008)

Estrato	% del ingreso
1	16
2	13
3	11
4	8
5	6
6	5

Fuente: Observatorio Bogotá, 2008.

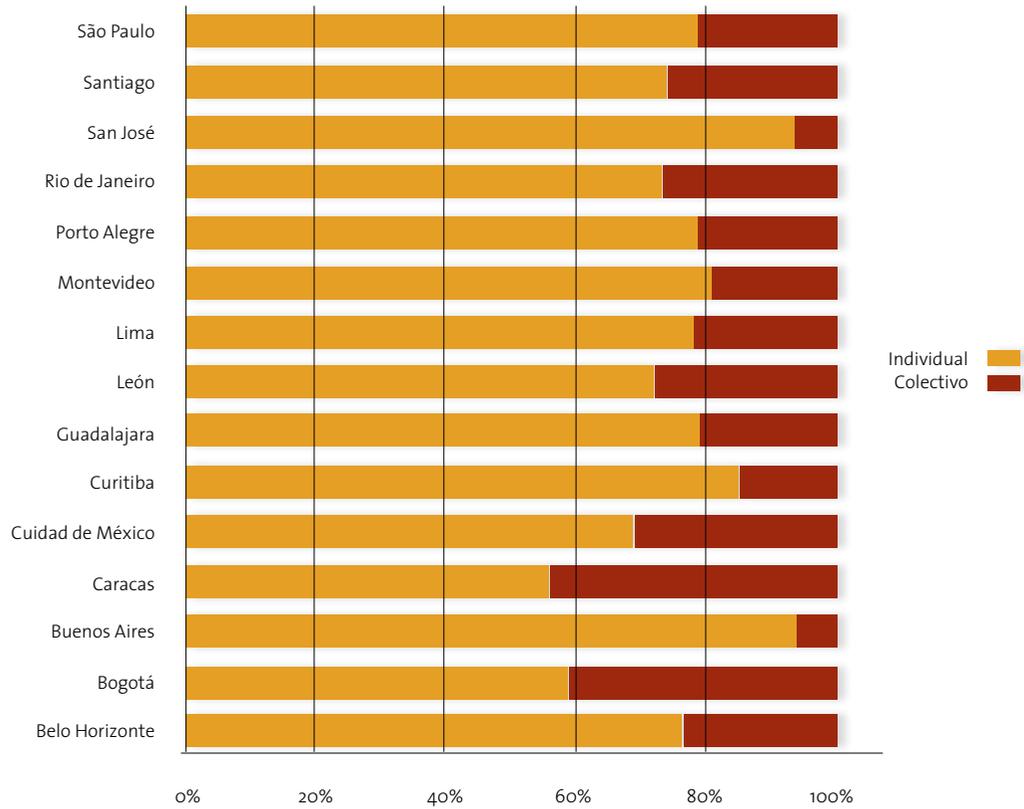
presivos en taxis (Bogotá y Lima –cerca del 30% del total). En el área del transporte colectivo, los valores gastados corresponden a 22% del total, la mayoría relacionada con vehículos sobre ruedas. Los gastos con motocicletas son inexpressivos, tanto por los bajos costos de uso como por su reducida participación en el total de los viajes.

Gráfico 12. Gastos en movilidad por modo de transporte, áreas metropolitanas de América Latina (2007)

Fuente: CAF, OMU (2010).

El Gráfico 13 indica los costos anuales por habitante, por modo individual o colectivo. Obsérvese que las personas que utilizan transporte individual gastan anualmente cerca de tres veces más que las que utilizan transporte colectivo. ■

Gráfico 13. Gastos en transporte individual y colectivo por habitante



Fuente: CAF, OMU (2010).



5

Impactos
del transporte urbano
en el medio ambiente



Impactos del transporte urbano en el medio ambiente

5.

Efecto barrera: modificación de las relaciones sociales

Más allá de lo que el uso de transporte individual implica en cuestiones de equidad en el consumo de las vías como bienes públicos, éste también tiene impactos negativos en el uso del ambiente construido en la ciudad y en el sistema de circulación. La organización del tránsito en función de los usuarios de los vehículos puede afectar las relaciones sociales que ocurren en el espacio, una vez que las personas que caminan o usan bicicleta pueden ser forzadas a adaptarse a condiciones inadecuadas. Cuando ocurren condiciones peligrosas o incómodas, las principales consecuencias son la reducción de la interacción social en los espacios públicos (Appleyard, 1981) y la necesidad de definir estrategias para reducir el riesgo de accidentes (Hillman, 1988). Este efecto es denominado “efecto barrera” o de intrusión, una vez que el tráfico inhibe o impide la interacción social y el uso de los modos no motorizados. Los niños y los jóvenes son especialmente afectados por este impacto en cuanto interactúan socialmente y desde la primera infancia son “informados” que el espacio



no les pertenece a ellos sino a los vehículos motorizados, con lo cual se les impone un patrón de comportamiento que mantendrán por toda su vida.

Existe una relación compleja entre el ambiente construido y los modos de transporte. Cada uno se adapta al otro, de acuerdo a una forma de relación que implica el auto-refuerzo. Si por un lado esta influencia mutua es leve cuando los modos de transporte no motorizados prevalecen, la misma pasa a ser muy fuerte cuando los modos motorizados se tornan dominantes. De acuerdo a lo enfatizado por Harvey (1996, p. 185, citando a Lewontin, 1982 p. 162) “los organismos, dentro de sus períodos de vida y en el curso de su evolución como especies, no se adaptan al ambiente sino que lo construyen. Ellos no son simples objetos de las leyes de la naturaleza que se alteran de forma inevitable sino que son sujetos activos que transforman la naturaleza de acuerdo con su propia ley”. De la misma manera, no tiene sentido hablar sobre el impacto de la sociedad en el ambiente como si se tratara de dos especies separadas. Así, cuando un transporte motorizado comienza a ser utilizado por una sociedad, ocurre una compleja reorganización del ambiente construido.

Dos condiciones específicas de este transporte motorizado son relevantes: la composición y el volumen del tránsito, ambos expresados a través de consecuencias para la seguridad, la polución, el ruido y la vibración que provocan sobre las construcciones cercanas.

Los impactos relacionados con el tránsito condicionan profundamente el comportamiento de las personas, llevando a reacciones contra los impactos indeseados por parte de quienes tienen condiciones de protestar o al silencio de los que no tienen cómo hacerse escuchar. Los impactos negativos pueden ser atribuidos a todos los medios motorizados de acuerdo con su uso específico. Por sus dimensiones y potencia de motor, los camiones generalmente causan mucho ruido y vibraciones. Cuando son organizados en corredores especiales para realizar sus recorridos, los autobuses también pueden causar impactos negativos en términos de concentración de gases contaminantes e impacto visual. Por su parte, los impactos negativos más persistentes y generalizados son causados por los automóviles, en función de su cantidad y su necesidad de adaptarse al espacio para sobrevivir. El espacio adaptado para el automóvil es generalmente amplio y disperso, donde algunas personas se encierran y fuera de sus vehículos se sienten amenazadas o excluidas del uso del espacio.

Al trabajar con el transporte motorizado, la planificación del transporte tradicional contribuyó a este aislamiento y desintegración de las comuni-

dades. Las tendencias actuales están llevando a la polarización de la sociedad entre quienes tienen acceso al automóvil y quienes no lo tienen. Una polarización donde estos últimos son perjudicados principalmente por el deterioro de los servicios locales, que ya no pueden competir con los espacios orientados para quienes tienen automóvil (Owens, 1996). Espacios urbanos de clase media y alta, simbióticamente vinculados a espacios de automóvil, contribuirán a la formación de guetos urbanos protegidos del mundo exterior. Al lado de las fuerzas políticas y económicas poderosas, la adaptación del espacio para el papel del conductor de automóvil ha contribuido a la privatización de los espacios públicos: “la inseguridad reflejada en el aislamiento de barrios ricos y la desgracia de usar el transporte público reduce los espacios comunes y lleva a una forma perversa de privatización que se transfiere hacia otras esferas” (O’Donnell, 1994, p. 164).

En la medida en que el espacio es adaptado a los intereses de aquellos con acceso a automóvil, se crea un espacio especial, aislado, que excluye y afecta severamente las necesidades de quienes no tienen acceso al vehículo propio. La supuesta libertad de mercado ha invertido para adaptar el espacio a los intereses de la minoría en el papel de conductor de automóvil, al tiempo que niega el acceso conveniente a la mayoría que desempeña los papeles de peatón, ciclista o pasajero de transporte público. En este sentido, los vehículos ayudan a crear una nueva clase de “excluidos al acceso” (Whitelegg, 1997) y mantienen aislados a sectores de la sociedad como los pobres, los jóvenes y las personas de edad avanzada (Cervero, 1998). Las personas sin automóvil no tienen derechos (Tolley y Turton, 1995).

De acuerdo a Owens (1996, p. 48): “Las personas quieren vivir en áreas residenciales atractivas y, al mismo tiempo, tener acceso a trabajo, a servicios, áreas verdes... Estas posibilidades son negadas a aquellos sin acceso a automóvil... porque, aunque los automovilistas realicen viajes cortos... el dominio del tránsito representa su expropiación de espacios que antes eran agradables para andar a pie o en bicicleta y hoy son una actividad desagradable y ¿por qué no decirlo? amenazadora”.

El efecto barrera está asociado a un fenómeno específico de percepción de medio ambiente para las personas, con consecuencias negativas. Este fenómeno se traduce por la percepción de que todo está “normal”, sin una identificación clara de cómo el ambiente de circulación fue creado y quién está siendo perjudicado o beneficiado. La circulación a través de un determinado ambiente no permite identificar como éste fue construido y es común ver a personas que mientras caminan por una vía sin peato-

nes dicen que las condiciones son “normales” y que no hay problemas porque “no hay peatones”. Esta percepción ignora que los peatones no están porque han sido expulsados por causa del tráfico peligroso para defenderse. Este es uno de los impactos más perversos del efecto barrera, pues dificulta la toma real de conciencia sobre el grado de equidad de la división del espacio de circulación entre varios papeles.

El resumen de los niveles de impacto del efecto barrera puede ser realizado utilizando una clasificación de Dron y Lara (1995), sobre la existencia de tres niveles de impacto:

- ◆ Primario: reducción de los desplazamientos cortos debido a las dificultades para desplazarse, al aumento de los recorridos y al peligro de accidentes.
- ◆ Secundario: cambio en la distribución de espacio local debido a la reducción de los desplazamientos, de la interacción social y de la separación de las comunidades.
- ◆ Terciario: modificación del funcionamiento del espacio local a causa de cambios en su utilización.

Actualmente, están ocurriendo transformaciones profundas en muchos países en desarrollo, que están adaptando sus espacios urbanos para el uso del automóvil por parte de grupos seleccionados, en la forma de la construcción de las “ciudades de clase media” (Vasconcellos, 2002). Estas transformaciones están siendo realizadas a expensas de un tejido urbano históricamente constituido y de usuarios más vulnerables a las vías. Aunque el proceso en las ciudades de Brasil y de China es considerado muy importante a escala mundial por su rapidez y extensión espacial, se debe tener en cuenta lo que está ocurriendo en todo el mundo en desarrollo, como parte del proceso de globalización.

El estudio pionero sobre el efecto barrera fue desarrollado por Donald Appleyard, un profesor de la Universidad de California en Berkeley, Estados Unidos. Appleyard analizó la intensidad de las relaciones entre los residentes de tres tipos de vía, una con tráfico local, otra con tráfico moderado y, la última, con tráfico elevado. El Cuadro 19 (ver p. 108) muestra cómo la intensidad de las relaciones decrece marcadamente cuando se pasa de una vía con tráfico local a una vía con tráfico intenso.

Recuadro 2. Carreteras y vida local

La construcción de carreteras que cruzan áreas habitacionales constituye un ejemplo óptimo del “efecto barrera” y de las consecuencias negativas para la vida de las personas. Esta rompe un tejido social existente por medio del cual las personas se relacionan cotidianamente y crea un nuevo ambiente basado en la circulación veloz de los vehículos motorizados. Frente a un nuevo ambiente, las personas deben decidir cómo usar el espacio y desarrollan entonces nuevas estrategias de circulación. Los nuevos procedimientos tienen riesgos asociados y causan accidentes de tránsito. Cuando una instalación destinada al paso de peatones muestra un gran movimiento, la situación puede tornarse crítica. Este es el caso de las carreteras junto al litoral en las cuales hay un intenso tráfico de bañistas o turistas.

Fuente: elaboración propia.

Recuadro 3. Cómo el tránsito cambia el entorno

Los vehículos que circulan en una vía, así como los peatones y ciclistas, establecen una corriente de flujo con una determinada velocidad y producen cierto nivel de ruido. Ocurre una interacción de estos flujos vehiculares con las personas que residen a los lados de esta carretera o que trabajan en ella y realizan sus actividades cotidianas. Dependiendo de las características de estas corrientes formadas por vehículos, las personas pueden sentirse más o menos atraídas por el ambiente y aprobarlo o rechazarlo.

Si el tráfico de vehículos es incompatible con el uso de las vías para entretenimiento, descanso o socialización, las personas se retraen y quienes pueden evitar estar en ese lugar, simplemente lo abandonan. Con el paso del tiempo, los inmóviles se van transformando y asumen ocupaciones comerciales o de servicios que les ayudan a compatibilizar mejor su rutina –lo que también les resulta de gran beneficio– con el tipo de tránsito de la carretera. De esta manera, para quien estaba acostumbrado a la vía en sus inicios, las transformaciones aparecen como sorprendentes, pues la carretera cambia rápidamente de características.

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 19. Densidad de relaciones humanas e intensidad del tráfico

Nivel de tráfico	Vehículos/día	Índice de relaciones ¹
Local	2.000	9,3
Medio	8.000	5,4
Alto	16.000	4,0

¹Número de amistades y relaciones cotidianas.

Fuente: Appleyard (1981).

Seguridad de tránsito*Condiciones actuales*

Los accidentes de tránsito constituyen un gran problema tanto en los países desarrollados como en aquellos en vías de desarrollo, aunque cada uno tenga características diferentes de acuerdo a la región del mundo donde se encuentre. El único factor común en todos los casos es el impacto causado por el uso del automóvil.

En los países industrializados, el problema del accidente de tránsito comenzó a tornarse grave en las primeras décadas del siglo XX en Estados Unidos, en la medida en que el número de automóviles en circulación comenzó a crecer exponencialmente. Después de la Segunda Guerra Mundial, el problema también se agravó en los países europeos a los que se sumó Japón. En los países en desarrollo, el problema del accidente de tránsito ha empeorado desde la década del 70, cuando varios países se hicieron dependientes del transporte motorizado en general y de los automóviles en particular. El problema está adquiriendo proporciones de epidemia.

Los accidentes de tránsito son un grave problema de salud pública. Ellos constituyen la causa principal de muertes entre los hombres en el rango etario de 15 a 44 años y son la quinta causa principal de muerte para las mujeres en el mismo rango etario. Un informe de la Organización Mundial de la Salud de 2004 establece que 1,2 millones de muertes en el mundo ocurren por causa de accidentes de tránsito, con más de 50 millones de personas heridas (WHO, 2004). Los valores reales sobre las personas muertas son ciertamente superiores debido al sub-registro de los accidentes y de las muertes ocurridas hace algún tiempo después de ocurrido el accidente. El número real de heridos es también mayor, dado que dicho sub-registro también es mucho mayor.

Los costos de los accidentes son extremadamente elevados y están en el orden del 1% al 2% del PIB de los países. El Cuadro 20 permite ver que el costo anual estimado en todo el mundo es de USD 518 billones y está concentrado en los países ricos de alta motorización. A pesar de ello, todos los estudios muestran que el problema tiende a agravarse en los países en desarrollo, en la medida en que crece la motorización de sus sociedades, principalmente cuando el ambiente de tránsito y la propia sociedad no están preparados para este aumento repentino.

Cuadro 20. Costos estimados de accidentes de tránsito en el mundo

Región	(en USD billones)
África	3,7
Asia	24,5
América Latina	18,9
Oriente medio	7,4
Europa central y del este	9,9
Países de alta motorización ¹	453,3
Total	517,7

¹Australia, Nueva Zelanda, Japón, Estados Unidos, Canadá y países ricos de Europa.

Fuente: WHO, 2004.

Si las condiciones de seguridad de tránsito en los países en desarrollo ya son extremadamente graves, éstas sin duda serán un problema prioritario a resolver en el futuro próximo, frente al rápido crecimiento en el uso de medios motorizados de transporte dentro de un ambiente de circulación que no está preparado para estos cambios. El aumento de estos modos motorizados, principalmente de automóviles y motocicletas, ha sido promovido intensamente en la mayoría de los países en desarrollo de forma irresponsable y socialmente inaceptable. De continuar esta tendencia, el accidente de tránsito es y continuará siendo la peor externalidad de transporte en los países en desarrollo, a menos que se promuevan cambios drásticos.

Peligrosidad de varios modos de transporte

El uso de diferentes modos de transporte implica diferentes riesgos. El riesgo está relacionado con el comportamiento de la persona, pero también con la velocidad de circulación. El patrón de los conflictos de tránsito es la vulnerabilidad de cada modo. Al andar por la ciudad, la persona

está en una situación vulnerable a los eventuales conflictos con vehículos pues su desventaja es grande en caso de que ocurra un choque. La bicicleta y especialmente la motocicleta también ponen al usuario en una condición vulnerable frente a choques con vehículos más pesados y más rápidos. La mejor forma de evaluar el riesgo relativo asociado al uso de cada modo es verificar cuál es la probabilidad de que ocurra un evento fatal en relación con las distancias que son recorridas por cada modo. El Cuadro 21 muestra el riesgo relativo del uso de varios modos de transporte en Europa. Se puede observar que el uso del tren urbano (metro) presenta el menor riesgo, mientras la motocicleta presenta el mayor. Cuando son comparados entre sí tomando al tren como valor “unitario”, se aprecia que utilizar la motocicleta implica un riesgo 394 veces mayor que usar tren o metro. Cuando se toma el autobús como referencia (porque éste es un vehículo de transporte que existe en todos los lugares, al contrario del tren) podemos ver que el uso de la motocicleta implica un riesgo 197 veces mayor. En el Cuadro 21 puede observarse también que andar a pie o utilizar la bicicleta implica riesgos mucho mayores que usar un autobús, dada la vulnerabilidad de las personas.

Cuadro 21. Riesgos en el uso de modos de transporte, Europa

Modo	Muertes/100 millones pasajeros-km	Índices relativos	
		En relación al tren	En relación al autobús
Moto	13,800	394	197
A pie	6,400	183	91
Bicicleta	5,400	154	77
Automóvil	0,700	20	10
Autobús	0,070	2	1
Tren-metro	0,035	1	0,5

Fuente: WHO, 2004. Adaptado por el autor.

Datos e índices: problemas metodológicos

A pesar de la dificultad de relacionar accidentes y sus probables factores condicionantes –un accidente es un fenómeno complejo– una noción relativa de las condiciones de un país o región puede ser obtenida al analizar ciertos datos e índices. Algunos de estos pueden resultar engañosos, según lo demuestran Mohan y Tiwari (1998) y, por tanto, deben ser utilizados con cautela. El número y la diversidad de vehículos no motorizados y motorizados que circula por las vías en los países en desarrollo impiden la utilización de técnicas tradicionales para entender los problemas.

La medida más directa del problema es el número de personas fallecidas o heridas a consecuencia de accidentes de tránsito. Como los últimos son normalmente sub-registrados, las muertes son utilizadas como medida principal para demostrar la gravedad del problema. El número de muertos o de heridos puede ser comparado con las cifras de muertes causadas por otros factores, actuando como un indicador poderoso de salud pública. Medidas indirectas relacionan el número de accidentes a algunas formas de exposición al tránsito: los accidentes pueden estar relacionados con el número de personas que viven en la región –normalmente en la forma de accidentes por 100.000 personas– o con el número de vehículos en circulación, como la tasa de fatalidad por cada 10.000 vehículos.

El número de accidentes y de muertes por habitante es limitado porque no considera la exposición real de las personas al tránsito en relación con su movilidad efectiva (por ejemplo, el número y las extensión de los viajes realizados por la persona). El número de fatalidades puede ser bajo en un país muy pobre porque las personas realizan una escasa cantidad de viajes, o puede ser alto para el mismo bajo nivel de movilidad en caso de que el ambiente de circulación sea sumamente peligroso.

El número de accidentes por vehículo (normalmente automóviles) también es un índice engorroso porque no considera la naturaleza y la composición de los diferentes vehículos que utilizan las vías ni los conflictos de tráfico. El problema se hace evidente cuando los datos de una ciudad como Nueva Delhi (India) son analizados (Mohan y Tiwari, 1998): hay siete tipos de vehículos motorizados en las calles que varían en ancho, entre 0,60 m y 2,60 m, y en velocidad, entre 15 km/h y 100 km/h, lo que provoca un patrón complejo de conflictos de circulación que no puede ser analizado utilizando las técnicas tradicionales.

Una forma de mejorar la calidad del análisis es adoptar como indicador un número de accidentes o fatalidades por vehículo-km o por persona-km. Aunque este indicador resulta mucho más consistente, rara vez es utilizado en países en desarrollo pues en la mayor parte de ellos no hay datos confiables sobre los accidentes y las distancias recorridas por las personas.

Datos de accidentes

Un gran número de muertes en tránsito ocurre en países desarrollados como en países en desarrollo. Cuando estos índices generales son comparados, aparecen grandes diferencias entre los países. En relación con el número de muertos por 10.000 vehículos, los países desarrollados tienen

índices que varían entre 3 y 6, mientras que los índices de los países en desarrollo pueden llegar a más de 100, como ocurrió en el caso de Nigeria en 1980 (índice de 144). En el caso de las muertes por habitante, las diferencias son inferiores. El Cuadro 22 muestra índices de accidentes fatales en cuatro grandes ciudades de países en desarrollo.

Cuadro 22. Muertes en tránsito en grandes ciudades de países en desarrollo

Ciudad/Año	Habitantes ⁵ (miles)	Muertes	Muertes/100.000 habitantes
São Paulo, Brasil (2007) ¹	11.000	1.566	14,2
Bogotá, Colombia (2008) ²	7.050	543	7,7
Nueva Delhi, India (1985) ³	6.700	1.114	16,6
Bangkok, Tailandia (1992) ⁴	5.900	977	16,5

Fuentes: ¹CET, 2008; ²Observatorio 2008; ³Tiwari, 1997; ⁴Tanaboriboon, 1994; ⁵UNCHS, 1996, valores aproximados de época de los datos de accidentes.

El segundo análisis relevante se refiere a quienes causan los accidentes y quienes sufren sus consecuencias. Esta es la cuestión más importante desde el punto de vista de la equidad. Algunos estudios realizados en los países en desarrollo durante la década de los 70 mostraron que los peatones, los ciclistas y los motociclistas (los roles más vulnerables) representaban entre el 56% y el 74% de las muertes en el tránsito (Hill y Jacobs, 1981). Esta es una diferencia principal en relación con los países industrializados, en los cuales el valor correspondiente gira en torno al 20% (Guitink y Flora, 1995).

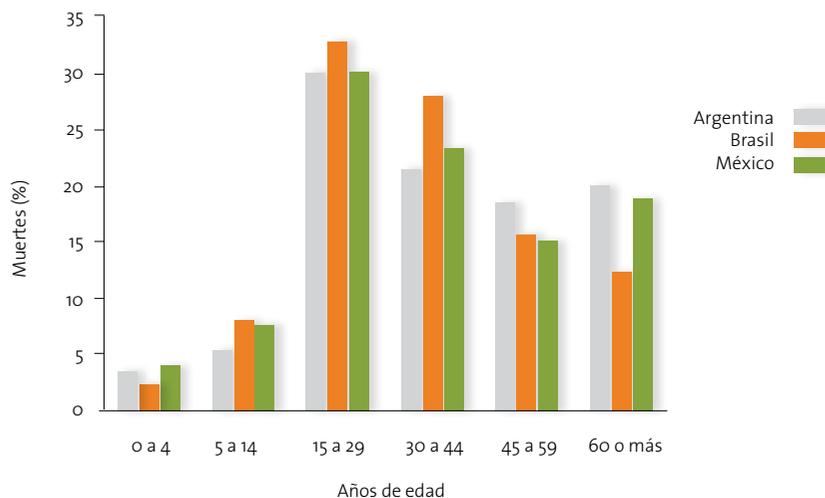
En los países en desarrollo, la participación de accidentes de los medios no motorizados varía de acuerdo a la composición del tráfico. Por ejemplo, en Asia, donde hay muchas motocicletas, éstas aparecen involucradas en gran parte de los accidentes fatales. Al mismo tiempo, en América Latina en general y especialmente en Brasil, éstas existen en cantidades menores y son los peatones y los ciclistas quienes están presentes en la mayoría de los accidentes.

