

EL DESARROLLO DEL TRANSPORTE PUBLICO URBANO EN AMERICA LATINA Y EL MUNDO



**NACIONES UNIDAS
COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE**

**Santiago de Chile
1994**

LC/G.1817

Febrero de 1994

Notas explicativas

El punto (.) se usa para separar los decimales.

El guión (-) puesto entre cifras que expresen años, por ejemplo 1985-1986, indica que se trata de todo el período considerado, ambos años inclusive. Para expresar un año fiscal o ejercicio financiero, se pone una raya inclinada (/) entre las cifras, por ejemplo, 1985/1986.

La palabra “toneladas” indica toneladas métricas, y la palabra “dólares” se refiere a dólares de los Estados Unidos de América, salvo indicación contraria.

Las referencias a tasas anuales de crecimiento o variación corresponden a tasas compuestas, salvo indicación contraria.

Debido a que a veces se redondean las cifras, los datos parciales y los porcentajes presentados en los cuadros no siempre suman el total correspondiente.

En los cuadros se han empleado los siguientes signos:

- tres puntos (...) para indicar que los datos faltan o no constan por separado;
- una raya (-) para indicar que la cantidad es nula o despreciable.

INDICE

	<i>Página</i>
RESUMEN Y CONCLUSIONES	7
I. EVOLUCION TECNOLOGICA DEL TRANSPORTE PUBLICO URBANO	9
A. LOS ORIGENES DEL TRANSPORTE PUBLICO URBANO	9
B. EL TRANSPORTE PUBLICO CALLEJERO URBANO MECANIZADO	13
C. EL TRANSPORTE FERROVIARIO SUBURBANO	28
D. EL FERROCARRIL METROPOLITANO	34
II. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS PRINCIPALES OPCIONES EN MATERIA DE TRANSPORTE PUBLICO URBANO	44
A. LA ESCASA COBERTURA DE LAS REDES FERROVIARIAS URBANAS	44
B. EL DESARROLLO DE LAS CIUDADES Y LA PROGRESIVA INSUFICIENCIA DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE BASADOS UNICAMENTE EN EL AUTOBUS	47
C. SISTEMAS DE PRIORIDAD PARA AUTOBUSES	52
D. LA IMPLANTACION DE SISTEMAS FERROVIARIOS	63
E. OTROS SISTEMAS APLICABLES EN CASOS ESPECIFICOS	68
BIBLIOGRAFIA	71



RESUMEN Y CONCLUSIONES

EL TRANSPORTE PUBLICO URBANO se originó en algunas ciudades europeas en el siglo XVII, según datos contemporáneos, aunque probablemente antes hubo servicios informales sobre los cuales no existe documentación histórica. Hasta mediados del siglo XIX, el único medio disponible era el carro de tracción animal. A partir de ese período, el tranvía a sangre empezó a implantarse en las ciudades norteamericanas y europeas, llegando a América Latina unos 20 años más tarde. Sin embargo, el ómnibus arrastrado por caballos logró coexistir con el tranvía a sangre hasta que ambos desaparecieron como medios de transporte significativos en el segundo decenio del presente siglo, desplazados por el tranvía eléctrico y el autobús a gasolina, siendo éstos los vencedores de una competencia muy interesante en que también hubo otras opciones tecnológicas que ahora están casi olvidadas.

Más adelante, el tranvía eléctrico emprendió su retirada, no pudiendo competir con el autobús por distintas razones de carácter técnico, económico e institucional. En muchas ciudades de América Latina, los tranvías volvieron por última vez a sus depósitos alrededor de 1960. En algunas ciudades, el trolebús fue considerado como sustituto del tranvía, pero con muy pocas excepciones, no llegó a cubrir una proporción importante del mercado de transporte. El uso del trolebús continúa vigente en ciertas ciudades, y cada vez que ocurre una crisis petrolera, recibe atención por parte de los planificadores del transporte urbano.

Al comienzo, el ferrocarril no era considerado normalmente como medio de transporte urbano, pero llegó a asumir ese papel una vez que las empresas ferroviarias decidieron aprovechar los tramos urbanos y suburbanos de sus líneas de más larga distancia para operar trenes locales, influyendo al mismo tiempo en el desarrollo del espacio urbano. Hasta principios del presente siglo, la única opción tecnológica práctica para arrastrar los trenes fue la locomotora a vapor, que llegó a transportar volúmenes muy grandes de pasajeros. El empleo de la electrificación se introdujo antes de la adopción de los motores Diesel y hoy día constituye la alternativa tecnológica preferida, si bien muchos ramales de las redes suburbanas latinoamericanas aún son operados a Diesel o, en un caso, con una locomotora a vapor. El reemplazo por automotores de los convoyes de

coches no motorizados arrastrados por locomotoras constituyó una innovación significativa.

El “metro” (abreviatura de “tren metropolitano”) tardó 50 años en llegar a América Latina, y otros 50 para establecerse en más de una ciudad de la región. En algunas situaciones, especialmente cuando existe un alto flujo de personas a través de corredores bien definidos, un sistema de metro puede ser la única opción factible. Sin embargo, no sólo requiere grandes inversiones para su construcción, sino también suele exigir subsidios para cubrir las pérdidas operacionales. En comparación con el número total de viajes urbanos, el metro atiende a un segmento reducido de la demanda.