Muertes en el tránsito y edad

Los accidentes de tránsito afectan a personas de todas las edades, pero la mayoría de las víctimas está en el rango de entre 15 y 44 años de edad, que es el período en que ocurre la mayor actividad fuera de la residencia

(estudio y trabajo) (ver Gráfico 14). Las muertes de las personas hasta los 14 años de edad ocurren principalmente cuando los niños andan por las calles o cuando son pasajeros de automóviles. En el caso de personas de mayor edad, la principal tendencia es el número de muertes de peatones porque su vulnerabilidad aumenta a medida que aumenta su edad.

Gráfico 14. Muertes en el tránsito por edad, países seleccionados



Fuente: WHO 2004.

Muertes en el tránsito y género

En el ámbito mundial, 73% de las víctimas fatales de accidentes de tránsito son hombres (WHO, 2004). Estos valores reflejan un problema de salud pública, pero no deben ser utilizados en comparaciones definitivas antes de ser analizados adecuadamente en relación con el grado de exposición de las personas en el tránsito. En los países de América, las tasas de mortalidad en el tránsito, ajustadas por edad y género, muestran un patrón común: las tasas de los hombres son siempre mayores que las de las mujeres, en una proporción de uno a tres o cuatro. En Argentina, la tasa masculina es igual a 12 y la femenina, igual a cuatro. En Chile, los valores son de 15,6 y 4,2, respectivamente, y en Costa Rica, la tasa masculina equivale a 19,6 y la tasa femenina a 4,8 (Roberts, 1997). Estos valores todavía no han sido ajustado para la exposición al tránsito. Otro ejemplo importante es el de São Paulo: los hombres hacen dos desplazamientos por día y las mujeres 1,8 desplazamientos (CMSP, 2007). A pesar de esta leve diferencia, los hombres registran un 76% de las muertes de peato-

nes y un 86% de las muertes como ocupantes de vehículos, lo que revela un exposición desproporcionada al peligro.

Impacto invisible: personas portadoras de discapacidad

Los análisis de los datos de accidentes suelen concentrarse en el número general de muertos y heridos cuando las cifras son conocidas. Generalmente se olvida que los accidentes de tránsito causan muchas heridas a quienes sobreviven. Algunos de estos daños son temporales, otros son definitivos. Tras un accidente, algunas personas quedan totalmente discapacitadas para ejercer la mayoría de las actividades, mientras otras quedan parcialmente heridas. Un estudio realizado en 1990 por la Organización Panamericana de la Salud (Roberts, 1997) en 19 países, mostró que 29% de las muertes atribuidas a heridas graves se relacionaba con causas intencionales (homicidios, suicidios, guerras), mientras un 71% ocurría por causas no intencionales. Dentro de estas últimas, los vehículos motorizados representaban la mayor causa individual (ver Cuadro 23).

Cuadro 23. Causas de heridas mortales no intencionales, países de América (1990)

Causa	%
Vehículos a motor	39
Inmersión	10
Caída	7
Accidentes de trabajo	6
Quemaduras	3
Envenenamiento	1
Otros	34

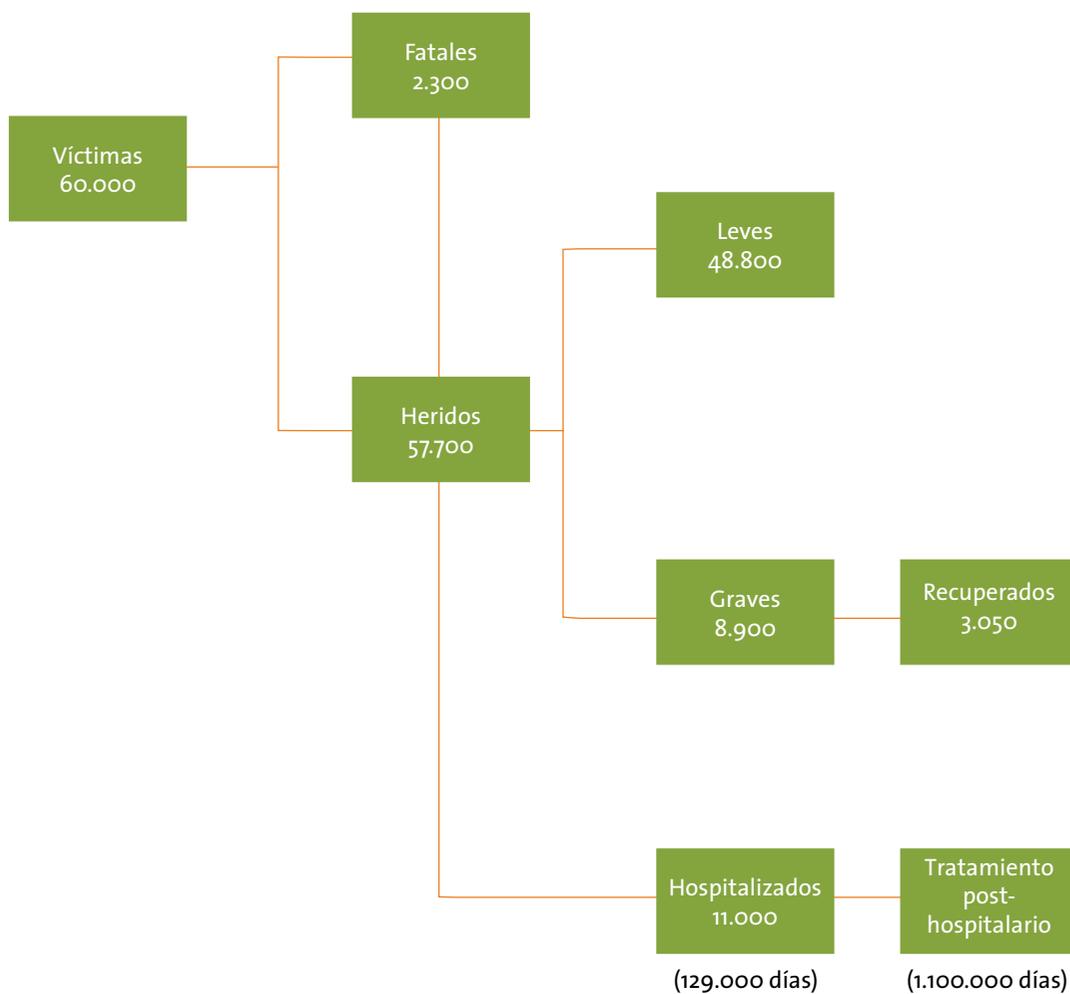
Fuente: Roberts, 1997.

La cantidad de personas heridas en accidentes de tránsito en el mundo fue estimada en 50 millones por año (WHO, 2004). En consecuencia, un gran número de camas hospitalarias es ocupado por heridos, lo que representa altos costos de seguridad social en países muchas veces pobres (Carlsson y Hedman, 1990).

El caso de São Paulo muestra cómo los impactos de accidentes se esparcen como ramas de un gran árbol de consecuencias negativas. En São Paulo, por cada persona muerta en 1997 hubo 22 heridas. Por cada peatón muerto hubo 10 heridos y por cada ocupante muerto en un vehículo

se registraron 36 heridos. De estos heridos, cinco fueron heridos graves, proporción que lleva a un total de 14.000 personas heridas gravemente cada año (CET, 1997). Los costos personales y sociales de estos accidentes son enormes y se agravan por la falta de apoyo adecuada para la mayoría de las personas afectadas. La Figura 3 muestra las consecuencias estimadas de los accidentes en la ciudad en 1995.

Figura 3. Árbol de costos sociales de accidentes de tránsito, São Paulo (1995)



Fuente: elaboración propia.

Vehículos involucrados en accidentes

Los vehículos motorizados son mucho más perjudiciales para la seguridad, debido a que su energía cinética es muy superior y a que tienen un mayor potencial de causar daños. Por su parte, el daño efectivo depende de la composición del tráfico de vehículos, de la velocidad y del comportamiento de los conductores. Cuando los vehículos motorizados son grandes (camiones, autobuses y automóviles) o circulan a altas velocidades (automóviles y motocicletas), el riesgo de causar daños graves a peatones, ciclistas y motociclistas es mucho mayor, que la relación de riesgo que se presenta entre automóviles-motocicletas y peatones, ciclistas y motociclistas. Como regla general, en América Latina y en los países asiáticos de ingresos medios, los automóviles son más numerosos que las motocicletas, mientras que en África y en los países asiáticos de bajos ingresos, las motocicletas y los autobuses conforman la mayor parte de los modos de transporte.

El Cuadro 24 muestra que en las grandes ciudades de América Latina, al ocurrir el accidente, la mayoría de las víctimas fatales están en condición de peatón, a las que le siguen los conductores de automóviles. Hay indicios claros de que en varios países el número de motociclistas muertos está aumentando exponencialmente desde hace varios años.

Cuadro 24. Muertes en tránsito por modo de transporte, ciudades seleccionadas de América Latina¹ (2007)

Modo	Muertos	%
Automóvil	1.185	19,6
Moto	876	14,5
Bicicleta	186	3,1
Autobús	34	0,6
Tren	9	0,1
A pie	3.127	51,7
Otros	636	10,5

¹Belo Horizonte, Río de Janeiro, Bogotá, San José, Ciudad de México, Guadalajara, León, São Paulo, Montevideo y Caracas.

Fuente: CAF, OMU (2010).

Impacto del automóvil y la motocicleta

El aumento de los accidentes está relacionado con el aumento en el uso de vehículos motorizados más veloces, principalmente automóvi-

les. La relación entre el número de muertes y el número de automóviles en un país con un parque automotriz creciente puede ser útil para analizar su impacto.

El aumento en el uso de los automóviles tuvo efectos graves, por ejemplo, en toda Europa del Este después de la caída del muro de Berlín, aunque estos cambios fueron más dramáticos en la antigua Alemania Oriental. Entre 1988 y 1992, la tasa de motorización casi se duplicó al pasar de 225 carros por mil personas a 415. De 1989 a 1991, las muertes en el tránsito aumentaron de 1.784 a 3.759 (111%) y el número de heridos, de 41.037 a 83.580 (104%) (Pucher y Lefèvre, 1996). Esto significa que el aumento en el número de vehículos durante el período (cerca de 1,5 millones) está directamente relacionado con 3.950 muertes adicionales y 85.086 personas heridas (tras sumar los datos de 1990 y 1991). Aunque el uso del automóvil no aparece como el único factor—ya que todas las sociedades han pasado por grandes transformaciones— es el más importante para explicar este enorme costo social.

Sin considerar las diferencias que surgirían al realizar una contabilidad anual del aumento del parque automotriz, se puede afirmar que por cada aumento de mil automóviles en la ex Alemania Oriental, se produjeron 2,6 muertes y 56 personas heridas adicionales. La misma consecuencia negativa ocurrió en otros países socialistas. En Polonia, por cada mil vehículos comprados entre 1989 y 1991, se produjeron 1,8 muertes y cerca de 27 personas heridas adicionales, si se toma en cuenta que tras cada fatalidad quedaron 15 personas heridas. (Datos básicos de Reksnis, 1995). Si se considera China, el aumento de la flota de vehículos entre 1994 y 1997 fue cercano a los seis millones (dos millones por año). El número de muertes por año aumentó de 66.362 a 73.861 (Dianpin, 1999). Por lo tanto, por cada mil vehículos nuevos en China se produjeron 1,25 nuevas muertes en el tránsito. Además del impacto en sí, este efecto puede ser asociado al perjuicio causado para los roles más vulnerables: los peatones y los ciclistas fueron los más perjudicados en los países ex-socialistas, quienes fueron víctimas del 40% de las muertes en ex-Alemania Oriental, del 49% en Polonia y del 46% en Hungría (Pucher y Lefèvre, 1996).

El crecimiento exponencial del parque de motocicletas en Brasil en el período comprendido entre 1995 y 2005 causó el mismo fenómeno trágico. El número de fatalidades en el tránsito con usuarios de motocicletas aumentó de 725 en 1996 a 6.970 en 2006, esto es, fue 10 casi veces mayor. El número acumulado de fatalidades adicionales provocadas por el aumento en el uso de motocicletas (en relación con datos de 1996)

fue de 27.883. En este período, la participación de las motocicletas en el total de fatalidades de tránsito pasó de 2% en 1996 a 20% en 2006. Esto significa que por cada 850 nuevas motocicletas vendidas ocurre una muerte adicional.

Congestión en las vías

Estados Unidos registra la mayor flota de vehículos motorizados del mundo y genera la mayor cantidad de tráfico urbano, en el que predominan los automóviles. Es quizás por esta razón que los estudios más detallados acerca de las congestiones son originados en dicho país. En los países en desarrollo se observa, sin embargo, que las investigaciones y estudios disponibles requieren un análisis adicional de los impactos sobre el transporte colectivo y sobre el flujo de peatones.

Definición de congestión

Aunque los latinoamericanos estamos acostumbrados a hablar sobre congestión, su definición es compleja, toda vez que conlleva un alto grado de subjetividad. La idea más popular (y físicamente evidente) en torno a la congestión está relacionada con la noción de “tiempo perdido” por las personas. Sin embargo, cabe cuestionar qué está “perdido” o qué se pierde. La noción más intuitiva, utilizada en la mayoría de los estudios, está relacionada con una comparación entre el tiempo real en la vía y un tiempo “ideal” a ser definido. El problema se encuentra en identificar cuál es ese tiempo “ideal”. La dinámica de los flujos de vehículos, extensamente analizada en la literatura especializada (TRB, 2000), indica las relaciones entre velocidad (km/h), flujo (vehículos/hora) y densidad en la medida en que el flujo aumenta, hasta un punto en el cual el flujo se acerca a la capacidad física de la vía y se torna inestable, con grandes variaciones de velocidad en valores bajos que, en algunos momentos, llegan a ser cero. Dicha situación crítica corresponde a la idea popular de congestión, toda vez que la visión del grupo de vehículos que se desplaza a baja velocidad resulta autoexplicativa.

No obstante, el problema es más complejo si se observa desde el punto de vista técnico. El impacto que un vehículo causa a otro ocurre teóricamente cuando un segundo vehículo entra en la vía y empieza a afectar el desempeño de aquel que ya está en ella. En la práctica, se observa que ese efecto empieza a crecer rápidamente cuando el flujo de vehículos llega al 70% de la capacidad vial, al hacerse visible para las personas que están en la vía.

En términos económicos, lo que ocurre es que un determinado vehículo que ingresa a una vía genera una disminución de velocidad entre los que ya cruzan por ella, lo que es comprendido como una externalidad, es decir, un impacto causado a un tercero sin compensación. De ese presupuesto parten todos los estudios acerca del peaje vial y sobre cuanto se debería cobrar a un conductor por el efecto causado a los demás.

Al analizar ese efecto, podemos identificar dos tipos de definición de congestión:

- ◆ La definición *física*, relacionada con la diferencia entre una velocidad real y una “ideal”, que sería determinada en función de algún punto de esa relación flujo-capacidad. Esta es una manera “relativa” de estimar la congestión y, por lo tanto, subjetiva. Dicha estimación está vinculada a la idea de “escasez” que, en general, resulta en propuestas de ampliación del sistema vial para reducir los retrasos verificados; dicha forma de definición llamada definición de la “ingeniería” conlleva a estudios “técnicos”.
- ◆ La definición *económica* está relacionada con la identificación del tiempo adicional que las personas que ingresan a una vía imponen a las que ya están en ella y, consecuentemente, de los costos causados a los demás. De allí surge la búsqueda de un punto de “congestión óptimo” en el cual existiría un equilibrio entre ventajas y costos, a través de un pago realizado por los causantes del “tiempo excesivo” (el “peaje urbano”). Esta es una definición más objetiva y, a pesar de la definición del valor del tiempo y de su costo, implica un cierto grado de subjetividad.

Existe un conflicto entre las personas que utilizan la definición “física” y las que utilizan la “económica”, pues los dos conceptos son distintos y pueden producir resultados distintos al tomar como base la misma situación.

Estudios técnicos

En Estados Unidos, país donde se genera la mayoría de los estudios sobre congestión, el Ministerio del Transporte realiza anualmente –a través de la Universidad de Texas– un gran estudio con el objetivo de estimar el nivel de congestión presente y futuro en la red de vías expresas urbanas del país. El criterio adoptado por ese estudio es el de “ingeniería” y de acuerdo a él se define un “límite” desde el cual se considera la congestión

de una parte de una vía. Dicho límite fue elegido como equivalente al peso entre los niveles de servicio C y D, conforme metodología del HCM (TRB, 2000). En este punto, la relación entre volumen y capacidad es cercana a 0,77 con un volumen de servicio máximo de alrededor de 1.550 automóviles/hora. A partir de este parámetro se calcula la relación entre volumen de vehículos y capacidad (V/C) para cada pedazo de vía, en cada hora, y aquellos que superen el límite son considerados “congestionados”.

El estudio comprende tres líneas de investigación. La primera, llamada congestión general, se vincula a la medición del *Roadway Congestion Index* (RCI) o Índice de Congestión de las Vías, el cual refleja la condición media del sistema vial analizado en función de la congestión. La segunda, llamada impactos de la congestión, mide dos impactos: el retraso y el consumo excesivo de combustibles. La tercera, denominada costos de la congestión, evalúa los costos por retraso y por consumo de combustibles.

La congestión general es medida a través de un índice general de congestión (IGC), que promedia todo el sistema vial. Dicho promedio no indica lugares específicos que puedan estar más congestionados, sino que compara el uso actual de las vías como característico del límite entre el “no congestionado” y el “congestionado”. El sistema vial es considerado congestionado cuando el IGC es mayor a uno.

$$\text{IGC} = \frac{F1 * F2 + A1 * A2}{13.000 * F2 + 5.000 * A2}$$

donde:

F1 = vehículos x km por día, por carril-km, en vías expresas

F2 = vehículos x km por día en vías expresas

A1 = vehículos x km por día, por carril-km, en vías arteriales

A2 = vehículos x km por día en vías arteriales

13.000 = valor límite para vehículos x km diario de carril de vía expresa

5.000 = valor límite para vehículos x km diario de carril de vía arterial

El Cuadro 25 indica datos de congestiones en las mayores ciudades de Estados Unidos. En las ciudades con peores condiciones como Los Ángeles, las personas pierden 485.000 millones de horas al año y consumen un exceso de 1,4 billones de litros de gasolina, con un costo total de congestión (tiempo de recorrido, energía) de USD 10.300 millones.

Cuadro 25. Índices de congestión, grandes ciudades de Estados Unidos (2009)

Ciudad	Valores en exceso y costo (en millones)		
	Tiempo (horas)	Gasolina (litros)	Costo (USD)
Los Ángeles	485.022	1.394.482	10.328
Nueva York	379.328	907.949	8.180
Chicago	189.201	491.587	4.207
Atlanta	135.335	364.557	2.981
Miami	145.608	386.563	2.955
Dallas	140.744	366.613	2.849
Washington	133.862	345.044	2.762
San Francisco	129.393	358.321	2.675
Houston	123.915	335.308	2.482

Fuente: TTI (2010).

Algunos índices pueden ser usados para ampliar la visión del problema (ver Cuadro 26).

Cuadro 26. Indicadores agregados de la congestión

Indicador	Medidas recomendadas
Duración	Tiempo durante el día con congestión
	Espacio (longitud) congestionado x duración
Extensión	Personas afectadas
	Personas x km bajo congestión
	Viajes afectados por la congestión
	Personas x km afectadas por la congestión
	Regiones afectadas
	Longitud de vías afectadas
	Porcentaje del sistema vial afectado
Intensidad	Horas de retraso de personas o vehículos
	Tasas de retraso
	Retraso por persona o vehículo
Variabilidad	Variación promedio de la congestión usual

Fuente: Lomax et al., 1996.

En Francia, muchos estudios han sido realizados fundamentalmente sobre el tráfico de París. Uno de los pioneros de carácter más económico fue elaborado en la década de 1970 (Taché, 1980). En dicho estudio, el autor

define un coeficiente de congestión que expresa la diferencia entre la velocidad real y la velocidad “ideal” (*objectif*, en el original en francés), como aquella máxima posible de ser alcanzada. El coeficiente de congestión es:

$$C = 1 - V_r/V_i$$

donde

V_r = velocidad real del tráfico

V_i = velocidad ideal del tráfico

C = coeficiente de congestión, entre ($V_r = V_i$) y 1 ($V_r = 0$)

De esa manera, una vía con velocidad cercana a cero tendría el coeficiente máximo de congestión, al tiempo que una vía con velocidad cercana a la ideal tendría el coeficiente de congestión cercano a cero. El coeficiente puede ser calculado para varios tipos de vehículo con velocidades distintas (por ejemplo, automóviles y autobuses). El tiempo de congestión es la diferencia entre el tiempo real y el tiempo ideal, multiplicado por la cantidad de vehículos que circulan en la vía.

Estudio en Brasil

El estudio más amplio acerca de congestión en Brasil fue hecho entre 1997 y 1998 por el IPEA/ANTP (1998). El estudio evaluó las condiciones de tráfico en 10 ciudades brasileñas de distintas dimensiones y analizó el tiempo de recorrido de autobús y de automóviles, el consumo de combustible, la emisión de contaminantes y el uso del espacio vial.

En lo referente a las congestiones, el estudio adoptó la definición “física” mencionada y comparó tiempos reales y tiempos ideales de recorrido. Para llegar a la definición de esos límites de congestión, las vías fueron clasificadas en cuatro tipos, a saber:

Vía expresa: tráfico sin interrupciones, geometría que permite altas velocidades.

Vía arterial I: dos pistas y un canal central, velocidades elevadas, cruces con semáforos, estacionamiento prohibido y tráfico de autobús con control razonable.

Vía arterial II: difiere de la anterior por las velocidades inferiores, por el estacionamiento eventualmente permitido y el tráfico de autobús con bajo nivel de control.

Vía coleccionera: vía de pista simple, con estacionamiento permitido o prohibido y movimiento libre de autobús.

Los tiempos de recorrido fueron estimados para cada tipo de vía y las velocidades que mejor representarían sus condiciones. Fueron desarrolladas curvas específicas a partir de curvas elaboradas en estudios internacionales para su utilización en Brasil. En dichas curvas fueron contemplados los cuatro tipos de vías descritas arriba, además de los valores e indicadores considerados adecuados para la realidad brasileña, por técnicos participantes de redes de ciudades. La congestión fue definida en tres niveles –leve, moderado y severo– correspondientes a niveles crecientes de saturación del sistema vial, expresado por la relación entre volumen y capacidad de las vías. El nivel leve corresponde a la situación donde dicha relación se ubica entre 0,70 y 0,84. La relación en nivel moderado se ubica entre 0,85 y 0,99; y la del nivel severo es igual a 1.

Fueron definidos los tiempos relativos de recorrido por km para cada nivel de congestión, en cada tipo de vía, de acuerdo al número de semáforos por km. El conjunto final de curvas refleja el comportamiento considerado “ideal” en cada tipo de vía, en los tres niveles de congestión previamente definidos.

En el caso del autobús se observó que sus tiempos relativos de recorrido son superiores a los de los automóviles debido a la necesidad de hacer paradas para la entrada y salida de pasajeros. De la misma manera, fueron consideradas las condiciones específicas para vías expresas.

La sugerencia de velocidades y tiempos de recorrido ideales establece los límites a partir de los cuales se determina la existencia de un congestionamiento. Para cada recorrido y sentido, fueron comparados los tiempos reales de recorrido con los considerados máximos, en los cuales la diferencia representa la dimensión de la congestión por vehículo. El tiempo de congestión, multiplicado por el número de personas que circula en determinado espacio expresa la cantidad de horas perdidas por las personas, en cada nivel de congestión.

La expansión de los datos de la hora punta fue realizada en dos etapas: primero para el total diario y luego para el total anual. Se estimó un valor para el congestionamiento en las vías transversales a las vías investigadas (por análisis de capacidad) y se obtuvieron valores anuales totales para cada ciudad.

Resumen de los resultados

a. Desempeño general del tráfico

El Cuadro 27 indica la velocidad promedio ponderada de los períodos punta por la mañana y la tarde en las 10 ciudades investigadas.

Cuadro 27. Desempeño promedio del tráfico, 10 ciudades

Ciudad	Autobús (km/h)		Autobús (km/h)	
	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
Belo Horizonte	16,1	15,9	25,9	22,5
Brasilia	28,3	27,1	45,0	44,3
Campinas	17,2	16,8	24,7	23,3
Curitiba	21,1	19,0	26,4	22,2
João Pessoa	19,4	17,7	29,3	26,8
Juiz de Fora	22,1	21,5	38,2	30,7
Porto Alegre	21,5	19,9	29,8	28,3
Recife	17,6	13,6	28,2	23,4
Río de Janeiro	16,7	18,3	23,0	26,1
São Paulo	16,9	11,7	26,9	16,8

Fuente: IPEA/ANTP (1998).

Se puede observar que los autobuses registran velocidades alrededor de los 20 km/h, a excepción de los de São Paulo, que registran valores mucho más bajos, y los de Brasilia, donde los valores son más altos debido a las características del sistema vial y la frecuencia de las paradas. En cuanto a los automóviles, las velocidades varían alrededor de los 30 km/h, con valores mucho más bajos en São Paulo.

b. Tiempos en exceso

En el caso de congestión severa, los tiempos en exceso en las 10 ciudades investigadas fueron estimados en 256 millones de horas para los usuarios de autobús y en 250 millones de horas para los usuarios de automóvil.

c. Impacto sobre el sistema de autobuses

Un efecto particularmente importante en el caso brasileño es el impacto de las congestiones en la operación de los autobuses. Dicho impacto es ilustrado en el Cuadro 28.

Cuadro 28. Impacto de la congestión severa en el sistema de autobuses, 10 ciudades

Ciudad	Flota adicional ¹ (%)	Costo adicional (%)
Belo Horizonte	11,7	6,2
Brasilia	1,5	0,9
Campinas	0,6	6,4
Curitiba	1,6	1,6
João Pessoa	6,9	3,7
Juiz de Fora	2,0	2,1
Porto Alegre	4,9	2,6
Recife	5,9	3,5
Río de Janeiro	13,5	9,6
São Paulo	30,3	15,8

Nota: ¹Hora punta vespertina; flota adicional necesaria para compensar el efecto de la congestión en la operación de los autobuses.

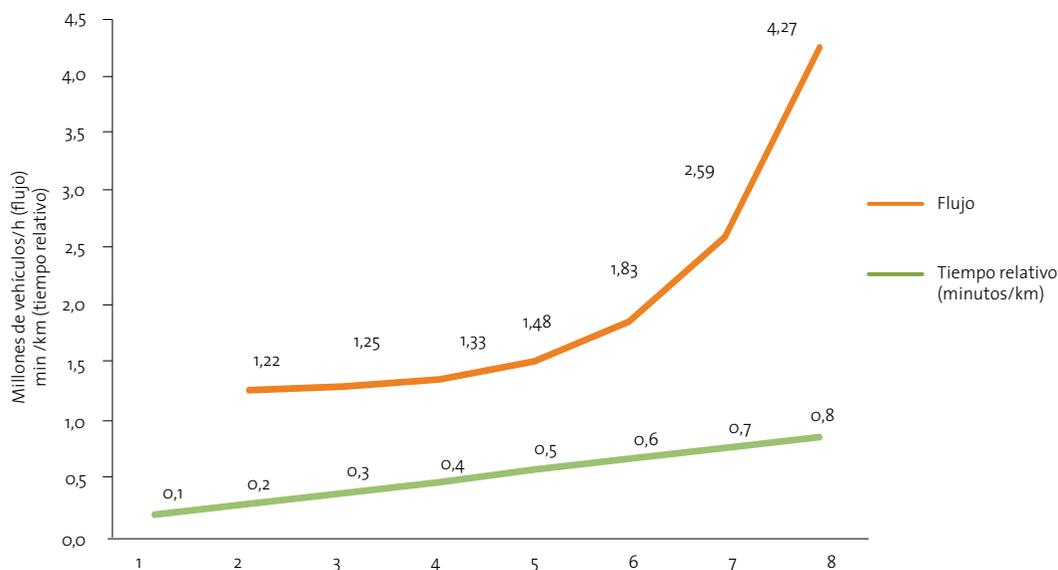
Fuente: IPEA/ANTP (1998).

Estudios económicos

Los estudios económicos son realizados para estimar cuánto se debe cobrar a los usuarios para que una vía sea utilizada en su nivel “óptimo” desde el punto de vista económico. Dichos estudios calculan el costo marginal de uso de la vía por un usuario que maneja un vehículo. La estimación del costo marginal es realizada tomando el costo de operación del vehículo por km, además de un costo de tiempo del usuario, que varía, entre otros factores, de acuerdo al ingreso de la persona y al motivo del viaje y que es objeto de controversia entre especialistas (el llamado “costo del tiempo”). Valores distintos de tiempo llevan a estimaciones distintas de costos marginales y, consecuentemente, de los impactos de la congestión. A continuación se presenta el resumen de dos estudios.

El estudio realizado en Bruselas (Mayeres *et al.*, 1996) ha estimado la curva de la relación entre el flujo total en las vías de la ciudad y el tiempo relativo de recorrido (minutos por km). El Gráfico 15 (ver p. 126) indica los resultados para los flujos entre 0,1 millón y un millón de vehículos por hora. El tiempo del recorrido por km crece exponencialmente con el aumento del flujo de vehículos en las vías, el cual se triplica cuando el flujo llega a los 800.000 vehículos por hora. Esto representa una reducción de la velocidad promedio de 50 km/h a 14 km/h.

Gráfico 15. Flujo en la vía y tiempo relativo de recorrido



Fuente: Mayres et al. (1996), elaboración propia.

Otro estudio amplio fue publicado en Inglaterra (Newberry, 1992) y analizado por Maddison et al. (1996). El autor ha estimado los costos marginales de congestión en Inglaterra, tomando varios tipos de vía y de condiciones de tráfico (ver Cuadro 29).

Cuadro 29. Costos externos marginales de la congestión, Inglaterra (1990)

Tipo de vía y período	Costo marginal externo del transporte (centavos de GBP por vehículo-km)
Carretera	0,26
Vías urbanas	
Centro, hora punta	36,37
Centro, fuera de hora punta	29,23
Fuera del centro, hora punta	15,86
Fuera del centro, fuera de hora punta	8,74
Ciudad pequeña	
Hora punta	6,89
Fuera de hora punta	4,20
Promedio ponderado¹	3,40

¹Incluye otras vías urbanas y rurales.

Fuente: Maddison et al. (1996).

Se puede observar que el costo marginal para usar una carretera es el menor de todos. El mayor costo, evidentemente, es el de las vías centrales en el horario punta (36 centavos de libras esterlinas). El menor costo se encuentra en ciudades pequeñas. Las conclusiones a partir de los datos del cuadro indican que la aplicación de un peaje urbano sería mucho más importante en las áreas centrales de las ciudades de gran tamaño que en las carreteras.

Las cifras del cuadro permiten sacar conclusiones acerca del costo total de una vía y, por lo tanto, cuánto se debería cobrar en un peaje urbano. Dicho costo se obtiene al multiplicar el costo marginal por vehículo-km por el flujo de vehículos que circulan en un determinado horario. Para la estimación planteada por los autores (Maddison *et al.*, 1996) para Inglaterra en 1993 se adoptó un promedio ponderado del costo por vehículo-km recorrido en el país, para llegar a la cifra de 19.100 millones de libras (cerca de USD 28.000 millones).

Contaminación atmosférica y sonora

Transporte y contaminación

El uso de vehículos motorizados implica varias formas de contaminación atmosférica y sonora. Joumard *et al.* (1995) identifican seis tipos de contaminación del aire relacionadas con el transporte:

- a. Contaminación sensible: percibida por las personas a través del olor y de la visión. Está relacionada con fuentes cercanas a la persona y asociada a sensaciones desagradables.
- b. Contaminación que afecta la salud humana: relacionada con la presencia de contaminantes como el CO, los óxidos de nitrógeno, los hidrocarburos y el material particulado.
- c. *Smog* fotoquímico: relacionado con la producción de contaminantes secundarios a partir de la presencia en la atmósfera de contaminantes primarios emitidos por vehículos. Los principales contaminantes secundarios son el ozono y el peróxidoacetil-nitrato (PAN). Ambos necesitan de condiciones climáticas específicas como la insolación y se forman a lo largo de unas horas, pudiendo concentrarse lejos de las fuentes primarias de contaminación.
- d. Lluvias ácidas: cuya principal consecuencia es el perjuicio causado a las áreas forestales. Dicho impacto tiene escala regional (algunos

centenares de km) y puede ocurrir uno o más días después de la emisión de los contaminantes.

- e. Efecto de la capa de ozono en los polos del planeta.
- f. Efecto invernadero, causado sobre todo por la concentración de CO_2 en la atmósfera.

Los mismos autores identifican los principales contaminantes emitidos por los medios de transporte o generados a partir de las emisiones:

- a. Óxidos de nitrógeno (N y NO_2 , formado a partir del N y con alto poder oxidante).
- b. Gas carbónico (CO_2).
- c. Dióxido de carbono (CO_2).
- d. Partículas líquidas o sólidas (MP), ya que apenas las muy pequeñas penetran por las vías respiratorias inferiores y son cancerígenas.
- e. Hidrocarburos.
- f. Monóxido de carbono (oxidación incompleta del carbono).
- g. Dióxido de azufre (SO_2): dependiente de la existencia de azufre en el combustible y junto al NO_x , principal responsable de la lluvia ácida.
- h. Plomo.
- i. Ozono (O_3).

A escala mundial, el transporte representa un alto porcentaje de las emisiones totales, pero con gran diferencia en relación con la contribución entre las regiones (ver Cuadro 30). El cuadro indica que el transporte contribuyó significativamente a las emisiones globales y que los países industrializados son los principales responsables de la contaminación atmosférica. Los países en desarrollo contribuyen con una cantidad menor, debido a su nivel más bajo de motorización: mientras los países de la OCDE concentran 74,2% de los vehículos del mundo, Asia tiene 10,25%, América Latina y el Caribe 6,3% y África 2,1% (Faiz, 1993). Dicha motorización inferior también ocurre cuando son considerados los índices de ve-

hículo per cápita: en 1993, el número de vehículos por mil habitantes era 561 en Estados Unidos, 366 en la OCDE y 72 en sólo tres en otras regiones del mundo (Banco Mundial, 1997). En el aspecto ambiental, las peores consecuencias de las actuales políticas de transporte y tránsito en los países en desarrollo son los accidentes de tránsito y no la contaminación sonora o atmosférica. Sin embargo, estos últimos problemas están convirtiéndose en preocupaciones centrales en las grandes ciudades, con un futuro posiblemente negativo, debido al crecimiento tanto de la población como de la flota de vehículos.

Cuadro 30. Contribución de los vehículos motorizados a las emisiones de contaminantes (1986-1987)

Contaminante	% de emisiones globales	Contribución por región (%)		
		OECD y Europa	África del Este y América Latina	Asia
CO ₂	14	69	9	22
CFC-12	28	90	<10	<10
CO	10 a 54	73	11	16
NO _x	29 a 32	75	11	14
HC	47 a 49	73	12	15

Fuente: Faiz, 1993.

Las grandes ciudades de los países en desarrollo ya producen enormes cantidades de gases contaminantes. En megaciudades como São Paulo y México, la emisión diaria de contaminantes provocada por el transporte de pasajeros es de cerca de dos mil toneladas. Cada una de esas ciudades también produce siete millones de toneladas de CO₂ al año (CAF, 2010).

Desde el punto de vista del análisis social de la movilidad, la primera conclusión importante acerca de la contaminación atmosférica es que afecta a todos, independientemente de las condiciones sociales y económicas. Sin embargo, la mayoría de los contaminantes proviene de los vehículos motorizados y, dentro de este grupo, de los vehículos individuales, principalmente del automóvil (ver Cuadro 31, p. 130).

El Cuadro 31 indica que los vehículos motorizados son responsables por casi todas las emisiones de CO y por la mayor cantidad de emisiones de HC y NO_x. Cuando la contribución es analizada por tipo de vehículo, surgen importantes diferencias. Dicha contaminación puede ser generada

Cuadro 31. Contribución de los vehículos motorizados a la emisión de contaminantes, São Paulo y Ciudad de México

Ciudad	Contaminante emitido por vehículos motorizados (%)				
	CO	HC	NO _x	SO ₂	MP
México (1998)	98,0	39,5	80,5	20,8	35,9
São Paulo (2006)	97,5	96,8	49,0	24,3	32,6

Fuente: Molina y Molina (2002); y Cetesb (2008).

por varios factores, dependiendo de la composición del tráfico. El Cuadro 32 indica la emisión de contaminantes locales en siete grandes ciudades de América Latina.

Cuadro 32. Emisión de contaminantes locales por el transporte colectivo e individual (%), grandes ciudades de América Latina (2007)

Ciudad	Emisión de contaminantes locales (%)									
	CO		HC		NO _x		SO ₂		MP	
	TC	TI	TC	TI	TC	TI	TC	TI	TC	TI
Bogotá	9	91	10	90	40	60	ND	ND	54	46
Buenos Aires	6	94	4	96	36	64	9	91	25	75
Ciudad de México	23	77	20	80	38	62	11	89	13	87
Lima	7	93	5	95	41	59	67	33	47	53
Río de Janeiro	15	85	13	87	45	55	39	61	49	51
Santiago	40	60	32	68	50	50	30	70	17	83
São Paulo	4	96	2	98	34	66	44	56	26	74
Promedio	15	85	12	88	41	59	43	57	33	67

Notas: ND: no disponible; TC: transporte colectivo; y TI: transporte individual.

Fuente: CAF, OMU (2010).

Contaminación y salud de la tierra

Un de los impactos más importantes de la contaminación está relacionado con los efectos sobre el medio ambiente global como complemento al medio ambiente local. Dentro esos impactos, el efecto invernadero es uno de los más relevantes por sus implicaciones de mediano y largo plazo. El Cuadro 33 demuestra la contribución relativa estimada de los gases al efecto invernadero con la destacada participación del CO₂.

Cuadro 33. Contribución relativa de los contaminantes al efecto invernadero (1989)

Gas	Contribución (%)
Dióxido de carbono	50
Metano	18
Clorofluorocarbonetos	14
Ozono	12
Óxidos de nitrógeno	6

Fuente: Tolley y Turton, 1995.

El gas que más contribuye individualmente al efecto invernadero es el CO₂. Los demás son el metano, los óxidos de nitrógeno y los clorofluorocarbonetos (CFC). La contribución final real de cada gas depende de su tiempo de vida en la atmósfera y de su relación con otros gases, traducido en el llamado Potencial de Calentamiento Global (*Global Warming Potential*) de cada gas, por ejemplo, por los próximos 100 años. Los clorofluorocarbonetos presentan un GWP hasta siete mil veces más grande que el del CO₂. De allí que, a pesar de su concentración mucho menor en la atmósfera, sean tan importantes.

La concentración de CO₂ en la atmósfera ha aumentado desde cerca de 315 millones de partes en volumen (mpv) en los años 50 a cerca de 350 mpv en los años 80. Con respecto a la relación entre transporte y calentamiento global, los combustibles contribuyen de formas distintas a las emisiones de CO₂ y el diesel es el que más emisiones provoca por litro (ver Cuadro 34).

Cuadro 34. Contribución del CO₂ por tipo de combustible

Combustible	CO ₂ (kg/litro)
Gasolina	2,40
Diesel	2,69
Metanol	1,08
Etanol	1,50

Fuente: Goldemberg, 1998.

Impacto de las distintas formas de energía en la producción de CO₂

La definición de la forma de energía a ser utilizada en un país también debe considerar el impacto total de cada una al medio ambiente y no

sólo el impacto de su uso directo en algún vehículo. El impacto general es obtenido cuando son calculadas todas las emisiones directas (operación) e indirectas (producción, *stock*, transporte hacia los distribuidores finales). Ese tipo de cálculo fue bautizado a nivel internacional como *from well to wheels* (“del pozo a las ruedas”, es decir, al vehículo), por representar el ciclo total del petróleo, desde su extracción de los pozos hasta su uso en los vehículos. La importancia de este tipo de cálculo está relacionada con la estrategia elegida en la política energética de cada país, en la que debe analizarse qué tipo de energía será incentivada al uso.

Un caso interesante es el del alcohol combustible en Brasil: su uso en los vehículos puede no presentar grandes ventajas en comparación con la gasolina de alta calidad o el gas natural; en el análisis del ciclo completo de producción de la caña de azúcar y el uso final del etanol todavía demuestra grandes ventajas ambientales en la producción y captura de los gases del efecto invernadero. El Cuadro 35 demuestra la emisión *from well to wheels* de CO₂ en varias formas de energía.

Se puede observar que, al fijar el potencial de producción de CO₂ por la gasolina en el nivel 100, el etanol surge como la energía ambientalmente más sana (con un índice de emisión de 87) en el grupo de energías de base mineral o de biomasa, al tiempo que la energía eléctrica tiene un índice de 88 y la del combustible de 67.

Cuadro 35. Emisión de CO₂ por tipo de combustible desde su producción hasta su utilización

Combustible	Emisión CO ₂ equivalente	
	g/km	Relación
Gasolina	207	100
GNV	164	79
Diesel	152	93
Etanol	133	87
Eléctrico	117	88
Célula combustible	78	67

Nota: GNV: Gas Natural Vehicular.

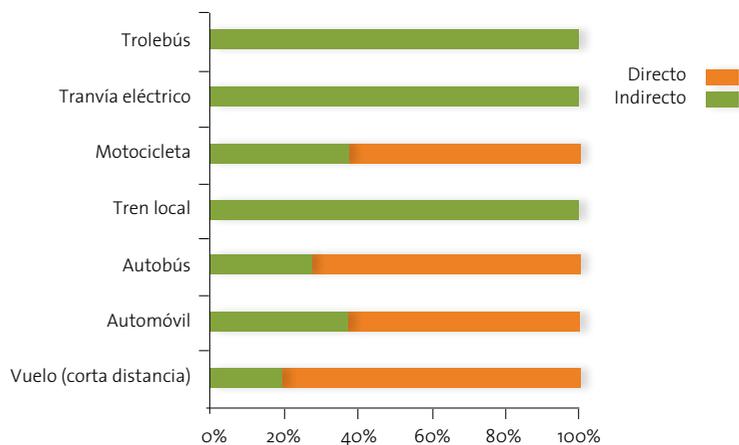
Fuente: UN (2002).

Impacto de los diversos modos de transporte de pasajeros

El Gráfico 16 resume el potencial de impacto de los gases de efecto invernadero en los distintos modos de transporte de pasajeros en Suiza. Es importante destacar que los valores están directamente influenciados por la ocupación promedio de los vehículos utilizados; es decir, los valores finales pueden ser muy distintos en Estados Unidos (donde hay poco transporte público) y en los países en desarrollo (donde hay más transporte público). El potencial de emisión “indirecta” involucra la producción de energía, su eventual *stock*, así como la construcción de infraestructura. El potencial “directo” representa la emisión por el uso de la energía.

El Gráfico 16 indica que la contribución del tranvía es muy pequeña y está concentrada en la fabricación del vehículo y en la producción de la energía eléctrica que lo moverá, mientras la contribución de los automóviles es cerca de 10 veces mayor (por pasajero-km) y ocurre sobre todo durante su operación en las vías.

Gráfico 16. Potencial de polución de gases de efecto invernadero



Fuente: Maibach M. et al. (1997).

Contaminación y salud

El tema de la polución –en todas sus manifestaciones– ha generado un gran número de estudios en todo el mundo. En el área del transporte urbano, los análisis se han concentrado en dos impactos ambientales: la contaminación atmosférica y el ruido provocado por el tráfico. La importancia de dichos estudios está relacionada tanto con la evaluación del impacto a la salud de las personas como el impacto a mediano plazo al medio ambiente global. Muchos de los contaminantes tienen efectos nocivos para la salud humana claramente definidos. Por ejemplo, el monóxido de carbono reacciona con la hemoglobina de la sangre y afecta a personas con anemia, problemas cardíacos y problemas pulmonares crónicos. Los hidrocarburos reaccionan con el dióxido de nitrógeno y causan problemas respiratorios. El dióxido de azufre, asociado al material particulado, puede causar daños graves en personas con bronquitis crónica (Varma *et al.*, 1992). El Banco Mundial estima que cerca de 1.100 millones de personas en el mundo están expuestas a niveles excesivos de material particulado y dióxido de azufre (Banco Mundial, 1996). La concientización acerca de ese problema ha sido promocionada hace muchas décadas, como lo destaca Bovy (1990) y el tema ya ha pasado por varias fases de crecimiento en importancia dentro de la sociedad.

Los países europeos, a través de la OCDE, han realizado varios estudios acerca de transporte y medio ambiente. En uno de los más importantes (OECD, 1988) se analizaron los impactos ambientales del transporte en esos países, así como posibles soluciones que ya están siendo adoptadas.

El estudio identificó dos impactos principales –la contaminación atmosférica y el ruido– buscando evaluar en qué ciudades son más relevantes. En términos de contaminación atmosférica, la ciudad de Los Ángeles es la principal, por la dimensión de su flota y la cantidad de viajes diarios realizados en automóvil (39 millones). En esa ciudad, los automóviles son responsables por 80% del monóxido de carbono, dos tercios del dióxido de nitrógeno y 50% de las emisiones de hidrocarburos. Un fenómeno similar ha sido observado en Londres, aunque en menor escala, donde los vehículos motorizados lanzan a la atmósfera 1,05 millón de toneladas de contaminantes al año. En Atenas, la contaminación es crítica debido a la conjunción de factores climáticos, la flota envejecida y mal mantenida, la congestión de tráfico (la velocidad en la región central es de siete a ocho km/h) y el combustible de baja calidad (en un intento por minimizar esos factores, la ciudad tiene una rotación de vehículos).

Al observar las tendencias en los países de la OCDE, el informe demuestra que las emisiones de CO, HC y plomo desde fuentes móviles han disminuido considerablemente en Estados Unidos y en Japón, debido a regulaciones cada vez más estrictas. En Estados Unidos, las reducciones fueron de 23% de CO, 30% de HC y 68% de plomo con relación a 1975. En Europa, dichas emisiones registraron una estabilización, luego de haber crecido. Allá el fenómeno demuestra ser más lento, pues la regulación europea es menos rígida, ha sido adoptada tardíamente y la flota de vehículos todavía sigue siendo sustituida.

Los estudios de emisión fueron acompañados de estudios epidemiológicos sobre las consecuencias de la contaminación a la salud humana que analizaron la función “dosis-respuesta” de cada contaminante, o sea, la consecuencia para la salud de una determinada dosis de exposición al agente contaminante. Con esas relaciones disponibles es posible prever los resultados de dos situaciones relevantes para las políticas públicas: lo que sucede cuando la concentración de un contaminante aumenta – como en el caso de muchos países en desarrollo – y lo que sucede cuando disminuye, lo que puede ocurrir con la puesta en marcha de programas de control de la contaminación. En ambos casos, los beneficios pueden ser estimados, por ejemplo, en ahorros en instalaciones hospitalarias o en la reducción de días perdidos de trabajo y, en situaciones límite, en la reducción de muertes. Algunos estudios incluso intentaron valorar dichos beneficios.

Hoy, no sólo los efectos negativos de la contaminación a la salud humana han sido reconocidos y por eso no sólo el transporte sino también el agua, requieren ser visto también como un problema de salud pública (Steensberg, 1997). En el ámbito local, el impacto final a la salud de las personas depende del grado de concentración de los gases en la atmósfera y del tiempo de exposición de las personas a esos gases. De esa manera, los volúmenes grandes de contaminantes pueden ser menos nocivos en ambientes con fuertes vientos, pues estos impiden las altas concentraciones.

Cada vez hay más evidencias de que, desde que el plomo fue eliminado, el material particulado (MP) es el contaminante más perjudicial para la salud (Gwilliam, 2000). Existe una preocupación creciente acerca del impacto del MP en la salud de personas mayores y de personas con problemas respiratorios, que pueden llegar a la muerte. El Cuadro 36 (ver p. 136) indica el riesgo relativamente alto en distintas ciudades asociado al aumento del MP_{10} (partículas muy pequeñas). En São Paulo, el riesgo es

13% mayor para cada aumento de 100 mg/m³ en el MP₁₀ para personas mayores de 65 años de edad. Un factor muy importante es que no existe una “frontera” desde la cual el fenómeno se manifiesta, es decir, el índice de mortalidad aumenta con cualquier aumento de MP₁₀ (Saldiva, 1998).

Cuadro 36. Aumento en el MP₁₀ y riesgo relativo de muerte

Ciudad	Riesgo relativo para un aumento de 100 mg/m ³ en el MP ₁₀
Amsterdan	1,08
Atenas	1,08
Birmingham	1,11
Chicago	1,08
Detroit ¹	1,12
Los Angeles	1,05
Filadelfia ¹	1,12
Santiago	1,11
São Paulo	1,14

Nota: MP: material particulado; MP₁₀: partículas muy pequeñas; ¹convertido en el MP en suspensión, asumiendo MP₁₀/PM en suspensión igual a 0,60.