Después de una época de auge del metro, alrededor del decenio de 1970 se procuró encontrar alternativas tecnológicas entre el tranvía y el metro, menos costosas y de menor capacidad pero aún basadas en el uso de rieles. Hasta el momento, son pocas tales aplicaciones en América Latina.

Por diferentes razones técnicas y económicas, el autobús mantiene su posición dominante en el mercado latinoamericano de transporte urbano de pasajeros, aun en ciudades que cuentan con importantes redes de otros modos de transporte. Si bien el autobús en vías compartidas con otros vehículos no es apto para funcionar eficientemente en los corredores de más alta demanda, en muchos casos es posible solucionar el problema implantando vías exclusivas, a través de las cuales los autobuses pueden llevar hasta 20 000 pasajeros por hora en cada sentido a velocidades de hasta 20 kilómetros por hora incluidas las paradas, libres de la interferencia de automóviles u otros vehículos. Conceder prioridad a los autobuses no constituye una solución general para todos los problemas del tránsito en zonas congestionadas, aunque se ha comprobado que es más aceptable, desde el punto de vista social y político, que las alternativas que restrinjan directamente el uso del automóvil privado.

En América Latina, la utilización de la infraestructura de transporte urbano es muy ineficiente, básicamente a raíz del uso excesivo del automóvil en zonas y períodos del día de mayor congestión. No obstante, no es el automóvil en sí la causa del problema, sino la es su uso en condiciones en que no corresponde. Para reducir ese uso exagerado, se requiere más firmeza por parte de las autoridades gubernamentales de la que se ha demostrado hasta el momento.

El profundo conocimiento del transporte público en América Latina, que permitió la redacción de este libro, es producto de un proyecto para investigar el impacto social y económico de subsidios y diferentes formas de control y organización del transporte público urbano en la región. El proyecto fue llevado a cabo por la Unidad de Transporte de la CEPAL, con el apoyo financiero del Gobierno de la República Federal de Alemania, cuya generosidad se desea agradecer.

EVOLUCION TECNOLOGICA DEL TRANSPORTE PUBLICO URBANO

A. LOS ORIGENES DEL TRANSPORTE PUBLICO URBANO

AUNQUE ES POSIBLE que haya existido anteriormente alguna forma de transporte público, en general se considera que el primer ómnibus circuló en París el 18 de marzo del año 1662, y fue a caballo (véase el recuadro 1). Los vehículos introducidos en ese año circularon sobre una ruta fija, llevando por una tarifa establecida a los ciudadanos que desearan ser transportados, excepto el personal militar y los campesinos. Luego, el servicio se expandió para cubrir las zonas administrativas y mercantiles de la capital francesa. A pesar del éxito del invento, los servicios dejaron de circular una vez fallecidos el inventor Blaise Pascal y su patrón, el Duque de Roannez (Day, 1973). Tal como en muchas otras áreas de actividad de la raza humana en distintas épocas, el desarrollo del transporte en general y del transporte colectivo en particular dependieron de los esfuerzos de individuos cuyo dinamismo los diferenciaba de los demás.

A principios del siglo XVII se habían establecido en Londres los servicios de "taxis" a tracción animal, y es probable que el uso de ese tipo de vehículos se haya extendido a otras ciudades europeas. También en Inglaterra, los omnibuses interurbanos arrastrados por caballos, denominados diligencias (*stage coaches*), prestaron servicios urbanos semejantes, inicialmente para llevar pasajeros desde las zonas residenciales hasta los puntos de embarque de los viajes interurbanos; sin embargo, muy pronto los omnibuses urbanos se independizaron. En 1825, había 400 salidas diarias desde Londres de servicios de transporte colectivo arrastrado por caballos hacia los suburbios, cobrando tarifas a cada pasajero individualmente. Es interesante observar que el transporte público se encontraba reglamentado, aun en esa lejana época; los coches no estaban autorizados para tomar o dejar pasajeros en las vías pavimentadas, donde los "taxis" gozaban de derecho exclusivo para circular.

En París en 1819, es decir, después de un intervalo de más de un siglo, Jacques Lafitte reintrodujo los servicios de transporte colectivo a tarifa fija, en rutas cortas de un lado de la ciudad al otro, lo que le resultó muy rentable. A partir de esa fecha, los omnibuses se establecieron definitivamente tanto en París como en Londres y, luego, en otras ciudades.

El ómnibus arrastrado por uno o más caballos llegó a constituir la forma predominante del transporte público en ciudades de tamaño mediano; en ciudades más grandes, fue un medio complementario para facilitar el acceso a los trenes y tranvías. En Buenos Aires, ese medio de locomoción funcionó “durante varios años antes de 1870” y permitió alimentar las estaciones ferroviarias, igual que los autobuses en años posteriores (Scobie, 1977, p. 205).