Fuente: Schwartz, 1997.

Emisión de contaminantes y velocidad del vehículo

Los contaminantes resultantes del funcionamiento de los motores vehiculares son expulsados en tasas que varían de acuerdo a muchos factores, sobre todo la velocidad y la aceleración de los vehículos. La emisión de contaminantes en función de la velocidad, en el caso de vehículos suizos, puede ser observado en el Cuadro 37.

Cuadro 37. Emisión de contaminantes y velocidad promedio por automóvil, vehículos suizos (valores aproximados)

Velocidad (km/h)	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)
10	40	4,0	1,5
20	25	2,5	1,8
30	20	2,0	2,0
40	15	1,5	2,2

Fuente: Lamure, 1994.

El problema de la aplicación de las tasas mencionadas en los estudios de congestión es que el factor más relevante para la salud humana no es la cantidad de contaminante emitido *per se* pero sí su concentración en la atmósfera de la ciudad. Los órganos ambientales definen grados máximos de concentración para los varios contaminantes –CO, HC, SO₂, NO_x– que no deberían ser sobrepasados. La concentración de dichos contaminantes en la atmósfera depende de una serie de factores, entre los cuales están el régimen del viento, la ocurrencia de turbulencias, la ocurrencia de reacciones químicas y la distancia entre emisor y receptor. Por ejemplo, las grandes cantidades de emisión pueden ser poco nocivas a la salud cuando los vientos son muy fuertes. Estudios detallados acerca de la emisión de contaminantes elaboran modelos complejos acerca de las condiciones meteorológicas y de dispersión de contaminantes que son muy sensibles a las variables referidas.

En Brasil, un estudio de IPEA/ANTP (1998) desarrolló curvas de relación entre la velocidad de los vehículos y la emisión de contaminantes. Dichas curvas fueron elaboradas a partir de datos producidos por la Compañía de Saneamiento Ambiental (CETESB) del estado de São Paulo y estudios producidos por el INRETS de Francia (Joumard, 1991). Es importante destacar que las curvas están adaptadas a la emisión promedio de los vehículos brasileños a la fecha de realización del estudio (1997) y deben ser readaptadas a las condiciones tecnológicas propias de la flota de vehículos de cada país (ver Gráficos 17 y 18, ver p. 138 y 139).

En el caso de los automóviles, las ecuaciones son:

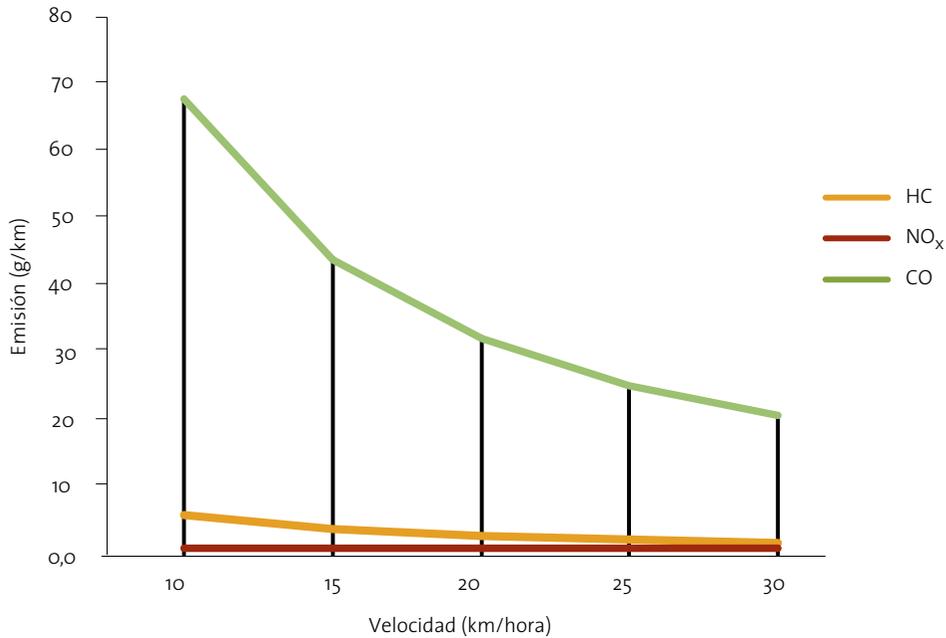
$$\text{HC (g/km)} = -0,28 + 62,48/V$$

$$\text{NO}_x \text{ (g/km)} = 1,03 + 7,477 \times 10^{-5} V^2$$

$$\text{CO (g/km)} = -4,51 + 727 /V + 1,34 \times 10^3 V^2$$

donde V es la velocidad (km/h)

Gráfico 17. Emisiones producidas por automóviles en relación con la velocidad



Fuente: elaboración propia.

En el caso del autobús movido a diesel, se utilizaron cuatro ecuaciones (incluye particulados):

$$\text{HC (g/km)} = 14,14 - 3,67 \ln V$$

$$\text{NO}_x \text{ (g/km)} = 37,21 - 6,46 \ln V$$

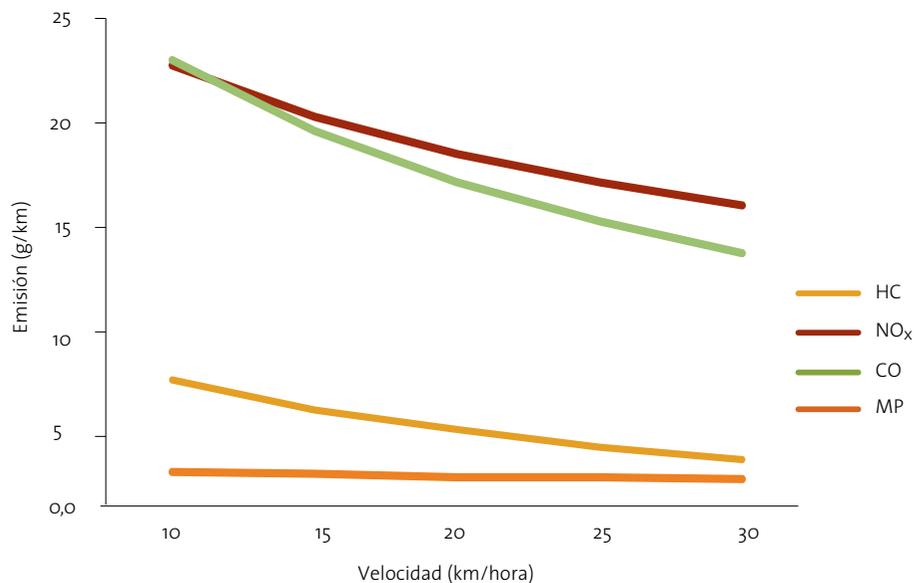
$$\text{CO (g/km)} = 43,34 - 8,98 \ln V$$

$$\text{Particulados (g/km)} = 1,74 - 0,32 \ln V$$

donde V es la velocidad (km/h)

El volumen de tráfico y su composición representan un gran impacto en cuanto al ruido producido. Los vehículos pesados como camiones y autobuses, así como las motocicletas, son los que más contribuyen individualmente a la producción de ruido. La forma en que los vehículos son manejados y su velocidad también influyen. En las zonas urbanas, los trenes también pueden causar un gran impacto sonoro.

Gráfico 18. Emisiones producidas por autobús en relación con la velocidad



Fuente: elaboración propia.

Contaminación sonora

El efecto del ruido en la salud humana depende del nivel de exposición. Ese nivel puede ser significativo y afectar la concentración y la productividad o causar tensiones nocivas a la salud. Los efectos extremos pueden ser problemas en la audición, estrés e insomnio (Miller y Moffet, 1993). El Cuadro 38 indica que el nivel de ruido en una vía colectora (100 vehículos/h) es 17 veces más grande que el de una vía local (seis vehículos/h), y el nivel de ruido de una vía arterial de gran movimiento (2.000 vehículos/h) es 333 veces mayor.

Cuadro 38. Efecto del volumen de tráfico en el ruido

Vehículo/hora	Nivel de ruido (1 hora) dB(A)	Flujo diario estimado (vehículo/día)	Relación (primer nivel=1)
6	51	90	1
60	61	900	10
100	63	1.500	17
500	70	7.500	83
1.000	73	15.000	167
2.000	76	30.000	333

Nota: dB (A): decibeles.

Fuente: Certu, 1996.

Resumen

El análisis de las externalidades relacionadas con el transporte demuestra que éste resulta en un alto consumo de energía y recursos naturales, incluyendo el espacio, y causa graves problemas ambientales, en especial accidentes y contaminación. Dichos impactos dependen del vehículo utilizado: el automóvil consume el mayor espacio y energía y es el más perjudicial a escala global para la mayoría de los contaminantes, mientras las emisiones de material particulado por los vehículos movidos a diesel son las más problemáticas para la salud humana a escala local. Cuando el uso de los vehículos es analizado en relación con las clases sociales, el uso del espacio es altamente desigual: las personas con altos ingresos y acceso a un automóvil consumen mucho más espacio vial que las más pobres que caminan o usan transporte público. Ello desnuda el mito de la construcción del sistema vial como una acción inherentemente democrática.

El transporte motorizado también está relacionado con el “efecto barrera” y a la intrusión en el tráfico (visual y física), cuando las relaciones sociales son severamente afectadas. El efecto provocado es dramático, con gran impacto en la vida de las comunidades, hecho que puede empeorar en un futuro próximo, frente a la creciente motorización en los países en desarrollo. Su presencia es de cierta forma “disfrazada” y está basada en un componente ideológico: luego de promover cambios radicales en la circulación de una área, las personas generalmente no perciben cuánto fueron afectadas sus vidas y tienden a aceptar los cambios como naturales.

Una idea simplificada de la relación entre modos de transporte o externalidades puede ser inferida a partir del análisis de las características de cada modo:

- ◆ Los modos no-motorizados (peatones, bicicletas) producen contaminación cero, pero pueden causar accidentes y congestiones; las bicicletas consumen pequeñas cantidades de recursos naturales y demandan espacios moderados para circular y estacionar.
- ◆ Los modos motorizados producen contaminación atmosférica y sonora así como accidentes y congestiones; dependiendo de su tamaño y de la cantidad de tráfico, pueden producir vibración en las estructuras; también están relacionados con el consumo intensivo de recursos naturales y producen gran cantidad de desechos; hacen uso intensivo del espacio vial y de estacionamiento.
- ◆ Los modos electrificados (trenes, metro) producen contaminación casi nula en la operación y congestiones nulas al usar vías propias; pueden

causar accidentes a otros vehículos que cruzan su camino, cuando existen cruces de nivel; están relacionados con el uso intensivo de recursos naturales y consumen grandes espacios para su operación.

- ◆ Todos los medios motorizados pueden contribuir al “efecto barrera” en cuanto a sus características físicas y su forma de operación afecta las relaciones sociales en el entorno.
- ◆ La infraestructura vial consume gran cantidad de tierra y puede exigir la expulsión de muchas personas de sus hogares; pueden causar el “efecto barrera” cuando sus características físicas y la composición del tráfico afectan las relaciones sociales; pueden causar la destrucción del tejido urbano y pueden tener un impacto indeseado en el uso del suelo.

Cuando varias características de modos de transporte son consideradas conjuntamente, sus impactos relativos en el espacio y en el medio ambiente pueden ser fácilmente comparados. El Cuadro 39 indica la enorme diferencia entre un extremo –caminar– y otro –usar el automóvil–.

Cuadro 39. Niveles de consumo y de emisión de diferentes modos de transporte

Característica	Automóvil	Tren	Autobús	Bicicleta	A pie
Uso de la tierra ¹	120	7	12	9	2
Uso de la energía ²	90	31	27	0	0
Emisión de CO ₂ ³	200	60	59	0	0

Notas: ¹m²/persona; ²Gramos de unidades equivalentes de carbón por pasajeros-km; y ³Gramos/pasajeros-km.

Fuente: Whitelegg, 1997.

Cuando analizamos la tecnología más difundida –el automóvil– concluimos que su producción consume grandes cantidades de materiales y de energía: 17,7 mil kW/h. Su uso implica un gran consumo de espacio y un gran impacto en el medio ambiente: un automóvil usado por 10 años en Europa emite 60 toneladas de CO₂ y 89,5 kg de NO_x, además de producir 26,5 toneladas de desechos (Whitelegg, 1997). Cabe señalar que los valores para los países en desarrollo son mucho mayores, debido a la edad de los vehículos y a las características de los combustibles y de los motores. Dichas conclusiones son muy importantes para analizar el problema en los países en desarrollo. ■

6

Ejemplos de
movilidad en familias
● y en ciudades típicas



Ejemplos de movilidad en familias y en ciudades típicas

6.

Movilidad en familias típicas

La Figura 4 (ver p. 146) muestra la movilidad en la rutina de tres familias, todas formadas por cuatro personas: una familia de ingresos bajos, sin automóvil ni motocicleta; una familia de ingresos medios con un automóvil, y una familia de ingresos altos con dos automóviles.

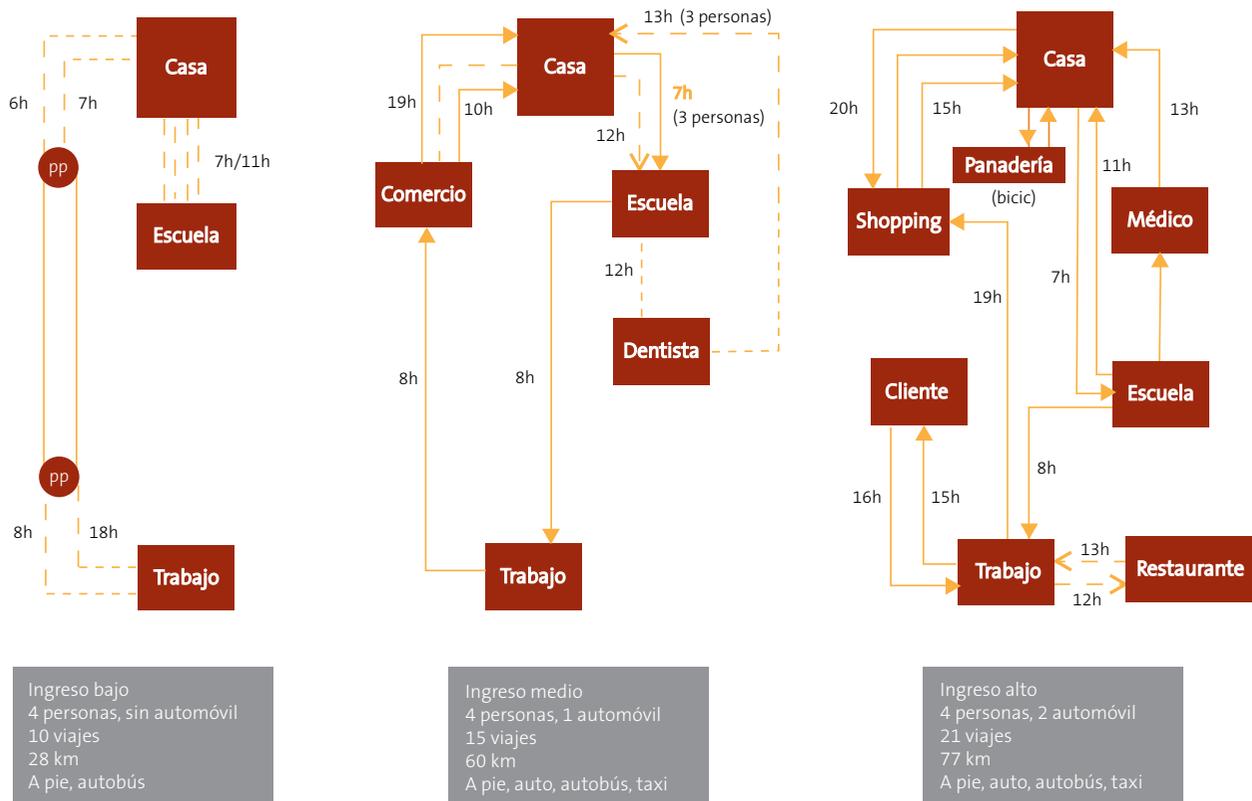
Los ejemplos indican los impactos que pueden ocurrir en la movilidad diaria de cada una de las familias contempladas en la figura, cuando hay cambio en sus medios de transporte.

Los tres cambios estudiados son:

1. La familia de ingresos bajos compra una motocicleta.
2. La familia de ingresos medios tiene problemas financieros y vende su automóvil.



Figura 4. Diagramas de desplazamientos cotidianos-situación base



Fuente: elaboración propia.

- La familia de ingresos altos necesita dejar uno de los automóviles en el taller mecánico por una semana.

Caso 1: Familia de ingresos bajos

En este caso, el adulto del sexo masculino usa la motocicleta para ir y volver del trabajo y los demás viajes se mantienen como antes.

El Cuadro 40 muestra los nuevos consumos de tiempo, distancia y dinero. El tiempo de recorrido total del día se redujo de 280 a 220 minutos (una hora menos), porque el adulto de sexo masculino pudo salir de casa media hora más tarde y llegar a la casa media hora más temprano, gracias a la mayor velocidad de la motocicleta frente a la del autobús que usaba antes de la compra de la motocicleta. La distancia recorrida también sufrió una reducción, pues la ruta con la motocicleta puede ser más directa que la recorrida en autobús. Y el costo también disminuyó, pues la tarifa del autobús es más alta que la del combustible de la motocicleta.

Cuadro 40. Alteración en el consumo de la familia de ingresos bajos

Situación	Tiempo (minutos)	Distancia (km)	Costo (BRL)
Antes	280	28,0	3,4
Después	220	23,2	1,8
Cambio (%)	-21	-17,0	-47,0

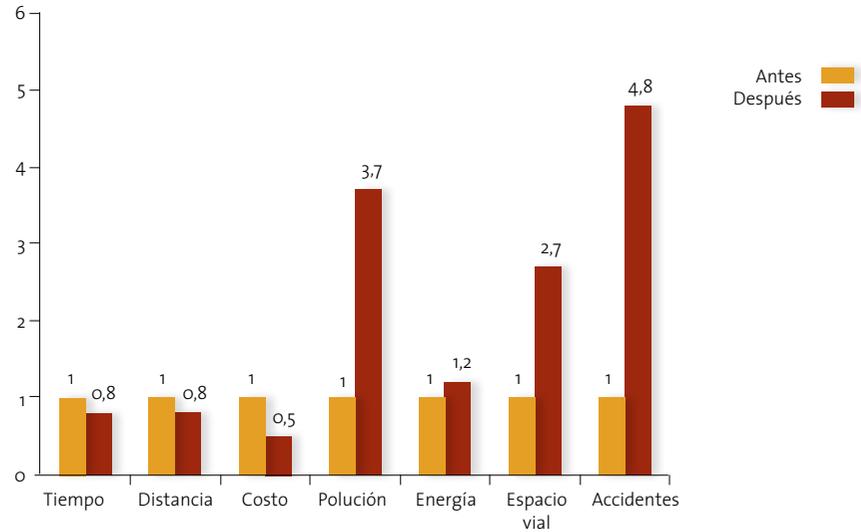
Fuente: elaboración propia.

Sin embargo, el Gráfico 19 (ver p. 148) que incluye las externalidades producidas, indica que el nuevo patrón de movilidad de la familia implicó un aumento de 270% en la emisión de contaminantes, de 20% en el consumo de energía, de 170% en el consumo de espacio vial y de 380% en la generación de accidentes debido al grado de peligrosidad de la motocicleta; es decir, los beneficios individuales en la reducción del tiempo consumido, de la distancia recorrida y del dinero gastado van de la mano con la generación de impactos ambientales negativos.

Caso 2: Familia de ingresos medios

En este caso, la familia de ingresos medios ha vendido el automóvil que poseía y pasó a usar el autobús. El Cuadro 41 (ver p. 148) indica que los consumos de tiempo y distancia aumentaron pero el costo cayó (usar autobús es más barato que usar automóvil). No obstante, el Gráfico 20 (ver p. 149) indica que dicho cambio llevó a fuertes reducciones en el consumo de energía, espacio vial, emisión de contaminantes y generación de accidentes, es decir, los perjuicios individuales fueron acompañados de beneficios sociales.

Gráfico 19. Impacto de la movilidad, familia de ingresos bajos



Fuente: elaboración propia.

Cuadro 41. Alteración en el consumo de la familia de ingresos medios

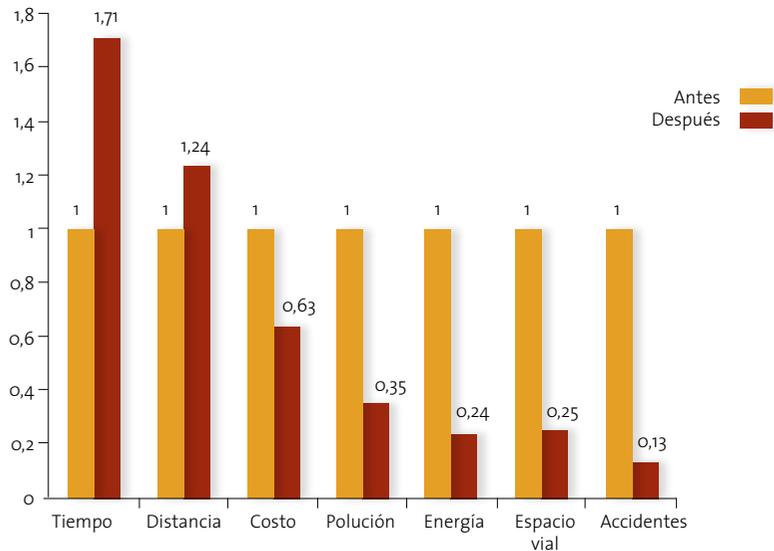
Situación	Tiempo (minutos)	Distancia (km)	Costo (BRL)
Antes	300	60,0	21,5
Después	515	74,4	13,6
Cambio (%)	72	24,0	-37,0

Fuente: elaboración propia.

Caso 3: Familia de ingresos altos

En el caso de esta familia, el automóvil que fue al taller para ser reparado fue sustituido por autobús y taxis. El Cuadro 42 indica que el consumo de tiempo, distancia de viaje y dinero aumentaron (usar taxi es más caro que usar automóvil pues implica un conductor particular). El Gráfico 21 (ver p. 180) demuestra que dicho cambio trajo beneficios sociales con la reducción del consumo de energía y de espacio vial, así como de emisión de contaminantes y de generación de accidentes (usar autobús es más seguro que usar automóvil).

Gráfico 20. Impacto de la movilidad, familia de ingresos medios



Fuente: elaboración propia.

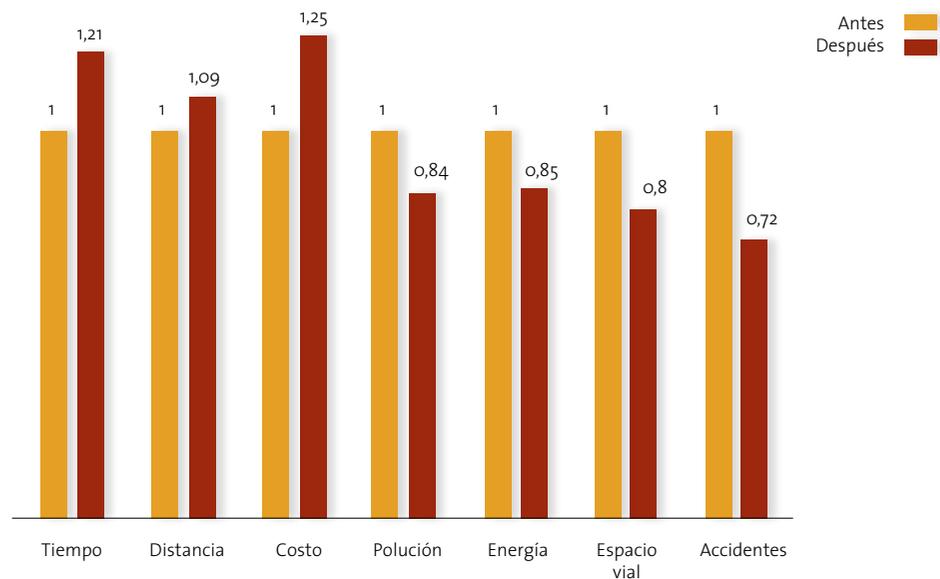
Cuadro 42. Alteración en los consumos de la familia de ingresos altos.

Situación	Tiempo (minutos)	Distancia (km)	Costo (BRL)
Antes	400	77,0	26,4
Después	460	83,9	33,0
Cambio (%)	15	9,0	25,0

Fuente: elaboración propia.