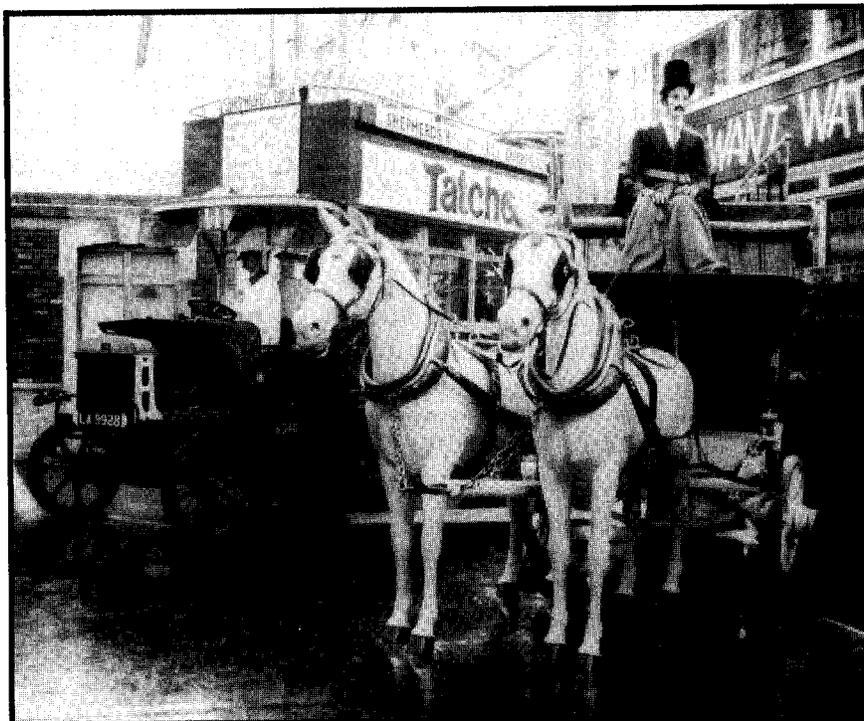
Recuadro 1

EL ORIGEN DEL OMNIBUS

Según Day (1993), el origen de la palabra ómnibus sería el siguiente: Alrededor del año 1826, un señor Stanislas Baudry operaba un servicio de transporte colectivo entre Nantes y el suburbio de Richebourg, donde poseía baños termales. En Nantes, el terminal del servicio se encontraba cerca de un almacén, de propiedad de otro señor de apellido Omnes, que vendía una gran diversidad de productos, por lo que el letrero de la tienda anunciaba *Omnes omnibus*. Esta, al parecer, fue una suerte de juego de palabras, pues en latín *omnis* significa “todo” y *omnibus* es la forma dativa plural que quiere decir “para todos”. De esta manera, *Omnes omnibus* tenía el sentido de “Omnes tiene algo para todo el mundo”. Parece que Baudry empleó un cartel con la palabra *omnibus*, probablemente para asociar la ubicación del terminal de su servicio con la de la tienda de Omnes.

En enero de 1828, Baudry y dos socios establecieron una red de servicios de vehículos colectivos en París, para la cual adoptaron el nombre *L'Entreprise des Omnibus*. Luego, otros empresarios de transporte colectivo en París comenzaron a usar el mismo término. La empresa de Baudry fue víctima del severo invierno de 1829, cuando el costo de forraje para caballos subió a valores altísimos, como consecuencia de lo cual el pionero Baudry se suicidó.

La definición de ómnibus consignada por la Real Academia Española (1992) es coherente con lo anterior: dativo de *omnis* con el sentido de un “vehículo de gran capacidad, que sirve para transportar personas, generalmente dentro de las poblaciones, por precio módico”. La misma fuente indica que este término dio origen a su vez a la palabra “autobús”, que es una abreviatura de “auto” y “ómnibus”.



Medio de transporte predominante durante dos siglos.

Durante más de la mitad de su historia, el transporte público urbano fue dominado por el ómnibus arrastrado por caballos o mulas. (Fotografía tomada en el museo de la London Transport.)

El tranvía arrastrado a caballo se inauguró en Nueva York en noviembre de 1832 (Day, 1977). Sin embargo, el sistema no se popularizó hasta 1850. Se transfirió la experiencia a Europa con una demora significativa, que hace sospechar que las leyes existentes en los países europeos habrían dificultado la operación efectiva de los medios de transporte sobre rieles en las calles. En 1855 llegó el tranvía a París, a Londres en 1860 y a Buenos Aires a fines de febrero de 1870. El tranvía representaba el progreso, aunque había oposición por temor a los accidentes. En Buenos Aires, la legislatura provincial mantuvo jurisdicción sobre la ciudad hasta 1880, e insistió en que cada proyecto de tranvía fuese presentado por separado para su aprobación; cada uno de ellos debiera contener detalles acerca del *modus operandi* propuesto y el compromiso de la empresa de tranvías de construir y mantener el pavimento entre los rieles. La Municipalidad no intervino en la adjudicación de las concesiones, pero sí decidió reglamentar

el servicio, por ejemplo, limitando su velocidad máxima a 10 kilómetros por hora y prohibiendo el transporte de pasajeros de pie. Luego, exigió que cada empresa efectuara un depósito en el banco de la provincia para respaldar posibles accidentes a transeúntes (Scobie, 1977, p. 211).

A fines del decenio de 1880, existía en la ciudad de Buenos Aires una red de tranvías con una extensión estimada en 198 kilómetros, cifra muy poco inferior al largo de la red londinense. Sin embargo, es impactante observar la diferencia entre el volumen de pasajeros transportados por los tranvías bonaerenses y los londinenses. En 1889, los de Buenos Aires llevaron a 49 millones de pasajeros y los de Londres a aproximadamente 200 millones, diferencia que probablemente se debía a que la tarifa cobrada en Buenos Aires fuera muy superior. Se ha señalado que “el tranvía bonaerense no se convirtió en el medio de transporte del hombre común hasta después de 1900” (Scobie, 1977, p. 215), quizá debido al alto valor de los pasajes. No obstante, no se abordarán aquí esas materias para poder así centrar la atención en los aspectos tecnológicos.

El tranvía poseía varias ventajas técnicas sobre el ómnibus de tracción animal de aquellos días. En particular, la menor fricción generada por la pasada de una rueda de hierro sobre una vía del mismo material permitía que los caballos pudiesen arrastrar mayores tonelajes, y era factible equipar un tranvía con frenos más eficaces. Estas ventajas condujeron a otras de carácter económico, ya que la productividad de un equipo de caballos, así como la del conductor y del cobrador, en términos del número de pasajeros transportados, era aproximadamente el doble si se trataba de un tranvía en vez de un ómnibus. Por lo tanto, las empresas de tranvías podían ofrecer tarifas más bajas, y a veces lo hicieron. En 1875, los tranvías londinenses transportaron muchos pasajeros que anteriormente no habían podido pagar las tarifas cobradas por los omnibuses (Day, 1977, p. 9). El tranvía pudo desplazar a corto plazo los omnibuses arrastrados por caballos en los ejes principales de la ciudad, esto es, en los no atendidos por ferrocarriles, debido a su mayor productividad.

Durante un tiempo, el ómnibus a caballo logró coexistir con el tranvía arrastrado de la misma manera y aun con el tranvía eléctrico, esencialmente porque pudo circular en zonas donde la densidad del tránsito era relativamente baja y no se podía justificar la inversión en las instalaciones fijas que necesitaba un sistema tranviario, especialmente uno electrificado. En Londres, el parque de omnibuses a caballo llegó a su máxima expresión en 1901. Finalmente, empero, la tracción animal no pudo competir con la mecánica debido a su lentitud e ineficiencia (en Londres, en 1875, la London Tramways necesitaba 1 200 caballos para arrastrar 139 vehículos), por lo que el transporte urbano público se mecanizó rápidamente, al menos en los países desarrollados. El último ómnibus a caballo circuló en Londres el 4 de agosto de 1914, y el 30 de abril de 1915 el último tranvía a caballo terminó de la misma manera.

B. EL TRANSPORTE PUBLICO CALLEJERO URBANO MECANIZADO

AUNQUE LA TRACCION A VAPOR fuera aplicada en forma experimental al transporte en caminos antes de aplicarse al transporte sobre rieles, sus aplicaciones no prosperaron, y el vapor nunca se estableció como mecanismo de transporte público de pasajeros, salvo sobre rieles y sobre agua. Por otro lado, tuvo una acogida significativa aunque limitada como forma de propulsión de automóviles privados y para el transporte vial de carga. En los primeros decenios del siglo XX, se ocuparon en distintos países los tractores a vapor para el arrastre por caminos y calles de remolques cargados con productos pesados. Los camiones a vapor compitieron en algunos mercados con los camiones a combustión interna hasta alrededor de 1930. Según se ha podido averiguar, los últimos camiones a vapor fabricados fueron encargados por el Gobierno de Argentina a una empresa inglesa después del término de la Segunda Guerra Mundial.



Transporte callejero a vapor.

Ni el autobús ni el tranvía a vapor encontró demasiada aceptación.

Sin embargo, la fuerza motriz del vapor se aplicó mucho en el arrastre caminero de carga pesada y para apisonar calles de asfalto.

El ómnibus a vapor apareció y luego desapareció del escenario más de una vez entre 1833 y 1920. Originó en Londres en 1833, es decir, sólo tres años después de la inauguración del primer ferrocarril público operado exclusivamente a vapor (Day, 1973, p. 8). Poco tiempo después se retiró, también por primera vez. Es muy probable que haya tenido algunas deficiencias técnicas, tomando en cuenta el estado primitivo de la ingeniería mecánica de tracción en esa época. Sin embargo, pudo haber habido también otras razones para explicar su retiro –en Inglaterra, por lo menos– tales como: i) la capitalización inadecuada de las empresas operadoras; ii) algunas aprensiones por parte del público, que posiblemente temía las ocasionales explosiones de las calderas de las locomotoras, con resultados casi siempre eran fatales, y iii) ciertas leyes que complicaron el desarrollo y dificultaron la marcha sobre las vías públicas de los vehículos automotores en la época en que el autobús a vapor estaba en su fase de prueba.

El ómnibus a vapor volvió a las calles londinenses en 1836, pero antes de fines de 1840, desapareció nuevamente por muchos años. Así, dejó el campo libre al más primitivo ómnibus a caballo, complementado luego por el tranvía a tracción animal. No se sabe con seguridad si esa situación reflejaba la de todas las capitales europeas, aunque probablemente el desarrollo tecnológico del transporte urbano en París mostrara algunas semejanzas con el de Londres, puesto que Francia y el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte fueron los dos países que más contribuyeron al desarrollo del transporte urbano europeo en el siglo pasado. En el presente trabajo, el caso londinense se trata con mayor detalle, ya que está mejor documentado.