El análisis de los tres casos demuestra claramente la oposición entre el interés individual y el interés colectivo. En una ciudad, las personas definen su estrategia de desplazamiento considerando sus necesidades y sus recursos para reducir costos y tiempo de recorrido y aumentar la comodidad. Los impactos negativos que pueden ser generados hacia otras personas no son comprendidos por ellas; tampoco son cobrados por el poder público, es decir, no existe un estímulo para que cambien sus decisiones. Lo que ocurre es que el movimiento de defensa de los intereses personales genera “externalidades negativas” a otras personas, costos e inconvenientes adicionales, por los cuales no son recompensadas (contaminación, congestiones, accidentes). Esta es una de las cuestiones centrales del análisis de la ciudad en la movilidad urbana.

Gráfico 21. Impacto de la movilidad, familia de ingresos altos



Fuente: elaboración propia.

Movilidad en ciudades típicas

Luego de verificar lo que sucede en distintas familias de una ciudad, es importante observar lo que en la ciudad como un todo.

En la secuencia se resumen ejemplos de consumo y externalidades de la movilidad en tres tipos de ciudad: pequeña, mediana y grande. En los tres casos, se presupone que el transporte público ocurría únicamente con autobús a diesel.

El Cuadro 43 resume las características socioeconómicas de las ciudades.

La población varía de 80 mil hasta un millón de habitantes. El índice de movilidad varía de 1,4 hasta 1,8 viajes diarios por habitante.

El Cuadro 44 indica los valores de las variables más importantes, y el Gráfico 22 (ver p. 152) muestra la diferencia relativa de los principales indicadores de movilidad.

Cuadro 43. Características de la movilidad por tipo de ciudad

Datos generales	Tipo	Ciudad		
		Pequeña	Mediana	Grande
		80.000 hab.	500.000 hab.	1.000.000 hab.
Flota	Bicicleta	20.000	60.000	100.000
	Automóvil	10.000	80.000	300.000
	Moto	5.000	35.000	50.000
	Autobús	60	400	800
	Total	35.060	175.400	450.800
Viajes/día	A pie	28.000	200.000	540.000
	Bicicleta	20.000	80.000	90.000
	Automóvil	11.200	80.000	180.000
	Moto	16.800	160.000	430.000
	Autobús	36.000	280.000	560.000
	Total	112.000	800.000	1.800.000
Índice de movilidad	Viajes/habitante/día	1,4	1,6	1,8

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 44. Índices por habitante según características sociales de la movilidad en tres tipos de ciudades

Ciudad	Población	Valores habitante x día						Emisión de contaminantes	Área de vías (m ²)	
		Motorización (automóvil)	Distancia (km)	Tiempo (minutos)	Costo (BRL)	Energía (GEP) ¹	Locales (kg)			CO ₂ (kg)
Mediana	500.000	0,16	4,60	28,80	2,20	166,60	0,03	0,49	1,17	
Grande	1.000.000	0,30	5,80	41,90	3,00	231,20	0,05	0,65	1,49	

Nota: ¹GEP: gramos equivalentes de petróleo.

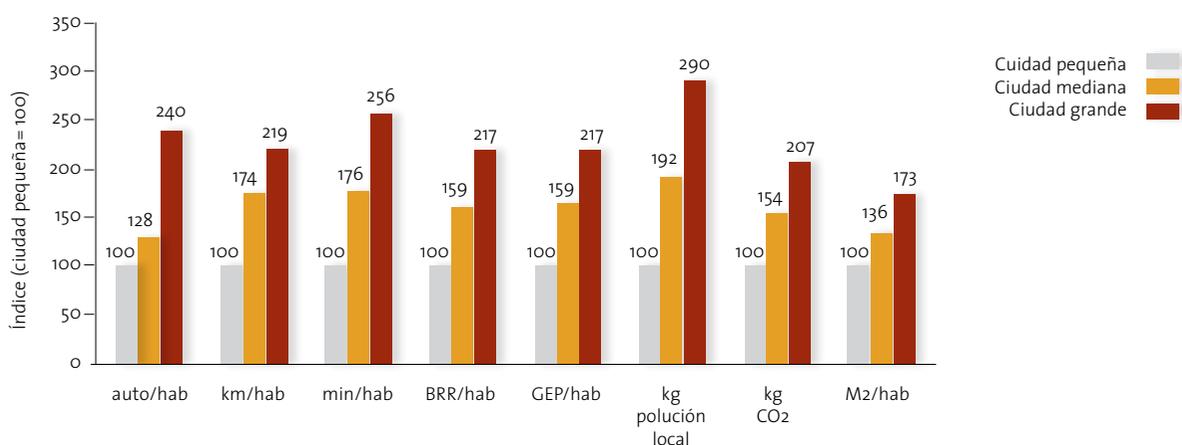
Fuente: elaboración propia.

El Cuadro 44 muestra que el aumento de la población impulsa el crecimiento de la motorización a través de los automóviles, de las distancias promedio recorridas, el tiempo utilizado en los desplazamientos y los costos. También aumenta el consumo de energía, la emisión de contaminantes y el consumo de espacio vial.

Observése en el Gráfico 22 que el índice de motorización (posesión de un automóvil) crece 140% de la ciudad pequeña a la grande. La distancia promedio aumenta 119% y el tiempo promedio de recorrido crece 156%. Los impactos correspondientes a dichos cambios son: el costo de desplazamiento crece 117%, el consumo de energía por habitante aumenta 118%, la emisión de contaminantes locales aumenta 190%, la emisión de CO₂ (efecto invernadero) aumenta 107% y el consumo de espacio vial crece 73%. Eso ocurre debido al aumento de las distancias y del uso de los vehículos motorizados, sobre todo el transporte individual (automóvil y motocicleta).

Dichos cambios no significan necesariamente que las personas tienen peor calidad de vida. Todo depende de las condiciones de movilidad y accesibilidad que registran en sus ciudades.

Gráfico 22. Índices relativos de consumo y de impactos de la movilidad, tres tipos de ciudades



Fuente: elaboración propia.

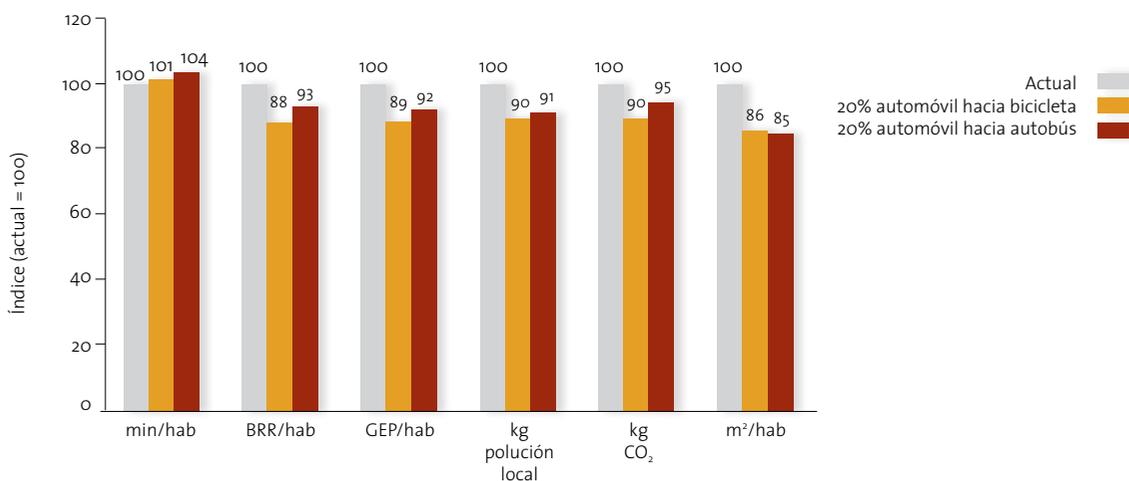
Impacto de los cambios en el uso del transporte

Es importante sensibilizar a la población sobre el impacto de un cambio en el uso de los modos de transporte. A continuación se simula el impacto de tres tipos de alteración en la movilidad (sin entrar en la discusión de cómo promoverla): la transferencia de pasajeros de automóviles a bicicletas y autobuses; y la pérdida de pasajeros de autobús hacia los automóviles y hacia las motocicletas (tendencia actual en muchas ciudades).

La transferencia de pasajeros de automóviles hacia la bicicleta incidirá en la reducción del consumo de energía y de las emisiones de contaminantes pues habrá menos automóviles circulando. El mismo impacto debe ocurrir en caso de una transferencia de pasajeros de automóviles a los autobuses. En caso contrario, la pérdida de pasajeros de los autobuses hacia los automóviles incurrirá en un aumento de automóviles en circulación.

Los Gráficos 23 y 24 (ver p. 154) muestran los impactos estimados para el caso de la ciudad “grande” del Cuadro 44, con un millón de habitantes. Es importante destacar que se trata de una estimación cuyo propósito es sensibilizar y no sustituye el uso de modelos matemáticos más elaborados, a pesar de que las conclusiones sean válidas como forma de demostración de tendencias.

Gráfico 23. Impacto de transferencia de viajes: de automóvil hacia autobús y bicicleta

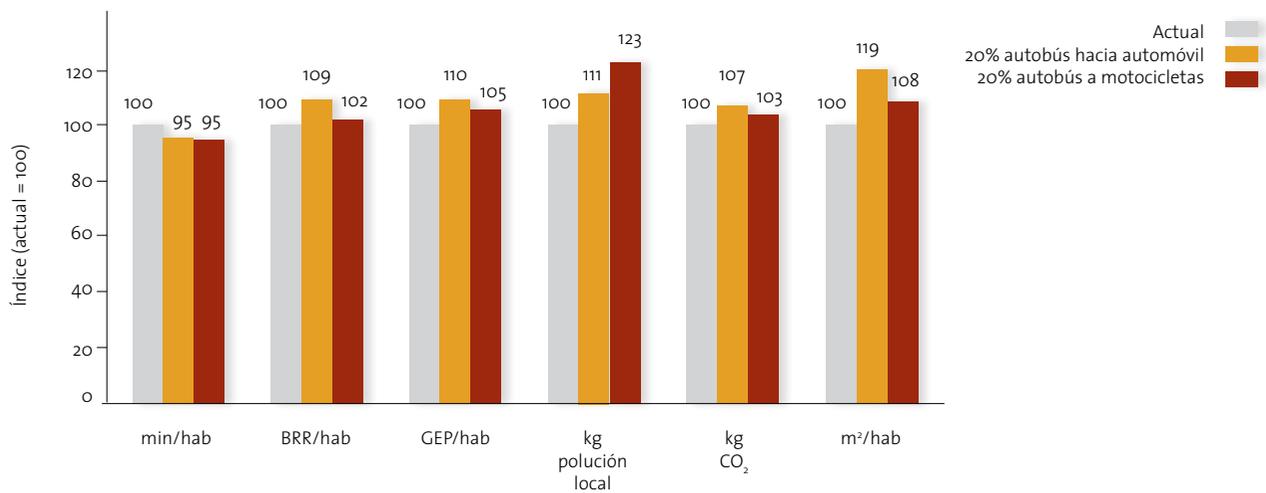


Fuente: elaboración propia.

El Gráfico 23 muestra que la transferencia de 20% de los viajes realizados en automóvil hacia las bicicletas impulsa una reducción desde un 10% hasta un 15% en el costo general del sistema de movilidad, así como también en el consumo de energía y espacio vial, y también en la emisión de contaminantes locales y CO₂. Los impactos de la transferencia de esos viajes hacia el autobús son similares, a pesar de ser algo menores (cerca del 10%). En ambos casos ocurre un aumento en el tiempo promedio utilizado por las personas, toda vez que la bicicleta y el autobús son más lentos que los automóviles.

El Gráfico 24 muestra los impactos de un cambio en el sentido opuesto, es decir, viajes actualmente hechos en autobús que migran hacia automóviles y motocicletas. En el caso de la transferencia hacia los automóviles, ocurre un aumento en los costos y en los consumos de energía y espacio (este último de 19%), al tiempo que la transferencia hacia motocicletas provoca aumentos menores (a excepción de la emisión de poluentes locales, que se incrementa en más del 20%). ■

Gráfico 24. Impacto de transferencia de viajes: de autobús hacia automóvil y motocicleta.
Índice actual = 100



Fuente: elaboración propia.



7

Caso de estudio:
sociedad, transporte y
● movilidad en la RMSP

Objetivo	p. 159
Índices generales de 1997	p. 160
<i>Movilidad</i>	<i>p. 160</i>
<i>Movilidad y ocupación</i>	<i>p. 162</i>
<i>Movilidad, modo de transporte e ingreso familiar</i>	<i>p. 162</i>
<i>Movilidad, motivo e ingreso</i>	<i>p. 164</i>
<i>Inmovilidad</i>	<i>p. 164</i>
<i>Consumos y externalidades</i>	<i>p. 166</i>
<i>Distancias de recorrido</i>	<i>p. 167</i>
<i>Gasto de energía</i>	<i>p. 168</i>
<i>Consumos específicos de energía</i>	<i>p. 169</i>
<i>Consumo de combustible</i>	<i>p. 169</i>
<i>Consumo de sistema vial</i>	<i>p. 170</i>
<i>Emisión de contaminantes</i>	<i>p. 171</i>
<i>Pérdidas de tiempo por congestión vehicular</i>	<i>p. 172</i>
<i>Accidentes de tránsito</i>	<i>p. 173</i>
<i>Metabolismo del transporte en la metrópolis</i>	<i>p. 173</i>
<i>Espacio y equidad</i>	<i>p. 173</i>
<i>Movilidad y reproducción social</i>	<i>p. 176</i>
<i>Cambios entre 1987 y 1997</i>	<i>p. 177</i>
<i>Principales conclusiones sobre el caso de estudio</i>	<i>p. 179</i>
<i>Espacio y movilidad: tres décadas, tres ciudades</i>	<i>p. 183</i>
<i>Obstáculos al ejercicio de la movilidad</i>	<i>p. 186</i>



Caso de estudio: sociedad, transporte y movilidad en la RMSP

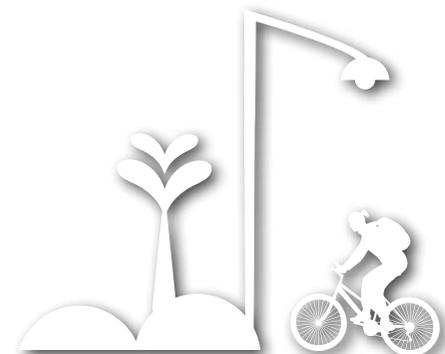
7.

Objetivo

Las investigaciones origen-destino de la Región Metropolitana de São Paulo RMSP (OD) realizadas cada 10 años por la Compañía del Metropolitano de São Paulo, constituyen uno de los pocos registros sistemáticos y de calidad sobre movilidad en las grandes ciudades de los países en desarrollo. El análisis de los datos de las investigaciones OD han beneficiado la comprensión de la dinámica de los desplazamientos cotidianos de la población y sus condicionantes sociales y económicas, así como la relación entre el proceso de desarrollo urbano y el uso de los sistemas de transporte.

Uno de los análisis más relevantes se refiere al índice de movilidad, entendido como el número promedio de desplazamientos de las personas. La importancia de ese análisis está relacionada con la existencia de relaciones directas y claras entre las características sociales (nivel de educación, edad, género, ocupación) y económicas (ingreso) de las personas y su movilidad.

Los cuatro estudios OD realizados en São Paulo entre 1967 y 1997 demuestran un aumento de la movilidad motorizada promedio en la pri-



mera década (1967-1977), de 1 a 1,5 viajes por persona y una disminución en las dos décadas posteriores de 1,3 en 1987 y 1,2 en 1997 (valores aproximados). La última caída ha sido especialmente objeto de estudios y debates; incluso ya se ha identificado una tendencia hacia la utilización de esos datos a nivel mundial en eventos de transporte urbano, como demostración de algún cambio sorprendente, intrigante o estructural en desarrollo.

El objetivo de este artículo es interpretar los grandes cambios sociales y económicos de la metrópolis a la luz de los datos de movilidad registrados a través de las investigaciones OD. Asimismo, busca advertir sobre las caídas numéricas de la movilidad al emitir conclusiones y evitar que la precipitación resulte en conclusiones inadecuadas, con consecuencias negativas para la interpretación de ese importante fenómeno. Adicionalmente, busca definir propuestas de inversión en transporte urbano.

Una vez expuesta la advertencia, el artículo describe los principales resultados de los valores de movilidad registrados por el estudio OD 1997 y por los anteriores, de 1967, 1977 y 1987; añade nuevos índices y propone hipótesis alternativas para la interpretación de los resultados.

Índices generales de 1997

Movilidad

La movilidad promedio de los habitantes de la RMSP en 1997 –medida como número de desplazamientos por habitante– fue de 1,87 para todos los desplazamientos; 1,23 para viajes motorizados y 0,64 para viajes no motorizados. Estos datos reflejan que la movilidad motorizada representa el doble de la no-motorizada, sobre todo frente a las dimensiones de la ciudad, que implica el uso de vehículos motorizados. Es importante recordar que la movilidad no motorizada está subestimada, pues la investigación no registra algunos tipos de desplazamientos a pie.

Con respecto al género, la movilidad es mayor entre los hombres, lo que refleja la división de actividades en Brasil. En cuanto a la relación entre la movilidad femenina y la masculina, se observa que la movilidad de las mujeres representa un 85% de la movilidad de los hombres. Cuando se considera la movilidad por tipo de transporte, surgen diferencias relevantes. La movilidad masculina es mucho mayor en el caso del transporte individual (0,75 vs. 0,47), algo mayor en el transporte colectivo y menor en los trayectos a pie.

Cuadro 45. Movilidad por género y modo de transporte, RMSP (1997)

Modo de transporte principal	Movilidad (viaje/persona)		
	Masculina	Femenina	Total
A pie	0,62	0,67	0,64
Colectivo	0,66	0,59	0,62
Individual	0,75	0,47	0,60
Total	2,03	1,73	1,87

Fuente: CMSP, 1998.

El ingreso ejerce influencia directa en el índice de movilidad: éste crece continuamente junto al crecimiento del ingreso, lo que refleja una mayor variedad de actividades. La posesión de un automóvil también tiene una relación directa con la movilidad, lo que también se relaciona con el ingreso. La movilidad cae levemente en el caso de familias con más de dos automóviles, lo que denota un menor grado de utilización de cada vehículo (ver Cuadro 46).

Con respecto a la edad, se observa que la movilidad crece en los rangos etarios de mayor actividad escolar y de trabajo (entre los 11 y los 39 años). En relación con la escolaridad, la movilidad también demuestra una variación positiva, lo que refleja nuevamente la relación entre escolaridad e ingreso. El análisis de la movilidad según el motivo del viaje indica que la mayor movilidad ocurre en los viajes al trabajo –en general y, especialmente, en servicios– y a la escuela.

Cuadro 46. Movilidad y motorización, RMSP (1997)

Ingreso familiar mensual (BRL)	Automóvil/persona	Movilidad (viajes/persona)
<250	0,06	1,16
250-500	0,07	1,47
500-1.000	0,12	1,76
1.000-1.800	0,18	2,07
1.800-3.600	0,32	2,34
>3.600	0,50	2,64

Fuente: CMSP, 1998.

Se pueden identificar dos extremos de la movilidad: la más baja se evidencia entre los niños pobres de 0 a 3 años de edad (0,2 viaje/persona), y la más alta, entre las personas ricas en el rango de los 30-39 años (3,2 viajes/persona).

Movilidad y ocupación

Las personas con ocupación regular son más móviles, con 2,66 viajes por persona, seguidas por los estudiantes (2,03 viajes por persona). Estos son datos compatibles con los correspondientes a los motivos del viaje. Según esta variable, los motivos de trabajo son responsables por el 75% de los desplazamientos. Cuando se analiza la movilidad por sector de actividad, se identifica que el sector que muestra una mayor movilidad promedio es el de servicios –2,80 viajes/persona– seguido de cerca por la industria (2,69) y el comercio (2,67). Una menor movilidad es la de las personas que ejercen actividades agrícolas (1,96 viajes/persona). El análisis de la movilidad por subdivisión del sector de servicios muestra una gran variación: desde los 3,18 viajes/persona para servicios educacionales y 3,15 viajes/persona para servicios financieros hasta 2,13 viajes/persona para servicios personales.

Cuando se hace un análisis considerando la ocupación como punto de partida, se identifican tres actividades que implican una mayor movilidad: empleador (3,55 viajes/persona), profesional independiente (3,37) y funcionario público (3,01). La movilidad más baja es la de los trabajadores domésticos.

Movilidad, modo de transporte e ingreso familiar

El análisis de la relación entre movilidad, modo de transporte e ingreso familiar promedio nos muestra que:

En el caso del desplazamiento a pie, la movilidad crece ligeramente hasta un ingreso de entre BRL 500 y BRL 1.000 (de USD 280 a USD 560), para disminuir fuertemente en los dos rangos de ingresos más altos.

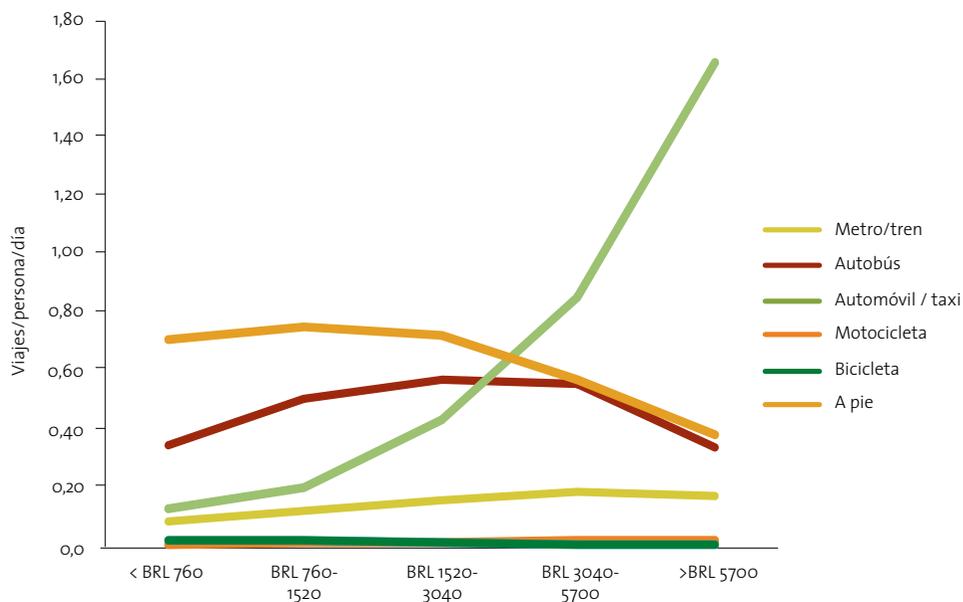
En el caso del automóvil, como es de esperar, la movilidad crece mucho con el aumento del ingreso.

En el caso del autobús, la movilidad crece hasta la franja de ingreso entre los BRL 1.000 y BRL 1.800 (USD 560 y USD 1.000), para luego disminuir significativamente.

En el caso del metro, la movilidad crece sostenidamente con el aumento del ingreso. Dicho medio de transporte, junto al automóvil, es el único caso de crecimiento continuo, pero por motivos distintos.

En el caso de los automóviles, el crecimiento está relacionado con la mayor disponibilidad y uso de vehículo en la medida en que el ingreso aumenta. En el caso del metro, el aumento de la movilidad puede estar vinculado a la distribución física de las vías –la mayor parte de las líneas cruzan áreas de ingresos medios y altos–, a la realización de viajes por motivos diferenciados comunes a los estratos de ingresos más altos y a la rapidez y confiabilidad, razones que posicionan a este medio como una opción siempre atractiva para las personas de ingresos más altos, cuando buscan una alternativa al automóvil o al taxi.

Gráfico 25. Movilidad, modo de transporte e ingreso familiar, RMSP (1997)



Fuente: CMSP, 1998.

En relación con el género, para el sexo femenino y masculino la movilidad aumenta de acuerdo al aumento del ingreso, con el sexo femenino siempre por debajo del masculino. En relación con la edad, la movilidad, en los dos rangos de ingresos más bajos, es mayor entre los jóvenes que entre los adultos. Dicha situación se invierte en los rangos más altos de ingresos, sobre todo en las dos franjas superiores.

La movilidad aumenta con el ingreso en forma general para todos los rangos de edad, entre la fase infantil y adulta hasta los 39 años para luego decaer. La única excepción es entre los 15 y los 17 años, pues para los dos grupos de ingresos más bajos, la movilidad cae en este rango etario. Una de las hipótesis es el abandono de la escuela y la actividad irregular en el mercado de trabajo o el desempleo. La amplitud de la variación de la movilidad en función del ingreso y de la edad es una característica importante. En cuanto a la edad, la amplitud (brecha entre extremos) es mayor en los rangos de edad en los cuales las personas están laboralmente activas (entre los 30 y los 59 años). Ésta también se amplía entre los cuatro y los seis años de edad, lo cual puede estar relacionado con la frecuencia en la enseñanza pre escolar, que es diferenciada según el ingreso. La variación según el ingreso indica que la brecha entre los extremos crece siempre con el aumento del ingreso, pasando de 1,5 viajes/persona en el rango de ingresos más bajos a 2,5 en el rango de ingresos más altos.