El tranvía a vapor se introdujo en 1859 en Cincinnati, Estados Unidos de América, pero no consiguió desplazar al tranvía arrastrado por caballos antes de ser reemplazado por el tranvía eléctrico. De todos modos, siguió funcionando algún tiempo más. Sus desventajas principales eran básicamente dos, a saber i) el peso de las máquinas, que a veces superaba la tolerancia de la vía tendida para sostener sólo un carro no motorizado cargado con unos 20 o 30 pasajeros y arrastrado por dos caballos, y ii) el aspecto desagradable de las locomotoras a carbón, que eran tan ruidosas y sucias como otras máquinas a vapor que utilizaban el mismo combustible. No importa tanto que una locomotora emita ruidos y nubes de humo negro al rodar por el campo, pero molesta mucho más cuando circula por la calle principal de una ciudad.

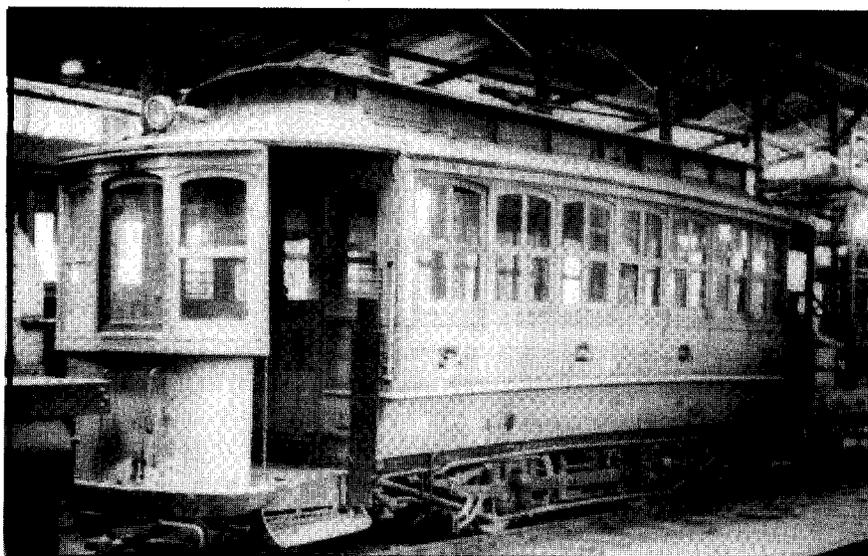
El tranvía a vapor logró éxitos notables en el continente europeo, por ejemplo, en la República Federal de Alemania y en los Países Bajos. También fue importante en algunos otros países tales como Brasil, donde ocho sistemas de tranvías lo adoptaron (Corréa Stiel, 1984). Sin embargo, justo cuando esa tecnología empezó a conquistar un segmento significativo del mercado, fue superado definitivamente por la tecnología superior de la tracción eléctrica en el período entre 1905 y 1910. Aun así, en Italia y los Países Bajos, sobre líneas de tranvías no siempre urbanas, la tracción a vapor no desapareció completamente hasta el decenio de 1950 (Baddeley, 1980).

La tracción eléctrica presentaba varias ventajas en comparación con la locomotora a vapor: era más limpia, tenía mejores tasas de aceleración y frenado, el motor podía incorporarse fácilmente en el propio vagón del tranvía (en vez de necesitar un tractor aparte), su mantención era más fácil y no necesitaba espacio a bordo para almacenar carbón ni agua. Aun así, la tracción a vapor logró sobrevivir en casos específicos por algunos años más, en las máquinas estacionarias que movilizaron los tranvías tirados por cable (*cable cars*) de San Francisco, los “ascensores” (funiculares) de Valparaíso, Chile, hasta los convoyes del metro de Glasgow.

Alrededor de 1880, no se sabía cuál sería la forma de tracción que predominaría. Sólo en Londres había tranvías movidos por aire comprimido, con locomotoras a vapor, eléctricamente a batería, a gas de carbón, con motor a petróleo, a máquina a vapor estacionaria y, por supuesto, a tracción animal. Sin embargo, a fines de ese decenio, se comprobó la factibilidad técnica de la tracción eléctrica, que llegó a dominar el escenario de los tranvías.