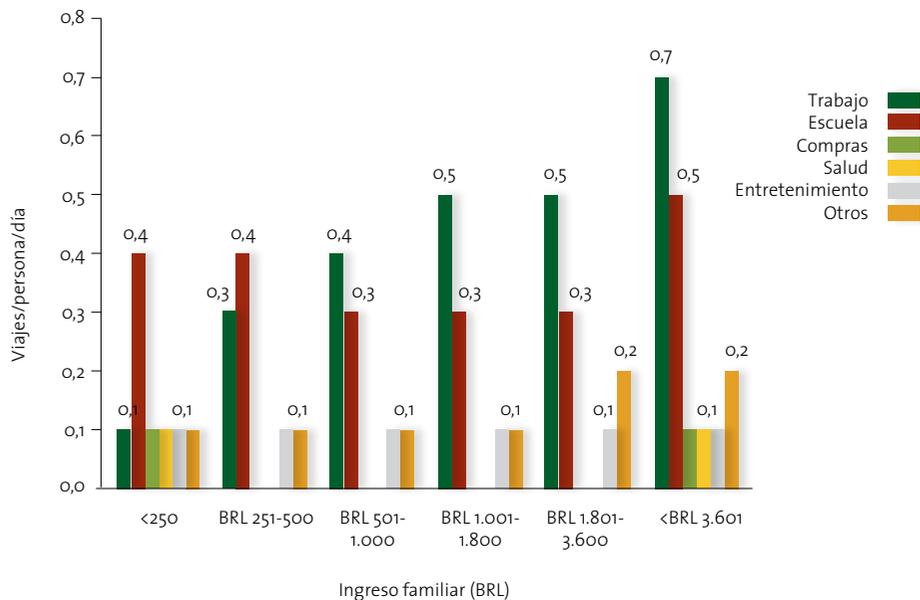
Movilidad, motivo e ingreso

En la investigación realizada para el presente trabajo se observó un gran aumento de la movilidad de acuerdo al ingreso, de un mínimo de 0,19 viajes/persona a un máximo de 1,12 viajes/persona. Aumentos significativos también son observados cuando las motivaciones son la escuela, las compras y el entretenimiento. El motivo salud tiene una movilidad independiente del ingreso (cerca de 0,8 viajes/persona), y los motivos registrados como “otros” presentan valores altos en el nivel de ingresos más bajos, para disminuir en los dos niveles siguientes, y aumentar considerablemente en los grupos de ingresos más altos. Esto nos enseña que el efecto del aumento del ingreso familiar se refleja en un aumento de la movilidad en casi todos los motivos de viaje (la única excepción es la salud), es decir, éste es múltiple (no se concentra, por ejemplo, en el motivo trabajo). El análisis del peso de los aumentos en cada motivo indica, sin embargo, que éste es proporcionalmente más grande en el caso del trabajo (relación 1:5,9 entre los extremos), demostrando que el aumento del ingreso está muy relacionado con un desplazamiento mayor de las personas en relación con las actividades remuneradas. El aumento también es significativo en los casos de entretenimiento (98%), compras (83%), otros (65%) y escuela (49%).

Inmovilidad

Se ha verificado que la inmovilidad general en 1997, en un día típico, llega al 36% de las personas. Dicha tendencia puede ocurrir debido a una serie

Gráfico 26. Movilidad, motivo e ingreso, RMSP (1997)

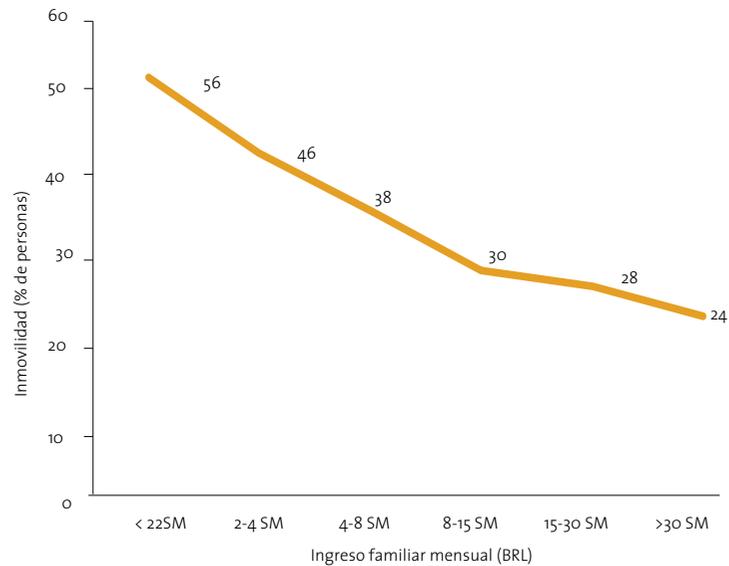


Fuente: CMSP, 1998.

de factores, entre los cuales destaca la baja edad, el desempleo y la falta de recursos para desplazarse. De manera semejante a la movilidad, la inmovilidad al ingreso disminuye en la medida en que el ingreso aumenta, pues las personas se involucran en un mayor número de actividades fuera de la casa. Por ejemplo, la inmovilidad disminuye de 56% en el rango de ingresos más bajos a 24% en el de ingresos más altos. No se debe confundir directamente inmovilidad con inactividad, pues muchas personas que trabajan en la casa no necesitan desplazarse a diario.

En cuanto al género, la inmovilidad femenina es más grande que la masculina en todos los grupos de ingresos. También se observa –destacando la relación entre movilidad e ingreso analizada anteriormente– que la movilidad de ambos sexos crece con el aumento del ingreso. Los datos de inmovilidad según la edad demuestran que, como reflejo de los datos de movilidad, el porcentaje de las personas que no sale de sus casas en un día típico es muy alto para los dos rangos de edad más bajos (hasta los seis años). Además, se reduce y se mantiene bajo hasta los 39 años, cuando vuelve a aumentar.

Los datos de inmovilidad y escolaridad comprueban un impacto muy grande: mientras mayor es el nivel de escolaridad, menor es la inmovili-

Gráfico 27. Inmovilidad e ingreso, RMSP (1997)

Nota: SM: salario mínimo.

Fuente: CMSP, 1998.

dad. La inmovilidad, cuando es analizada en relación con el grado de motorización, indica que la posesión de un automóvil está relacionada con una inmovilidad menor en la medida que las personas se desplazan más.

El tipo de ocupación de la persona ejerce gran influencia en su inmovilidad. Las personas más “inmóviles” son las no ocupadas, jubiladas o “amas de casa” (además de las que nunca han trabajado). Por su parte, las personas menos inmóviles son naturalmente las ocupadas y los estudiantes. Cuando se analiza la inmovilidad frente a la ocupación principal, se observa que las ocupaciones que implican mayor movilidad son los trabajos relacionados con la casa: trabajador doméstico con o sin registro formal (33,9% y 28,6%), trabajador familiar (30,4%) y dueño de negocio familiar (30%). Las ocupaciones en las cuales la movilidad es menor son las actividades externas obligatorias, como las que realiza el empleado con registro formal (8,9%) y el funcionario público (7,7%).

Consumos y externalidades

Consumo total de tiempo

Los cuadros 47 y 48 indican, respectivamente, los tiempos totales de viajes por modo de transporte principal y los tiempos totales por modo y

clase de ingreso. En total, son gastos por un total de 1.072 millones de minutos (17,9 millones de horas) que la mayor parte del tiempo (59%) son consumidos en los modos colectivos, seguido por los individuales (26%) y a pie (15%).

Cuadro 47. Tiempo total de viaje por tipo de desplazamiento por modo de transporte principal, todos los viajes, RMSP (1997)

Modo de transporte	minutos/día	% del total
A pie ¹	163.364.165	15
Colectivo	635.221.355	59
Individual	274.145.934	26
Total	1.072.731.454	100

Nota: ¹Viajes realizados exclusivamente a pie.

Fuente: CMSP, 1998; elaboración propia.

Cuando los tiempos de acceso a pie se suman a los de los vehículos utilizados, la distribución del consumo de tiempo sufre cambios (ver Cuadro 48).

Cuadro 48. Tiempo total de viaje por tipo de desplazamiento: motorizado y no motorizado, todos los viajes, RMSP (1997)

Modo de transporte	minutos/día	%
No-motorizado ¹	315.064.663	29,4
Motorizado	757.666.792	70,6
Colectivo	512.827.045	47,8
Individual	244.839.747	22,8
Total	1.072.731.455	100,0

Nota: ¹A pie (recorridos completos a pie y recorridos en bicicleta).

Fuente: CMSP, 1998; elaboración propia.

Distancias de recorrido

Diariamente, las personas recorren un total de 193 millones de km (distancias aéreas). Cuando son separadas por modo principal de transporte, 55% de esa distancia es recorrida a través de modos colectivos. Cuando son calculadas por tipo de desplazamiento (separando los tramos de ca-

minata hacia los vehículos), el transporte colectivo pasa a representar un 51%, y las distancias totales recorridas caminando corresponden al 11% del total.

Cuadro 49. Distancia total recorrida por día, por modo de transporte principal, RMSP (1997)

Modo de transporte principal	Distancia por día	
	km	%
A pie ¹	10.890.945	6
Colectivo	106.693.277	55
Individual	75.848.524	39
Total	193.432.746	100

Nota: ¹viajes realizados exclusivamente a pie.

Fuente: CMSP, 1998; elaboración propia.

Cuadro 50. Distancia total recorrida por día, por tipo de desplazamiento, RMSP (1997)

Tipo de desplazamiento	Distancia	
	km/día	%
A pie ^s	20.757.246	11
Colectivo	98.533.656	51
Individual	74.141.841	38
Total	193.432.744	100

Nota: ^sA pie (viajes realizados exclusivamente a pie y viajes realizados en tramos de acceso a vehículos) y recorridos en bicicleta.

Fuente: CMSP, 1998; elaboración propia.

Gasto de energía

Todos los días, todos los modos de transporte consumen 9.200 millones de gramos equivalentes de petróleo (GEP) para transportar a las personas en modos motorizados. El modo automóvil es responsable por el consumo de 7.200 millones de GEP. El segundo modo en orden de importancia es el autobús, con 15% de la energía total. El metro es responsable por sólo 3,9% del gasto general. El transporte individual, representado por el automóvil, consume 78% de la energía total, frente al consumo de 22% de los modos colectivos.

Cuadro 51. Energía diaria necesaria por modo de transporte, RMSP (1997)

Modo de transporte	GEP/día	%
Automóvil	7.196.103.828	78,1
Autobús	1.353.872.415	14,7
Trolebús metropolitano	10.516.989	0,1
Trolebús São Paulo	66.522.091	0,7
Metro	356.473.081	3,9
Tren	236.286.455	2,6
Total	9.219.774.859	100,0

Fuente: elaboración propia.

Consumos específicos de energía

El mayor consumo por pasajero corresponde a los automóviles (749 GEP) y el menor, al de los autobuses consumidores de diesel (137 GEP). El cálculo del consumo pasajero/km refleja el índice de utilización y aprovechamiento de cada modo en las condiciones actuales. Dicho estudio concluye que el automóvil continúa siendo el modo menos eficiente (77 GEP), y que el autobús a diesel se mantiene como el más eficiente (11,5 GEP), seguido de cerca por el metro (23 GEP).

Cuadro 52. Consumo de energía por pasajero, modos motorizados, RMSP (1997)

Modo de transporte	GEP/pasajero	Relación
Automóvil	746,6	100
Trolebús São Paulo	416,4	55
Tren	364,1	48
Trolebús metropolitano	251,8	33
Metro	210,1	28
Autobús diesel	136,5	18

Fuente: Metro, 1998; elaboración propia.

Consumo de combustible

Para los autobuses, el consumo final es de 1,6 millón de litros de diesel por día. Los automóviles consumen cerca de 9,4 millones de litros de gasolina.

Cuadro 53. Consumo de energía pasajero-km, modos motorizados, RMSP (1997)

Modo de transporte	GEP/pasajero-km	Relación
Automóvil	76,7	100
Trolebús São Paulo	59,5	54
Trolebús EMTU metropolitano	36,0	33
Tren	30,3	28
Metro	23,3	21
Autobús diesel	11,5	10

Fuente: elaboración propia.

Consumo de sistema vial

En relación con el uso del espacio, se observa que, en el caso de los automóviles, el mayor número de vehículos que circulan simultáneamente por las vías es de 722.000, entre las 7:00 y las 8:00 horas, y con dos valores elevados (cerca de 590.000) en los horarios punta de la tarde, entre las 17:00 y las 19:00 horas.

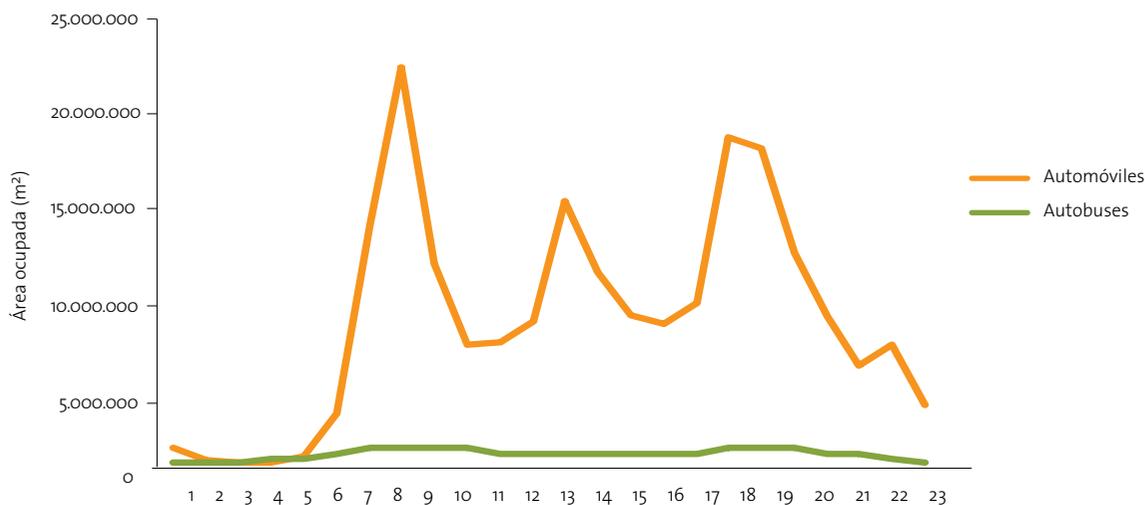
En el caso de la suma de automóviles y autobuses, el total es 735.000, entre las 7:00 y las 8:00 horas, con dos horas de grandes volúmenes de tráfico por la tarde, entre las 17:00 y las 19:00 horas. El menor volumen de automóviles es de 10.000, entre las 2:00 y las 3:00 horas de la madrugada.

El uso del espacio vial fue estimado tomando en cuenta el número de viajes realizados por los modos motorizados que más utilizan las vías públicas –automóviles y autobuses– y sus consumos específicos de espacio. Para una determinada hora, el número de viajes de cada modo fue transformado en el número de viajes de vehículos de la siguiente manera: para automóviles se consideró la ocupación promedio de 1,495 personas por vehículo, obtenida a través de datos generales de la OD 97; para autobuses, fue considerada una flota general de 18.000 vehículos, de los cuales 95% (17.100) fue utilizado en el horario punta de la tarde. La oferta de los demás horarios fue estimada como proporcional a la demanda, conservando el mínimo de 1.000 autobuses en las vías durante cualquier horario.

Para la estimación de las áreas ocupadas por los vehículos, se consideró que un automóvil ocupa una “sombra” de 30 m² (tres metros de ancho x 10 metros de largo), mientras un autobús ocupa 60 m² (tres metros de ancho por 20 metros de largo). Se observó que los automóviles, por

circular en un número muy superior y por tener un área individual mayor por pasajero, ocupan un área vial mucho mayor que la de los autobuses. El área máxima ocupada en las vías por la presencia de automóviles y autobuses es de 21,6 millones de km^2 . Si todos fuesen automóviles y estuviesen alineados uno tras otro, ocuparían un área correspondiente a una Avenida Paulista (con ocho carriles) con 460 km de extensión. El área ocupada por los automóviles es siempre muy superior a la de los autobuses, en una proporción que varía desde 18:1 hasta 40:1. Los automóviles ocupan, en promedio, cerca del 90% de la área vial.

Gráfico 28. Área vial ocupada por automóviles y autobuses, RMSP (1997)



Fuente: elaboración propia.

Emisión de contaminantes

En el caso de los automóviles, la emisión total diaria es de 2,2 millones de kilos (2.000 toneladas). La emisión total de NO_x es de 66 toneladas, y la de HC de 190 toneladas. En cuanto a las emisiones específicas, la de CO por km aumenta cerca de 50% con el paso de las horas, en función del aumento de la congestión.

En el caso de los autobuses, la emisión total de CO es de 67 toneladas y corresponde a sólo 3% de la emisión de los automóviles. La emisión total de NO_x es equivalente a la de los automóviles: éstos emiten 33 veces más

CO y 12 veces más HC que los autobuses durante el día, mientras las emisiones totales de NO_x son prácticamente iguales.

En cuanto a la emisión de gases contaminantes por parte de automóviles, en el caso del CO éste alcanza su punta a las 7:00 y entre las 18:00 h y las 19:00 h, cuando son emitidos cerca de 250.000 kg por hora. La emisión total del día es de 2,2 millones de kg (2.000 toneladas). La emisión total de NO_x es de 66 toneladas, y la de HC alcanza a 190 toneladas. Con respecto a las emisiones específicas, es importante observar que las de CO aumentan cerca de 50% con el paso de las horas, debido al aumento de la congestión vehicular.

Cuadro 54. Emisiones totales de automóviles y autobuses, RMSP (1997)

Contaminante	Automóvil (kg/día)	Autobús (kg/día)	Relación automóvil/autobús
CO	2.180.205	66.690	33,70
NO _x	66.543	68.498	0,97
HC	185.659	15.101	12,30

Fuente: elaboración propia.

Pérdidas de tiempo por congestión vehicular

Para los automóviles, si la velocidad durante el día fuera siempre la máxima observada en las 24 horas (28,4 km/h), el tiempo gastado se reduciría a 3,2 millones de horas, lo que implicaría un ahorro de 1,2 millones de horas. Si la velocidad durante las horas de mayor movimiento fuera siempre la más alta observada entre las 06:00 horas y las 20:00 horas, el tiempo se reduciría a 3,9 millones de horas, implicando un ahorro de 0,5 millones de horas. En el caso del autobús, el tiempo real gastado por las personas (modo principal) fue de 6,5 millones de horas; el tiempo que podría ser gastado en una velocidad ideal máxima de 25, km/h sería de 4,6 millones de horas, permitiendo un ahorro de 1,9 millones de horas. En el caso de los autobuses, si estos pudiesen circular siempre a una velocidad de 22 km/h, el consumo total sería de 5,7 millones de horas, permitiendo un ahorro de 772.000 horas.

Cuadro 55. Estimación de pérdidas en congestión vehicular, automóvil y autobús, RMSP (1997)

Modo de transporte	Tiempo real (horas)	Ideal máximo (horas)	Ideal práctico (horas)
Autobús	6.513.053	4.591.397 ¹	5.740.431 ²
	Pérdida absoluta (horas)	1.921.656	772.622
	Pérdida relativa (%)	29,5	11,9
Automóvil	4.411.680	3.215.329 ³	3.881.978 ⁴
	Pérdida absoluta (horas)	1.196.311	529.702
	Pérdida relativa (%)	27,1	12,0

Notas: ¹Velocidad de 25 km/h y tiempos de caminata y espera de tres minutos; ²Velocidad de 22 km/h y tiempos de caminata y espera de cinco minutos; ³Basada en la velocidad máxima verificada en las 24 horas; ⁴Basada en la velocidad máxima verificada en el período entre las 06:00 horas y las 20:00 horas.

Fuente: elaboración propia.

Accidentes de tránsito

El funcionamiento del sistema de transporte suele estar asociado a un gran número de accidentes de tránsito que se transforman en una grave externalidad. Los datos del CET para la ciudad de São Paulo indican que en 1997 hubo 201.787 accidentes, desglosados en 11.876 atropellamientos (con 1.109 víctimas fatales) y 24.905 accidentes con otras víctimas, que sumaron otras 933 muertes. El total de heridos fue de 44.759. Debido a la ausencia de datos de las demás ciudades de la RMSP, se estimó que el total de accidentes que ocurren en esta región es un 50% superior al del municipio de São Paulo (la población de los demás municipios corresponde a un 69% adicional).

Metabolismo del transporte en la metrópolis

El Cuadro 56 (ver p. 174) resume los principales datos con relación al consumo y las externalidades.

Espacio y equidad

Existe una gran inequidad en el uso del espacio y en la generación y absorción de las externalidades relativas al transporte. En la medida que la sociedad ha pasado a motorizarse individualmente, se han acentuado las inequidades relacionadas con el fenómeno. El automóvil, responsa-

Cuadro 56. Metabolismo del transporte en la metrópolis, RMSP (1997)

Dato	Cantidad diaria, por modo principal			Total
	A pie	Colectivo	Individual	
Tiempo de recorrido (horas)	2.722.000	10.587.000	4.569.000	17.878.000
Distancia (pasajeros-km)	10.890.000	106.693.000	75.848.000	193.432.000
Energía (103 GEP)	0	2.023.000	7.220.000	9.243.000
Gasto de combustible (litros)	0	1.596.000 ¹	9.426.000 ²	11.022.000
Emisión de contaminantes (kg)	0	153.331 ³	2.477.000 ⁴	2.630.000
Accidentes de tráfico	17.814 ⁵	N.D.	284.867 ⁵ y ⁶	302.680
Muertes en el tráfico	1.663 ⁵	N.D.	1.400 ⁵ y ⁶	3.063

Notas: ¹Sólo autobús a diesel; ²Sólo automóvil (gasolina y alcohol); ³Contaminantes CO, NOX, HC y MP, emitidos sólo por autobús a diesel; ⁴Contaminantes CO, NOx e HC, emitidos sólo por automóvil; ⁵Accidentes con todo tipos de vehículos; ⁶Valores del municipio de São Paulo aumentados en 50%. N.D.: No disponible.

Fuente: elaboración propia.

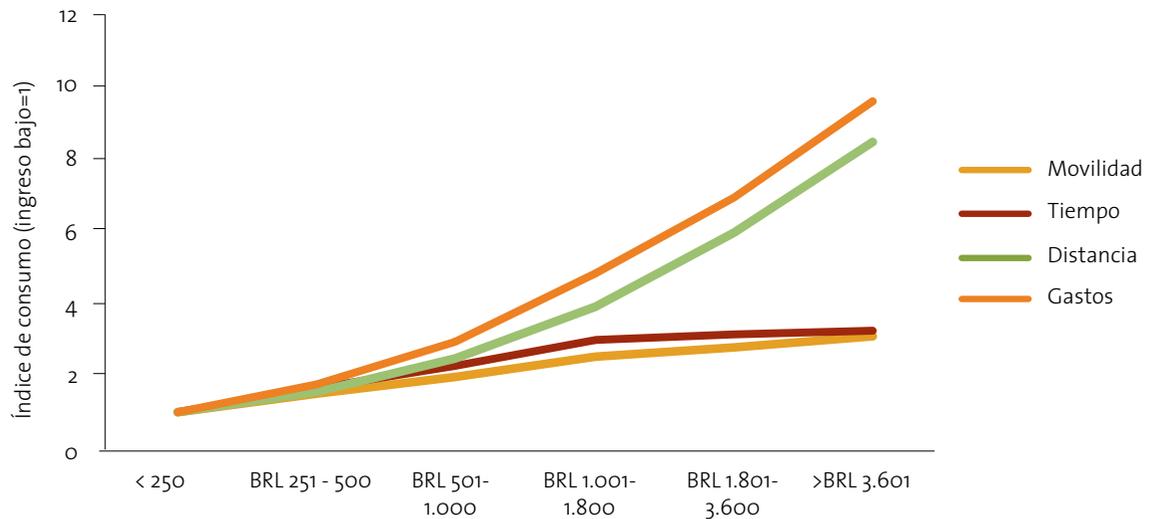
ble por la mitad del transporte de las personas, ocupa 90% del espacio y emite cerca del 90% de los contaminantes. Cuanto mayor es el ingreso, menor es el tiempo de acceso a los destinos.

El Cuadro 56 muestra una enorme diferencia entre los consumos (ver Gráfico 29) y en el uso de energía y generación de externalidades (ver Gráfico 30).

El Gráfico 29 demuestra que, a medida que crece el nivel de ingresos, la movilidad y el tiempo utilizado en desplazamientos se triplica y las distancias recorridas y los gastos en desplazamiento aumentan entre 8 y 10 veces. Los datos, claramente, indican la fuerte diferencia de accesibilidad entre los grupos de ingresos, reflejando la inequidad en el acceso al espacio y a las oportunidades.

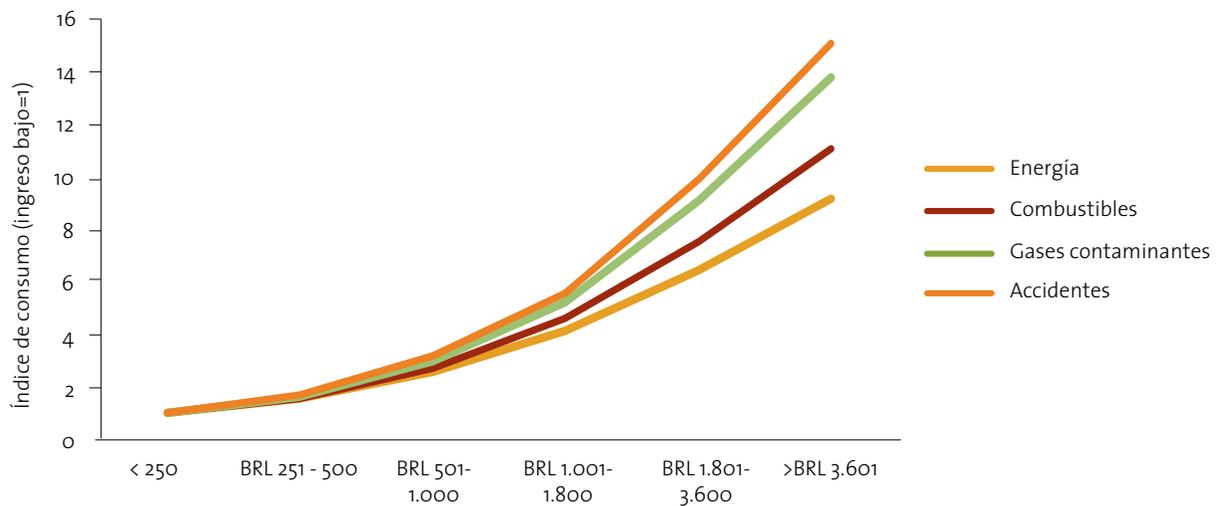
El Gráfico 30 indica que, en la medida que el ingreso familiar crece, aumentan exponencialmente el uso de la energía y la generación de externalidades (emisión de contaminantes o accidentes de tránsito). Los índices relativos al grupo de ingresos más altos son desde nueve hasta 15 veces superiores a los de los grupos de bajos ingresos, indicando una enorme disparidad en el uso del espacio y en la interacción de grupos sociales.

Gráfico 29. Consumos de la movilidad, por clase de ingreso, RMSP (1997)



Fuente: elaboración propia.

Gráfico 30. Transporte, energía y externalidades (índices) por clase de ingreso, RMSP (1997)



Fuente: elaboración propia.

Movilidad y reproducción social

El Cuadro 57 muestra los datos más relevantes acerca de la reproducción social de las familias.

Cuadro 57. Inversiones en la reproducción social de las familias, RMSP (1997)

Ingreso familiar mensual (BRL)	Viajes/día	Tiempo invertido (minutos/día)	Espacio recorrido ¹ (km/día)	Gastos con transporte (BRL/mes)
0-250	3,2	107	15,8	37,2
250-500	4,9	174	27,6	65,7
500-1.000	6,5	232	39,9	109,8
1.000-1.800	8,3	292	52,7	179,7
1.800-3.600	9,0	290	57,3	256,4
Más de 3.600	9,9	289	62,0	355,7
General	6,9	235	42,4	154,3

Nota: ¹Distancias "aéreas" puerta a puerta, medidas entre centros de zonas de la investigación OD.

Fuente: elaboración propia.

El análisis del perfil de consumo de tiempo y espacio por parte de los hogares de la metrópolis paulista muestra cinco grupos distintos:

- Excluidos: representan el grupo de menor ingreso (entre BRL 0 y BRL 250). Corresponden a 1,7 millón de personas (10% de la población) y se caracterizan por la baja movilidad (3,2 viajes por familia y 1,16 viajes por persona, menos de la mitad de la movilidad de las personas de ingresos más altos) y un bajo uso del transporte público (la mitad del uso de los grupos de alto uso de transporte colectivo); más de la mitad de las personas es inmóvil; sólo el 24% del tiempo de desplazamiento es utilizado para trabajo.
- Pobres: representan el grupo de ingreso entre BRL 250 y BRL 500 equivalente a 2,7 millones de personas (16% de la población); su movilidad es mayor que la de los excluidos (1,47 viajes por persona), pero todavía muy baja si es comparada con la de los demás grupos; un tercio de los viajes es realizado con transporte público; el tiempo invertido en viajes al trabajo equivale a 51% del total.

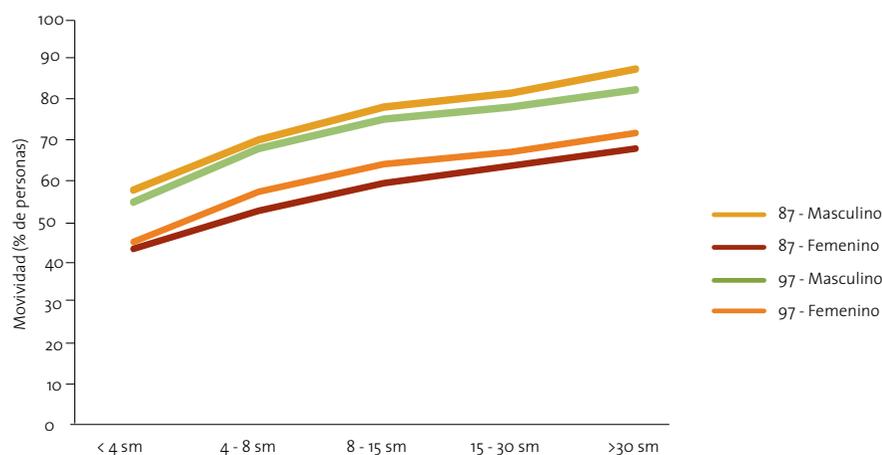
- c. Grupos intermedios: están en el grupo de ingresos entre los BRL 500 y los BRL 1.800, representando 8,3 millones de personas (el 49% del total); su movilidad es de 1,76 hasta 2,07 viajes/persona; son los que usan más intensamente el transporte público; algunos comienzan a usar el automóvil; registran mayor diversidad de actividades, con participación elevada en trabajos de servicios, escuela, compras y entretenimiento; la amplitud temporal y espacial de los viajes comienza a aumentar; sólo cerca del 34% son inmóviles.
- d. Clase media: representa el grupo con ingresos entre los BRL 1.800 y los BRL 3.600 equivalente a 2,6 millones de personas (16% del total); es el primer grupo que se adhiere íntegramente al uso del automóvil, que acapara casi la mitad (47%) de los viajes; tiene gran actividad relacionada con los servicios; presenta gran diversidad de actividades; registra gran amplitud temporal y espacial en los viajes; cuenta con condiciones para elegir destinos más cercanos, lo cual le permite reducir distancias promedio; consume mucho más espacio vial y emite mucho más contaminantes por persona que los grupos de ingresos más bajos.
- e. Clase media-alta y la élite: corresponde al grupo con ingresos superiores a los BRL 3.600 en el cual la movilidad es máxima –9,9 viajes por familia y 2,6 viajes por persona– y corresponde a dos veces y media la movilidad del grupo de menores ingresos. En ese grupo, el 66% de los viajes son realizados a través de modos individuales. Estas personas realizan gran cantidad de actividades relacionadas con los servicios; sólo el 24% no viaja en un día típico; la movilidad es superior a todos los grupos en cuanto a viajes de educación, entretenimiento y compras; se caracterizan por seleccionar los destinos más cercanos, lo cual le permite reducir las distancias promedio; consume mucho más espacio vial y emite muchos más contaminantes por persona que los demás grupos.

Cambios entre 1987 y 1997

En la comparación con 1987, se observa que la movilidad se reduce para ambos sexos, aunque la caída es más fuerte en el caso de los hombres (14%, frente a 4% de las mujeres). En cuanto a la relación entre movilidad femenina y masculina, ésta se incrementó del 0,76 en 1987 hasta 0,85 en 1997, indicando una mayor inserción de la mujer en el mercado de trabajo. En comparación a 1987, la movilidad general registró una reducción en todos los grupos de ingresos, pero fue más acentuado en el rango de ingresos más bajos (hasta BRL 250) y en los dos rangos de ingresos más altos.

Cuando se observa la alteración de la movilidad en el transporte individual y en el colectivo se concluye que, en este último caso, la movilidad se reduce para todos los grupos de ingresos, a excepción del grupo de mayores ingresos, en los cuales el valor no sufrió modificaciones. En el transporte individual, por su parte, la movilidad aumentó en los grupos de ingresos más bajos y sufrió una caída en los grupos de ingresos más altos.

Gráfico 31. Movilidad masculina y femenina, RMSP (1987-1997)



Fuente: elaboración propia.

Con respecto a la edad de las personas, la comparación con los datos de 1987 demuestra que la movilidad se redujo en todos los grupos de edad (a excepción de los niños menores de tres años, donde se registra un aumento de 12%, y de los niños entre cuatro y seis años, con crecimiento de 10%). Las mayores caídas ocurrieron en los grupos entre los siete y 17 años. Las menores, en los grupos sobre los 50 años. En comparación con 1987, una vez más se observa una caída general de la movilidad en todas las condiciones de escolaridad. La caída resulta más expresiva para las personas con enseñanza básica completa e intermedia incompleta, y menor en las personas analfabetas o con enseñanza básica incompleta.

En el caso de los motivos, la movilidad se redujo en todos los casos, con la única excepción del sector servicios, pues en este caso la movilidad aumentó de 0,41 a 0,46, debido al cambio en el mercado de trabajo.

El análisis de la movilidad según la posesión de automóviles en la familia demuestra que ella aumenta en todos los años observados, a medida que

aumenta la posesión de automóviles en la familia. Sin embargo, el comportamiento registrado en los tres estudios es distinto. Esto quiere decir que la movilidad crece entre 1977 y 1987 y cae entre 1987 y 1997. Además, demuestra que las familias con automóvil aumentaron su movilidad en los primeros 10 años y luego la redujeron. En cuanto a la inmovilidad, el mismo fenómeno verificado en 1987 se repite en 1997: ésta es mayor en los grupos de ingresos más bajos y en las mujeres, en comparación con los hombres.

En cuanto a la variación frente al ingreso, la inmovilidad masculina en 1997 evoluciona desde un 54,6%, en el rango de ingresos más bajos, hasta un 18,4% en el grupo de ingresos más altos (menos de la mitad). Los valores respectivos para las mujeres son de 56,5% y 29% (la mitad). Un cambio importante ocurre con respecto a las diferencias entre la inmovilidad de hombres y mujeres, que sufre una disminución en todos los grupos de ingresos, mostrando que las mujeres están desempeñando proporcionalmente más actividades fuera de la casa que en 1987. Cabe destacar que las mayores caídas ocurrieron en los grupos de ingresos más altos. En el grupo de menores ingresos, mientras la relación de inmovilidad entre hombres y mujeres en 1987 fue de 1,20 (las mujeres 20% más inmóviles que los hombres), en 1997 ésta cayó a 1,03. Esto quiere decir que las mujeres aparecieron como sólo un 3% de más inmovilidad que los hombres. En general, se observa que la inmovilidad masculina ha aumentado en todos los rangos de ingresos, mientras la inmovilidad femenina ha caído en todos los grupos de ingresos.

Frente a todos los datos presentados, se concluye que la movilidad –conforme a estudios anteriores que incluyen el OD87– está positivamente relacionada con el ingreso, la escolaridad y la posesión de automóvil (condiciones que están relacionadas entre sí). También se concluye que la división de tareas en el interior de la familia sigue teniendo como resultado una mayor movilidad de los hombres frente a las mujeres –a pesar de que esa diferencia está disminuyendo– y que la movilidad crece en los rangos de edad en que las actividades escolares y laborales son más intensas (entre los 11 y los 40 años).

Principales conclusiones sobre el caso de estudio

La diferencia de movilidad (mobility gap): el análisis de la movilidad permite verificar que aún existe, entre los rangos de ingresos, una gran diferencia de valores, en una relación aproximada de 1:2,5 para todos los viajes. Esto está directamente relacionado con las fuertes disparidades

sociales verificadas entre los segmentos de ingresos, fruto del tipo de desarrollo económico y social de la metrópolis. La congestión de tráfico creciente provoca la sensación de que la sociedad vive su límite de movilidad, pero eso no es verdad: la movilidad de ciudades europeas es de cerca de tres viajes al día por persona, similar a la de los estratos de ingresos más altos de la RMSP. Si ocurriera un crecimiento económico y un aumento efectivo del ingreso en los grupos de menores ingresos, la movilidad promedio aumentaría. El impacto específico en los rangos de ingresos dependerá de la forma específica de distribución de estos ingresos adicionales.

Tiempo de actividad de los domicilios: Una forma distinta de observar el mismo fenómeno es a través de la amplitud de tiempo de las personas y de los hogares. La amplitud personal –tiempo que las personas de un rango de ingreso pasan fuera de su casa– es mayor cuando mayor es el ingreso (diferencia de 50%). La amplitud domiciliaria –tiempo en el cual alguien queda fuera de la casa– es aún mayor en la medida en que el ingreso aumenta, mostrando una mayor cantidad de personas “móviles” y una mayor diversidad de sus actividades en relación con el horario en que éstas ocurren.

Ingreso y uso del transporte colectivo: la movilidad a través del transporte colectivo todavía es muy baja en relación con el gran contingente de personas que viven con bajos ingresos. Eso significa que, en caso de que ocurra un aumento del ingreso en los rangos de menor poder adquisitivo, se puede prever con toda certeza un aumento en el uso del transporte colectivo. Basta verificar que la movilidad en el transporte colectivo del segundo rango (BRL 250 a BRL 500 es un 50% superior a la movilidad del rango de menores ingresos (BRL 0 a BRL 250), y que el valor continúa creciendo hasta el cuarto rango de ingresos (BRL 1.000 a BRL 1.800). Esto es reforzado por el dato de que las personas del segundo rango de ingresos gastan un 51% de su presupuesto de tiempo en transporte colectivo, en contraposición con el 24% del primer rango de ingresos.

Nuevo patrón de movilidad: los datos demuestran que las grandes transformaciones llevaron a un cambio en el patrón de desplazamiento. A pesar de que haya disminuido el valor final de la movilidad, no se puede dejar de mencionar el fenómeno de la “migración” de movilidad entre géneros y entre modos: la movilidad está más femenina y más automovilística: la movilidad de las mujeres se acerca a la de los hombres y 75% de los nuevos viajes incorporados entre 1987 e 1997 fueron realizados con automóvil. Por lo tanto, en cuanto al segundo aspecto, se puede afirmar

que la RMSPE evolucione hacia la individualización de la movilidad motorizada y hacia todas las consecuencias negativas asociadas a ella.

Confirmación del paradigma de la movilidad: a pesar de que la movilidad ha disminuido, esto no puede ser interpretado como una superación del paradigma de la movilidad, que asocia el aumento del ingreso al aumento de la movilidad. Además de que la variación del ingreso aparece como un aspecto difícil de medir en períodos de inflación alta, sus aumentos en el consumo del tiempo y del espacio también son difíciles de evaluar. La permanencia de las fuertes diferencias entre la movilidad de los distintos niveles de ingresos comprueba dicho paradigma. La caída de la movilidad seguramente está relacionada con factores macroeconómicos del mercado de trabajo –relaciones de trabajo, desempleo, informalidad– y con nuevos hábitos de consumo, como compras a través de los medios de comunicación y transporte de mercancías realizados por terceros (y que nos es contemplado en los estudios). Los factores que contribuirían al aumento de la movilidad –sobre todo el aumento de la proporción de la población adulta y el aumento del número de automóviles– resultaron insuficientes para compensar los impactos de los factores estructurales que contribuirían a la reducción de la movilidad. Es decir, ha ocurrido una “compresión” general de la movilidad causada por dichos factores estructurales, pero permanece sólida la relación directa entre ingreso y movilidad. Apenas una distribución efectiva del ingreso podría afectar este cuadro, en la medida en que una gran cantidad de población de ingresos muy bajos pase a usar el transporte colectivo (que, al contrario, está siendo cada vez menos utilizado por ellos).

El cambio en el uso de la ciudad: la movilidad numéricamente menor también puede estar asociada a un cambio en el uso de la ciudad, traducida, por ejemplo, en la realización de varias actividades en un solo destino. Eso puede ser causado tanto por el cambio espacial de la oferta de los equipos urbanos –como en el caso de los centros comerciales, donde varios “destinos” son alcanzados con solo un viaje– como por la congestión o precariedad del transporte público, que limita el uso del espacio y fuerza a una selección de destinos cercanos, que pueden ser alcanzados caminando (en viajes que no son calculados por ser demasiado cortos).

Movilidad individual y social: Una forma alternativa de explicar la caída de la movilidad está asociada al concepto de “movilidad social”, es decir, la cantidad de viajes realizados por todas las personas que forman parte de la economía, y no sólo aquellas que son entrevistadas en sus casas. De hecho, en el caso de los viajes de personas que entregan o recogen mer-

cancias y documentos, se registran sólo los viajes de salida de la casa al trabajo y viceversa; los viajes intermedios de entregas no son registrados. Esto abre una brecha para verificar que, en realidad, muchos viajes continúan siendo realizados físicamente, una vez que son transferidos a otras personas. Por lo tanto, la movilidad de la “sociedad” puede no tener que ser alterada si la economía está girando al mismo ritmo. Por otro lado, la nueva economía de servicios puede generar desplazamientos físicos de documentos en cantidad superior al patrón verificado anteriormente (a pesar de los nuevos medios de comunicación) en relación con las transacciones asociadas a negocios. Estos desplazamientos no son registrados por la investigación OD, a pesar de reflejar el nivel de la actividad económica. En los dos casos mencionados, el movimiento físico de las mercancías es realizado principalmente por dos tipos de vehículos –la motocicleta y los vehículos mixtos de entrega–, ambos con un aumento significativo en el período. En 1997 el número de motocicletas en el municipio de São Paulo era 292.000, de las cuales 65% eran usadas para servicios de entrega, conocidos como moto-flete (CET, 2001). La distancia promedio recorrida por ellas fue de 150 km por día, correspondientes a 15 viajes de 10 km cada uno. Esto quiere decir que solamente en la ciudad de São Paulo las moto-fletes podrían realizar casi tres millones de desplazamientos al día que no son registrados por la OD, en circunstancias que muchos de esos viajes pueden sustituir viajes personales registrados anteriormente.

De esta manera, se puede levantar la hipótesis de que la caída en la movilidad individual medida por la investigación es real pero no corresponde, como se pensaría normalmente, a una caída en el nivel de actividad económica. Esto quiere decir que el paradigma de que la movilidad crece cuando crece el ingreso no podría ser cuestionada bajo ese argumento. Se abre entonces la posibilidad de imaginar un fenómeno de *transferencia de la movilidad*, recomendando que la metodología de las próximas investigaciones OD sea complementada para captar otras manifestaciones de la movilidad.

Impacto del automóvil en la movilidad familiar: la adquisición del primer automóvil impacta fuertemente en la familia, pues el 40% de los viajes pasan a ser hechos con él; el uso promedio de un automóvil aumenta con el crecimiento del ingreso; la ocupación promedio de los vehículos disminuye con el aumento de automóviles en una familia porque aumenta la individualización de su uso. La posesión de un automóvil (o más de uno) hace que éste tenga usos múltiples, o sea, 47% de los viajes implica su uso obligatorio (con o sin retorno inmediato al hogar). De hecho,

su utilización suele parecer tan atractiva que la cantidad de viajes con tiempo de duración de alrededor de cinco minutos es significativa (11% del total), al contrario de lo que ocurre con el autobús, cuyo uso sólo es representativo en viajes a partir de los 25 minutos de duración. Aún así, se observa que, en las familias con sólo un automóvil, el 63% no lo utiliza a diario.

Espacio y movilidad: tres décadas, tres ciudades

Las principales variaciones en los datos socioeconómicos aparecen destacadas en los cuadros 58 y 59.

Se puede verificar que, a medida que la población se ha duplicado, el número de matrículas en las escuelas se ha quintuplicado, el de empleados se ha duplicado y el de viajes triplicado. En el Cuadro 59 (ver p. 184) se observa que el parque automotor aumentó seis veces. El Gráfico 32 (ver p. 184) indica que la flota de automóviles no ha dejado de crecer mientras el número de viajes en vehículos registró un crecimiento sostenido hasta 1987 para luego estabilizarse. Los viajes en transporte público aumentaron considerablemente entre 1967 y 1977 (0,7 para 0,95 viajes por habitante) para luego comenzar a disminuir. La división modal demuestra que, al final del período analizado, el número de viajes en automóvil prácticamente igualó la cantidad de desplazamientos realizados en transporte colectivo.

Cuadro 58. Alteraciones en las condiciones socioeconómicas, RMSP (1967-1997)

Año	Población (mil)	Matrículas (en miles)	Empleos (en miles)	Viajes motorizados (en miles)	Movilidad motorizada (viaje/persona)	Muertes en el tránsito
1967	7.097	1.088	2.736 ¹	7.163	1,01	3.174 ²
1977	10.273	2.523	3.960	15.758	1,53	2.495 ³
1987	14.248	3.676	5.647	18.749	1,32	2.715 ⁴
1997	16.792	5.011	6.959	20.620	1,23	2.042

Notas: ¹Valor estimado, se considera la misma proporción de empleos/persona registrada en 1977;

²Datos de 1973; ³Datos de 1979; ⁴Datos de 1990.

Fuente: CMSP, 1998.

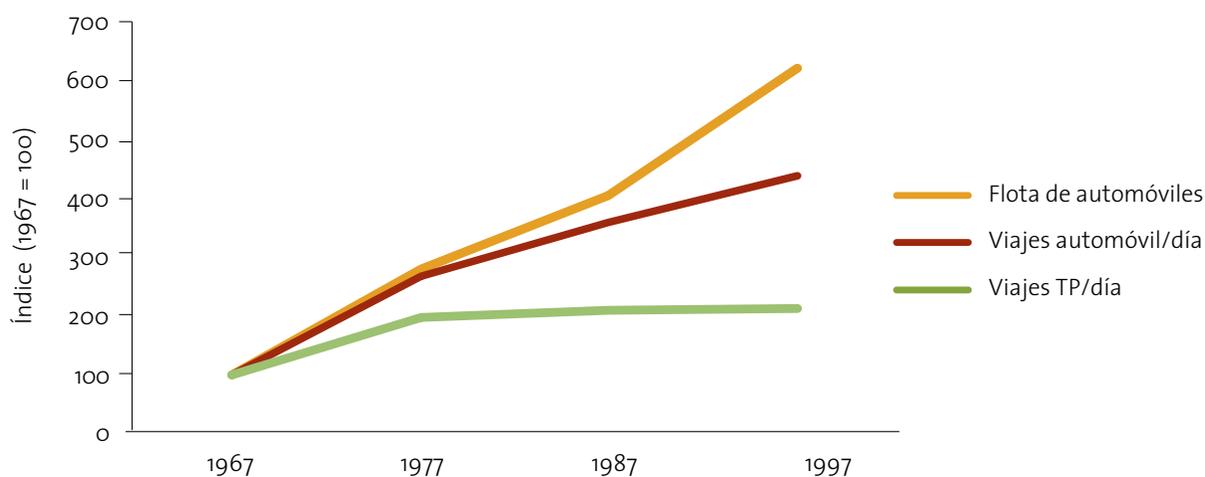
Cuadro 59. Cambios en el parque automotor y en los viajes motorizados, RMSP (1967-1997)

Año	Flota automóvil (mil)	Automóvil/mil personas	Viajes TI (en miles)	Viajes TP (en miles)	Viajes TI/ persona	Viajes TP/ persona	División modal TP/TI
1967	493	70	2.293	4.894	0,32	0,69	68/32
1977	1.384	135	6.240	9.759	0,61	0,95	61/39
1987	2.014	141	8.473	10.343	0,59	0,73	55/45
1997	3.095	184	10.147	10.473	0,60	0,62	51/49

Notas: TI: transporte por automóvil; TP: transporte público.