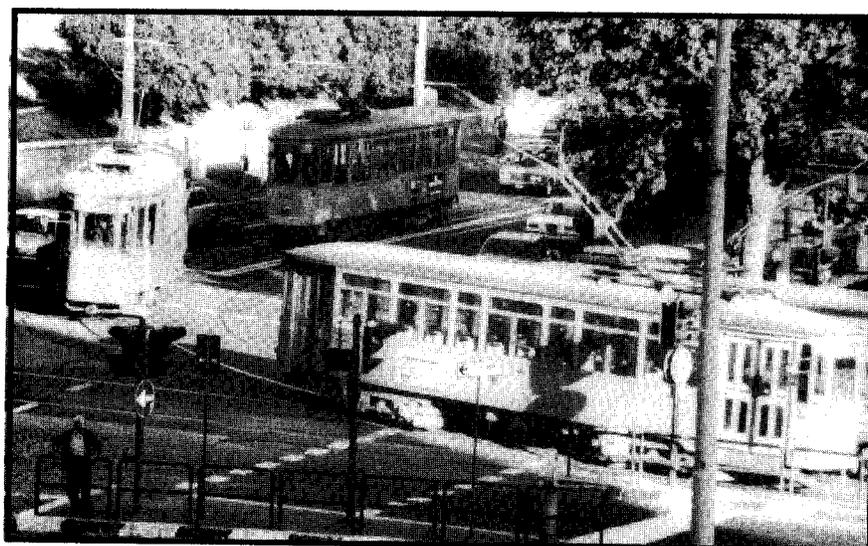
América Latina adoptó tardíamente las novedades tecnológicas de Europa y los Estados Unidos, pero a veces los retrasos no fueron muy largos. En 1835, ya navegaban transbordadores a vapor entre Río de Janeiro y Niteroi (Corrêa Stiel, 1984). En Río de Janeiro, apareció alrededor del año 1830 el *tilburi de aluguel*, una especie de taxi a tracción animal. El ómnibus arrastrado por caballos llegó en 1838 por iniciativa de un ciudadano francés. Por su parte, en 1859 un inglés estableció un sistema de tranvías arrastrados por caballos, cuya empresa operadora luego introdujo la tracción a vapor en 1862, esto es, solamente tres años después de la primera aplicación del vapor a los tranvías. El tranvía eléctrico sudamericano se inauguró en Río de Janeiro, en 1892, es decir, menos de una década después de su introducción en los Estados Unidos. Llegó a Buenos Aires en 1896. En esta ciudad, el tranvía eléctrico reemplazó al tranvía a sangre muy rápidamente y durante un plazo de solamente 10 años, la transformación fue virtualmente completa (véase el cuadro 1).

En Londres, las empresas de tranvías empezaron a incurrir en pérdidas a partir de 1920, y en 1923 el número de pasajeros transportados por autobús superó al transportado por los tranvías. Aunque se continuaron adquiriendo nuevos carros de tranvía hasta 1933 y el número absoluto de pasajeros no alcanzó a su máximo hasta 1929, el tranvía ya había iniciado su retiro. No obstante, como consecuencia de la Segunda Guerra Mundial, período durante el cual hubo severas restricciones sobre la entrega de buses para uso civil, y sobre el consumo de combustibles líquidos, el tranvía no desapareció completamente hasta 1952 (Barker y Robbins, 1974).



Tranvía tradicional.

Uno de los primeros servicios de tranvías eléctricos de Sudamérica fue el de La Paz a El Alto, Bolivia. Este vehículo, de fabricación norteamericana, sobrevivía aún en 1991, guardado bajo llave en un depósito en el barrio paceño de Purapura.



Tranvía tradicional.

Tres vagones se persiguen, uno al otro, por una intersección de la ciudad.

Cuadro 1

**BUENOS AIRES: TRAFICO DEL
SISTEMA DE TRANVIAS**
(Porcentajes)

AÑO	PASAJEROS SEGUN TIPO DE TRACCION	
	Animal	Eléctrica
1899	88	12
1900	81	19
1901	76	24
1902	73	27
1903	53	47
1904	44	56
1905	32	68
1906	12	88
1907	3	97

Fuente: Datos provenientes del *Anuario estadístico de la Ciudad de Buenos Aires, 1899-1907*, citado en James Scobie, *Buenos Aires: Del centro a los barrios, 1870 a 1910*, Buenos Aires, Solar/Hachette, 1977.

En Buenos Aires, el fin de los tranvías fue el resultado de una trayectoria un poco diferente. En 1928, el sistema de tranvías transportó 575 millones de pasajeros, número que bajó a 380 millones en 1939, cuando los viajes se repartieron de manera muy equitativa entre los tranvías, los autobuses y el conjunto de los “colectivos” (véase el recuadro 2) con el subterráneo. Sin embargo, muy pronto hubo un repunte, y en 1948 los tranvías transportaron más pasajeros que 20 años antes, alcanzando a 640 millones y manteniendo una tercera parte del mercado total. En ese año, los trenes subterráneos efectuaron una quinta parte de los viajes por medios públicos, proporción que nunca igualaron ni antes ni después. Pareciera ser que ese período de auge de los tranvías y del subterráneo estuvo relacionado con las deficiencias de la Corporación del Transporte de la Ciudad de Buenos Aires en cuanto al funcionamiento de los autobuses y los grandes obstáculos impuestos a los operadores privados de colectivos (Vicente y Brennan, 1990). En 1952, el Gobierno nacionalizó los tranvías, encomendando su operación a la empresa pública Transportes de Buenos Aires. Alrededor de 1962, ésta devolvió las pocas líneas aún existentes a la compañía privada Transportes Automotores Lanús Este, que las recibió sin gran entusiasmo. El último tranvía desapareció de las calles de la ciudad a fines de 1964.

Recuadro 2

TERMINOS APLICADOS AL AUTOBUS EN DIFERENTES PAISES DE AMERICA LATINA

En los países de América Latina se utiliza una variedad de términos para designar el autobús. En algunos de ellos se emplea en forma coloquial la abreviatura "bus". Otros términos, de uso esencialmente nacional, se citan a continuación.