Fuente: CMSP, 1998.

Gráfico 32. Cambios en el parque automotor y en los viajes motorizados, RMSP (1967-1997)



Fuente: elaboración propia.

Muchos factores pueden ser planteados para explicar dichas variaciones y siempre influyen conjuntamente pues no hay un factor único que pueda explicar por sí solo este fenómeno. Las respuestas deben derivarse de un análisis de las condiciones sociales, económicas y de oferta de transporte de cada período. Dentro ellas destacan los cambios en los ingresos, el grado de escolaridad, la distribución de la población en los rangos etarios, características demográficas, localización de actividades en el espacio, estructura del empleo y disponibilidad de medios alternativos de comunicación (fax, Internet), además de la oferta de medios de transporte

y su calidad relativa que incluye el transporte de pequeñas mercancías como forma de sustituir viajes realizados por las personas. A pesar de la complejidad de los fenómenos involucrados, puede decirse que la RMSP ha pasado por tres etapas distintas, registradas a través del estudio OD:

a. 1967-1977: motorización y expansión del espacio de actuación

Dicha etapa corresponde a la “motorización” de la sociedad. En su mayoría, los viajes pasaron a ser realizados en modos motorizados, principalmente en autobús y automóvil. Como consecuencia, los viajes en transporte colectivo se duplicaron y los viajes en automóvil se triplicaron. Estos cambios estuvieron directamente relacionados con el crecimiento de la economía y la concentración del ingreso experimentados dentro del llamado “milagro brasileño”. Puede decirse que la sociedad ha roto barreras físicas y ha comenzado a viajar con mayor intensidad, abriendo espacios más amplios en la búsqueda de ascenso social y económico. La alcaldía de São Paulo construyó alrededor de 1.600 km de nuevas franjas de circulación vial. La violencia en el tráfico llegó a su auge, con 3.174 muertes en 1973.

b. 1977-1987: reacomodación física de las personas y actividades, “automovilización”.

Corresponde al período de consolidación del uso del transporte individual y del comienzo de la disminución en el uso del transporte colectivo. Esa tendencia fue acompañada por un ajuste en el uso del espacio, formando espacios más delimitados de actividad para adaptar el uso del suelo lo más cercano posible a la demanda. La adaptación del espacio obedeció al balance de fuerzas políticas y económicas, consolidando a São Paulo como la “ciudad de la clase media”, en la cual el rol del conductor de automóvil pasó a ser desempeñado con más eficiencia y comodidad que los demás roles. La movilidad promedio sufrió una caída, tanto debido a la caída de los ingresos como al ajuste espacial; las externalidades crecieron en una alta proporción, con cerca de 50.000 accidentes anuales con víctimas y altos niveles de contaminación atmosférica.

c. 1987-1997: saturación y optimización temporal de las actividades

Corresponde a un nuevo aumento en el uso del transporte individual, con un crecimiento significativo de las externalidades asociadas a las congestiones que comienzan a amenazar la sustentabilidad de la metrópolis. La congestión vehicular generalizada desafía el modelo de apoyo al

uso del automóvil y, consecuentemente, las estrategias de reproducción de la clase media y de la élite, que dependen directamente de él. El transporte público empieza a perder posiciones relativas y entra en una grave crisis. La movilidad personal, medida a través de la investigación OD, registró una caída del 7%. Sin embargo, se puede proponer la hipótesis de que la movilidad social –como expresión de la movilidad general de mercancías y servicios– no registró caída alguna, lo cual evidenció una transferencia entre agentes (como en el caso específico de los servicios de entrega). La violencia en el tráfico, luego de provocar cerca de 50.000 muertes en dos décadas, comienza a disminuir.

Cuadro 60. Tres décadas, tres ciudades

Década	Características
1967-77	Motorización general Auto-motorización de grupos específicos Expansión del espacio de circulación Alta violencia en el tráfico
1977-87	Ajuste en el espacio urbano Aumento de las externalidades
1987-97	Saturación vial Crisis del transporte público Insustentabilidad ambiental y económica

Fuente: elaboración propia.

Obstáculos al ejercicio de la movilidad

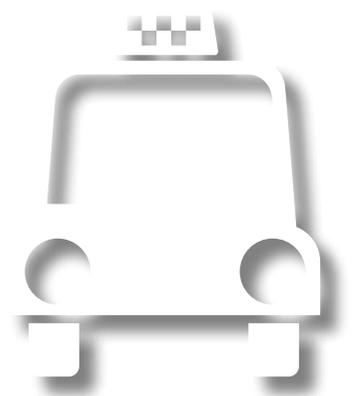
Al observar dichos datos se pueden identificar dos limitaciones al desarrollo adecuado de la movilidad de los habitantes:

- a. Barrera *social*: relacionada con el bajo ingreso de una parte importante de la población que no tiene acceso ni siquiera al transporte colectivo. Un grupo especial corresponde a los “excluidos” de la sociedad, es decir, aproximadamente 1,7 millones de personas con ingreso familiar de hasta BRL 250 (USD 140). La superación de la restricción sólo ocurrirá si se logra una efectiva distribución del ingreso. Un cálculo sencillo demuestra que si dicho grupo pasara al nivel de ingreso inmediatamente superior (de BRL 250 a BRL 500), se sumarían aproxi-

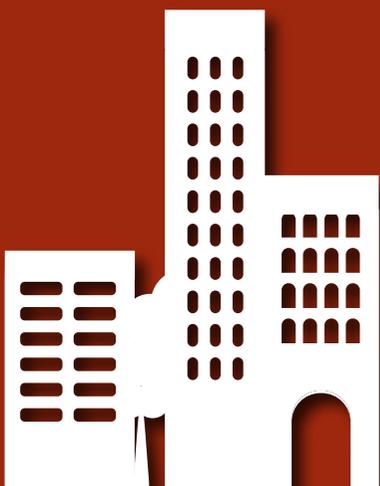
madamente 500 mil viajes adicionales al transporte público al día. Si los otros grupos de ingresos medianos-bajos aumentaran dicho ingreso, la movilidad a través del transporte público aumentaría aún más.

- b. **Barrera física:** relacionada con el colapso del sistema vial, debido al gran uso de los automóviles.

La saturación del sistema vial a causa del alto uso de automóviles en todo espacio lleva al descontrol sobre su uso y deriva en una baja disponibilidad de vías en áreas más periféricas. Es importante destacar que una restricción física grave ocurre con la circulación simultánea en las vías de apenas 10% de la flota existente que involucra a cerca de 500.000 vehículos. La limitación en la movilidad afecta a toda la sociedad en sus desplazamientos diarios. La restricción sólo será superada en caso de que haya un uso más racional del sistema vial –con un aumento en el uso del transporte colectivo en relación con el individual–, un mayor control sobre el uso y ocupación del suelo y una reducción en las deficiencias del sistema periférico vial. ■



Conclusiones

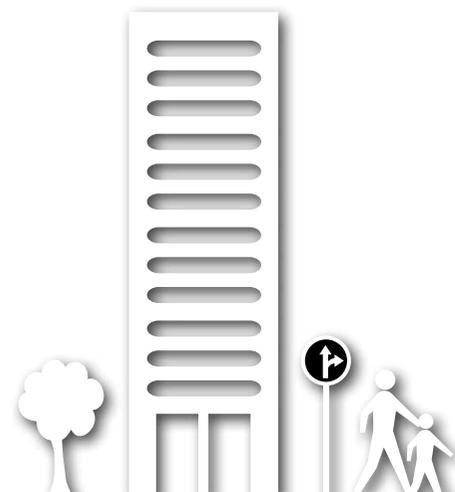


Conclusiones

Las ciudades son los lugares donde las personas viven, trabajan y desarrollan un gran conjunto de actividades, dentro y fuera de sus casas. Las actividades desempeñadas fuera de casa demandan el uso de distintas formas de transporte y se clasifican en un gran conjunto de desplazamientos realizados por varios motivos, como trabajo, educación, salud y entretenimiento. A su vez, dichos desplazamientos dependen de la ubicación de las casas, de los lugares de trabajo, de las escuelas y del comercio así como de la infraestructura vial y los medios de transportes disponibles.

La metodología tradicional de análisis de la movilidad tiene un carácter eminentemente técnico, limitándose a cuantificar los desplazamientos. Dicha metodología parte del supuesto de que la movilidad es un “dato”, que surge del desarrollo natural de la sociedad y que, por lo tanto, no debe ser discutida. Con ello se inhibe el análisis social y político de la movilidad para conocer quiénes se movilizan y cómo, cuáles son las consecuencias para las personas y cómo son distribuidos los costos y los beneficios.

Cuando se analizan los desplazamientos de las personas en la ciudad, se observa que éstos se realizan en distintas condiciones de tiempo, comodidad y seguridad. Los principales factores que interfieren en su movili-

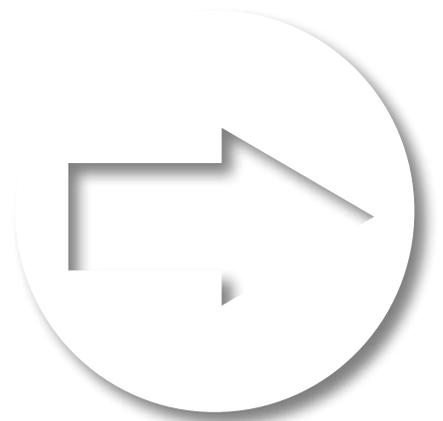


dad son el ingreso, el género, la edad, la ocupación y el nivel educacional. La disponibilidad de transporte motorizado en el hogar impacta fuertemente la movilidad, pero puede ser considerada como un factor asociado al ingreso. Es decir, existe una gran diferencia entre los desplazamientos hechos por personas de altos o bajos ingresos, relacionada sobre todo con el uso de los modos individuales motorizados por las personas de altos ingresos.

Los modos motorizados implican un gran consumo de espacio y energía, además de producir emisión de contaminantes, ruido, accidentes de tránsito y congestión. Los impactos son particularmente graves en el caso del uso del automóvil y de la motocicleta. La distribución desigual del acceso a los medios de transporte se transforma en una distribución desigual del derecho de uso de la ciudad, así como de los beneficios y costos de la movilidad colectiva. Las personas de más bajos ingresos sufren mucho más las consecuencias indeseables del uso del transporte individual que el resto de las personas, convirtiéndose esta situación en un grave problema para los países en desarrollo.

Este análisis más amplio de los desplazamientos y sus condicionantes hace posible verificar los impactos de los cambios en las formas de movilidad. De esta manera, la compra de una motocicleta por parte de una familia de bajos ingresos aumenta su movilidad y reduce su tiempo de desplazamiento. Sin embargo, provoca un aumento en la emisión de contaminantes y peligro de sufrir accidentes de tráfico. Es decir, de la mano de los beneficios individuales surgen perjuicios individuales y para los demás habitantes de la misma ciudad. El fenómeno queda aún más claro con el aumento del uso del automóvil. El análisis cuidadoso y amplio de cómo ocurren esos desplazamientos nos permite estimar los valores que más nos interesan, sobre el costo, tiempo de recorrido, comodidad, seguridad, uso de energía e impactos ambientales. Con esas cifras en la mano, tal como se expone en este libro, es posible evaluar de forma amplia la equidad, la eficiencia y la calidad de la movilidad de la ciudad analizada.

Si fuera posible evaluar los impactos negativos de algunos tipos de movilidad, también podríamos identificar los impactos positivos de alteraciones en las condiciones actuales, como en el caso del aumento del uso de modos de transporte menos contaminantes o riesgosos. Sólo ese análisis más amplio es el que permitirá establecer elementos adecuados para el diseño de políticas públicas que logren condiciones de movilidad más equitativas y ambientalmente sanas. ■



Referencias bibliográficas

Alquéres, C. A. y Martines, G. L. (1999). *As relações entre o conforto, a capacidade, o desempenho e o consumo no planejamento de sistemas de transporte*. Trabajo presentado en El Congreso CLATPU, Caracas, (1999).

ANTP/IPEA (1998). *Melhoria do transporte urbano com a redução da desconomias*, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília.

Appleyard, D. (1981). *Liveable streets*, University of California Press, San Francisco.

Banco Mundial (1996). *Sustainable transport-priorities for policy action*. Washington, D.C.

_____ (1997) *World resources, a guide to the global environment*, Washington, D.C.

Barat, J. (1985) 'Integrated Metropolitan Transport-reconciling efficiency, equity and environmental improvement', *Third World Planning Review*, vol. 7, N° 3, pp. 242-261.

Barret, P. (1983). *The automobile and the urban transit*. Temple University Press, US.

Bovy, Phillippe H. (1990). *Environmental impacts of land-based transport infrastructures*, Swiss Federal Institute of Technology, Lausanne.

Corporación Andina de Fomento (2010) *Observatorio de movilidad urbana para América Latina*. Caracas.

Brunn, E. C. and Vuchic, V. (1993). *Time-area concept: development, meaning and applications*, TRB, Transportation Research Record 1499, Washington.

Cámara de Comercio de Bogotá (2008). *Observatorio de la movilidad urbana*, Bogotá.

Cameron, J. W. M. (1998). *Transport contribution to urban restructuring*. In *Urban Transport Policy*, Freeman and Jamet (eds), Balkema, Netherlands, pp. 245-252.

Carlsson, G. and Hedman, Karl-Olov (1990) *A systematic approach to road safety in developing countries*, World Bank report INU 63, Washington, D.C.

Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (1996). *Plains de déplacements urbaines*. France.

Cervero, R. (1998). *The transit metropolis-a global enquiry*, Island Press, US.

Cia de Engenharia de Tráfego (1997). *Acidentes de trânsito em São Paulo*.

CETESB (2008). *Relatório da qualidade do ar na RMSP*, São Paulo.

Chakraborti, D. (1997). *Calcutta in pollution perspective*, *World Transport Police and Practice* vol. 3, N° 3, pp. 15-23.

CMSP–Metrô de São Paulo (1998). *Pesquisa Origem-destino 1997*, São Paulo.

_____ (2009), *Pesquisa Origem-destino 2007*, São Paulo.

Cusset, Jean-Michel (1997). *Mobilité deux roues et politique de transport à Ouagadougou et à Hanoi. Mobilité et politiques de transport dans les villes en développement*, INRETS, France, pp. 87-104.

Dianpin, Z. (1999). *Road accidents in People's Republic of China*. *IATSS Review*, vol. 23, N° 2, pp. 114-115.

Diaz Olvera, L., Plat, D. and Pochet, P. (1997). *Les mobilités quotidiennes deux pauvres à Bamako et Ouagadougou. Mobilité et politiques de transport dans les villes en développement*, INRETS, Paris, pp. 119-134.

Dron, D. y Cohen de Lara, M. (1995). *Pour une politique soutenable des transports. Collection des rapports officieles*. Paris, La documentation française, pp. 107-127.

European Metropolitan Transport authorities-EMTA (2009) *EMTA Barometer of Public Transport in European Metropolitan Areas 2006*, Madrid.

Fagnani, E. (1986). *Financiamento do transporte público no Brasil*. *CADERNOS Fundap 6 (12)* pp. 36-64.

Faiz, A. (1993). *Automotive emissions in developing countries-relative implication for global warming, acidification and urban air quality*. *Transportation Research A*, vol. 27, N° 3, pp. 167-186.

Figuerola, O. et al. (1993). *Transports, Tramways, Technologie-splendeur et décadence des tramways en Amérique Latine*, INRETS. *Transport Transfert Development* N° 6, Paris.

Figuerola, O. (1991). *La crise de court terme des transports en commun: l'expérience de San José du Costa Rica*. *Recherche Transports Sécurité* 31:47-56.

Goldemberg, J. (1998). *Energia, Meio ambiente e desenvolvimento*. Edusp/Cesp, São Paulo.

Gordon, D. (1991). *Steering a new course-transportation, energy and environment*. Island Press, US.

Guitink, P. y Flora, J. (1995). *Non motorized transportation in transportation systems: back to the future?* Paper presented at the Transportation Research Board 74th Conference, Washington, D.C., January.

Gwilliam, K. M. (2000). *Pollution from motorcycles in Asia: Issues and options*. *World Bank Infrastructure notes*, transport sector, N° UT-8, Washington, D.C.

Hagerstrand, T. (1970). *What about people in regional sciences? Papers of the Regional Science Association*, N° 24, pp. 7-21.

Hallak, J. (1977). *Planning the location of schools—an instrument of educational policy*, International Institute of Educational Planning, Paris, UNESCO.

Harvey, D. (1996). *Justice, Nature and the geography of difference*, Blackwell, UK.

Henry, E. y Figuerola, O. (eds) (1985). *Transporte y servicios urbanos en América Latina*, Quito, INRETS/CIUDAD.

Hierli, U. (1993). *Environment limits to motorization-non motorised transport in developed and developing countries*, SKAT, Swiss.

Hill, B. L. y Jacobs, G. D. (1981). *The application of road safety countermeasures in developing countries*. *Traffic Engineering and Control* vol. 22, N° 8/9, pp. 464.

Hillman, M. (1988). *Foul play for children: a price of mobility*. *Town and Country Planning*, October, pp. 331-332.

Illich, I. (1974). *Energy and Equity*, Harper and Row, US.

IPEA/ANTP (1998). *Redução das deseconomias urbanas com a melhoria do transporte público*, relatório final, Brasília.

Joumard, R. (1991). *Caractérisation des émissions unitaires des véhicules légers*. *Recherche Transport Sécurité* 32, pp. 71-80.

Joumard, R., Lamure, C., Lambert, J., y Tripiana, F. (1995). *Politiques de transport et qualité de l'air dans les agglomérations*, INRETS, Rapport LEN N° 9515, Francia.

Kenworthy, J. (1997). *Automobile dependence in Bangkok: an international comparison with implications for planning policies and air pollution*. Fletcher and McMichael (eds) *Health at the crossroads-transport policy and urban health*, Willey, London, pp. 215-234.

Kim y Gallent. (1998). *Transport issues and policies in Seoul: an exploration*. *Transport Reviews*, vol. 18, N° 1, pp. 83-99.

Kwakyie, E. A., Fouracre, P. R., Ofusu-Dorte, D. (1997). *Developing strategies to meet transport needs of the urban poor in Ghana*. *World Transport Policy and Practice* vol. 3, N° 1, pp. 8-14.

Lamure, C. (1994). *Moyens et difficultés de l'évaluation énergétique de la circulation urbaine*. *Recherche, Transports Sécurité* 51, 3-14.

Lomax, T., Turner, S. y Shunk, G. (1996). *Quantifying congestion*, TTI, Texas, EUA.

Lu X. M. y Ye, G. X. (1996). *Situation and policy of transportation in Shanghai at turning of the century*. *Urban transport policy*, Freemant & Jamet (eds), Balkema, Rotterdam, pp. 149-155.

Maddison, D., Pearce D., Olof J., Calthrop E., Litman T., Verhoef E. (1996). *The true costs of road transport*, Earthscan, UK.

Maibach M., Schenkel P., Peter D. y Gehrig S. (1997). *Environmental indicators in transport – measures for ecological comparisons between various transport means*, INFRAS, Zurich.

Mankouch, S. (1997). *L'automobile dans les métropoles du Maghreg. Motorisation et pratiques de mobilité en voitures particulières. Mobilité et politiques de transport des villes en développement*, INRETS, Paris, pp. 199-212.

Marchetti, C. (1994). Anthropological Invariants in Travel Behavior. *Technological forecasting and social change*, vol. 47, pp. 75-88.

Mayeres I., Ochelen S. y Proost, S. (1996). *The marginal external costs of urban transport. Transportation Research, D*, vol. 1, N° 2, pp. 111-130.

Miller, P. y Moffet, J. (1993), *The price of mobility-uncovering the hidden costs of transportation*, Natural resources Defense Council, EUA.

Mohan, D. and Twari, G. (1998). *Traffic safety in low-income countries: issues and concerns regarding technology transfer from high-income countries. Reflections on the transfer of traffic safety knowledge to motorising nations*, Global Traffic Safety Trust, Australia, pp. 27-56.

Molina L. y Molina, M. (eds) (2002). *Air quality in the Mexico Megacity-an integrated assessment*, Kluwer, Holanda.

Newman P.W.G y Kenworthy, (1999). *Sustainability and cities-overcoming automobile dependence*, Island Press, Washington, D.C.

O'Donnell, G. (1988). *Democracia delegativa? Novos Estudos CEBRAP* 31:25-40, São Paulo.

OECD (1988). *Transport and the environment*, París.

Organización Latinoamericana de Energía (2008). *Informe de estadísticas energéticas 2009, año base 2008*, Ecuador.

Owens, S. (1996). *I wouldn't start from here: land use, transport and sustainability. Transport and the Environment*, Bryan Cartledge, University of Oxford, 1996, pp. 45-61, UK.

Peters, D. (1998). *Breadwinners, homemakers and beasts of burden. Habitat Debate* vol. 4 N°2 pp. 12-14, The United Nations Centre for Human Settlements, Nairobi.

Pucher, J. y Lefèvre, G. (1996). *The urban crisis in Europe and North America*. MacMillan, UK.

Reksnis, M. (1995). Road accidents in Poland, *IATSS Research*, vol. 19, N° 1, pp. 100-101.

Ribeiro, S. Kahn *et al.* (2000). *Transporte e mudanças climáticas*, Mauad Editora e Coppe/UFRJ, Rio de Janeiro.

Roberts, D. (1997). *Mortality from unintentional injury and violence in the Americas: A source book*, Pan American Health Organisation, Washington, D.C.

Saldiva, P. H. (1998). *Poluição atmosférica e saúde, uma abordagem experimental*, Greenpeace, São Paulo.

Schafer, A. (1998). *The global demand for motorised mobility*. *Transportation Research A* vol. 32, N° 6, pp. 455-477.

Schwartz, J. (1997). *Health effects of air pollution from traffic: ozone and particulate matter*. Fletcher and McMichael, (eds) *Health at the crossroads – transport policy and urban health*, Wiley, UK, pp. 61-82.

Sharma, A. K. and Gupta, S. (1998). *Women's mobility in Indian cities*. *Urban transport policy*, Freemant & Jamet (eds), Balkema, Rotterdam, pp. 669-674.

Tanaboriboon, Y. (1994). Road accidents in Thailand. *IATSS Research*, vol. 18, N° 1, pp. 86-87.

Tanner (1961). *Factors affecting the amount of travel*. Road Research Technical paper 51, HMSO, London.

Tolley, R. and Turton, B. (1995). *Transport systems, policy and planning, a geographical approach*. Longman, UK.

TRB Transportation Research Board (2000). *Highway Capacity Manual*, Washington, D.C.

Texas Transportation Institute (2010). *Urban Roadway*, Annual report, Texas, USA.

Turner, J. y Kwakye, E. (1996). *Transport and survival strategies in a developing economy: case evidence from Accra, Ghana*. *Journal of Transport Geography*, Vol. 4, N° 3, pp. 161-168.

United Nations (2002). *Air pollution from ground transportation – an assessment of causes, strategies and tactics, and proposed actions for the international community*, NY.

United Nations Centre for Human Settlements (1996). *An urbanising world, global report on human settlements*, Oxford University Press.

Varma, A., Souba, J., Faiz. A y Sinha, K.C. (1992). Environmental considerations of land transport in developing countries. *Transport Reviews* 12 (2), pp. 101-113.

Vasconcellos, E .A .(1997). *Rural transport and access to education in developing countries: policy issues*. *Journal of Transport Geography*, vol. 5, N° 2, pp. 127–136.

_____ (2001). *Urban transport, environment and equity: the case for developing countries*. Earthscan, UK.

_____ (2002). *Sociedade, mobilidade e equidade na RMSP*. *Revista dos Transportes Públicos* 94, Ppp. 5-33, São Paulo.

_____ (2008). *Transporte e meio ambiente: conceitos e informações para análise de impactos*. Annablume, São Paulo.

Vinjé, M. P. (1981). *Children as pedestrians: abilities and limitations*. *Accident Analysis and Prevention*, vol. 13 , N° 3, pp. 123-35.

Vivier, J. (1999). *Comparaison des coûts externes du transport public et l'automobile en milieu urbain*. *Transport Public International* vol. 48, N° 5, pp. 36-39.

Whitelegg, J. (1997). *Critical mass-transport, environment and society in the twenty-first century*. Pluto Press, London.

Whitt, J. A. (1982). *Urban elites and mass transportation- the dialectics of power*. Princeton Press, US.

World Health Organization (2004). *World Report on Road Traffic Injury Prevention*, Ginebra.

Wright, C. L. (1992). *Fast wheels, slow traffic*, Temple University Press, Philadelphia.

Zahavi, J. (1976). Travel characteristics in cities of developed and developing countries, World Bank Staff Working paper N° 52, Washington, D.C. ■