Argentina. Se emplean los términos "colectivo" o "micro". El primero tiene su origen en los servicios de transporte colectivo de Buenos Aires, que surgieron por primera vez cuando un grupo de taxistas comenzó a operar sus vehículos en forma colectiva. El segundo significa un autobús de menor tamaño que los tradicionales. Los autobuses urbanos de categoría superior se denominaron oficialmente "buses diferenciales", término que con el tiempo la población abrevió para llamarlos simplemente "diferenciales".

Bolivia. El término "colectivo" se usa también en Bolivia. Un vehículo de menor capacidad se llama "trufibus", nombre que tiene el siguiente origen (ahora olvidado por la mayoría de la gente). En La Paz, a comienzos del decenio 1970, empezaron a funcionar servicios de taxis colectivos con recorridos permanentes que se llamaban "taxis de ruta fija", término que rápidamente se abrevió a "trufi". Por analogía, un minibus que cumplía el mismo tipo de servicio llegó a denominarse "trufibus".

Brasil. *Ônibus* es la palabra más usada. En Río de Janeiro, un autobús urbano de categoría superior se llama *frescão* porque está equipado con un sistema de aire acondicionado. *Lotação* significa un taxi colectivo, supuestamente porque, en el terminal de partida, los vehículos que operaban el servicio salieron una vez *lotados* (plenamente ocupados). Alrededor de 1980, se introdujo en Porto Alegre un servicio de minibuses que también se llaman *lotações*.

Cuba, Puerto Rico y algunas partes de Centroamérica. Los autobuses urbanos se llaman "guaguas". En Cuba, se dice que esta palabra tiene su origen en el sonido de la bocina que lleva el vehículo.

Chile. Los autobuses de tamaño algo reducido llegaron a denominarse "microbuses" y, en el habla coloquial, sencillamente "micros". Estos vehículos con el tiempo crecieron hasta alcanzar tamaños mayores que los autobuses de otros países. Curiosamente, la palabra "micro" (pero no "microbús") se considera femenina: se dice "la micro", por razones desconocidas. También existen vehículos con una capacidad de alrededor de 22 asientos que inicialmente llevaban sólo pasajeros sentados, por lo que se detenían para tomarlos o dejarlos con menos frecuencia que un autobús regular. Esta característica, junto con la de ser más fácil de maniobrar en el tránsito debido a su tamaño reducido, dieron origen al nombre de "liebre". Anteriormente se empleaba también el término "colectivo" con el mismo sentido que en Argentina, pero hacia fines de los años 1970 se proliferaron los taxis colectivos que ahora son los únicos vehículos conocidos con ese nombre.

(continúa)

Recuadro 2 (concluido)

México. El autobús se denomina "camión" (de pasajeros). Existe también un vehículo conocido como "pesero", llamado así porque en su inicio cobraba una tarifa de un peso. En esa época era una especie de taxi colectivo, pero ha crecido últimamente hasta alcanzar una capacidad de alrededor de 25 asientos.

Perú y Uruguay. Se emplea la palabra "ómnibus" para designar el autobús.

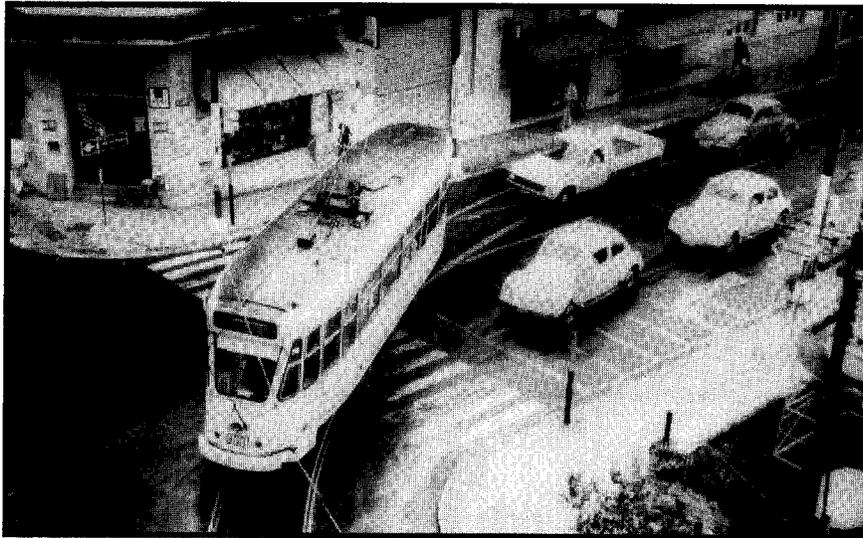
Venezuela. Después de la Segunda Guerra Mundial, surgió un servicio, inicialmente informal, de taxis colectivos que se alquilaban por "puesto" (asiento), que fueron bautizados como "carros por puesto" o simplemente "por puesto". Al igual que en otros países, éstos han aumentado de tamaño, transformándose efectivamente en minibuses.

En otras partes de América Latina, los tranvías desaparecieron más o menos en la misma época que en Buenos Aires y, en algunos casos por lo menos, la desaparición era muy rápida. En Río de Janeiro, por ejemplo, los tranvías alcanzaron su máxima cantidad anual de pasajeros en 1949, cuando llevaron 57% de los viajes realizados por todos los medios de transporte, pero al llegar a 1968, ya habían dejado de circular, salvo un servicio al barrio de Santa Teresa que aún sigue funcionando (*Jornal do Brasil*, 1990).

Tal como ocurrió en el Reino Unido, la virtual extinción del tranvía latinoamericano fue postergada a raíz de la Segunda Guerra Mundial. Los carros de tranvía, y los sistemas de alimentación eléctrica de éstos, fueron en general más fáciles de mantener que los autobuses de combustión interna, casi la totalidad de los cuales habían sido construidos por fabricantes estadounidenses, británicos o alemanes que no estuvieron en condiciones de suministrar repuestos debido a las exigencias prioritarias del conflicto bélico.

Los tranvías quedaron en desventaja con respecto a los autobuses por las siguientes razones:

- i) la congestión de tránsito entorpeció la circulación de los tranvías más que la de los autobuses;
- ii) los autobuses a menudo fueron operados por pequeños empresarios más dinámicos y flexibles que las grandes empresas de tranvías;
- iii) a las empresas de tranvías se les aplicaba una reglamentación más fuerte que a los empresarios de los autobuses, y sus tarifas eran generalmente, inferiores;
- iv) el progreso tecnológico beneficiaba a los vehículos a combustión interna más que a los eléctricos;
- v) las redes de autobuses podían adaptarse más rápidamente al crecimiento de las ciudades que las de tranvías.



Tranvía tradicional.

En las esquinas, los virajes de los tranvías suelen paralizar el resto del tránsito por algunos momentos. Este ejemplo es de Asunción.



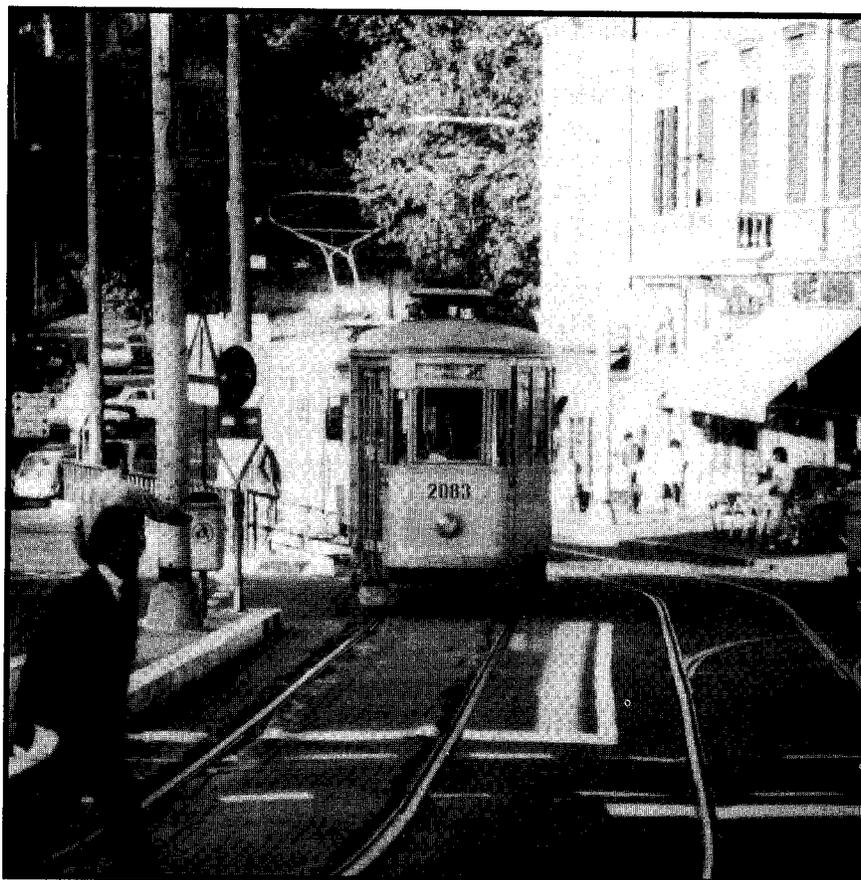
Tranvía tradicional.

El conductor del carro tiene que elegir entre paralizar el servicio o chocar el auto mal estacionado. Este es un ejemplo de la fricción entre tranvías y automóviles que comparten la misma vía.

Originalmente, casi todas las empresas de tranvías en América Latina eran privadas, y a menudo extranjeras; actuaban como concesionarias, por lo que estaban sujetas a la influencia de la autoridad que otorgaba las concesiones. A las autoridades les interesaba más el ofrecimiento de un servicio de calidad aceptable para los ciudadanos que la rentabilidad de los servicios, pero para las empresas, esta última consideración constituía la razón de ser. La divergencia de intereses provocaba diferencias de opinión que llevaban en muchos casos a una baja considerable en la calidad y cantidad de los servicios, dando lugar a la intervención del Estado en las empresas. No son desconocidos los casos en que la municipalización estaba relacionada con una manifestación popular de descontento, aparentemente porque la propiedad de las empresas estaba en manos extranjeras.

Sin embargo, una vez que las autoridades públicas llegaron a administrar los servicios de tranvías, se encontraron con empresas en quiebra, devaluadas y obsoletas, y no fueron capaces de resolver los mismos problemas que las empresas privadas habían encontrado años antes. Algunas entidades públicas, como por ejemplo la Companhia Municipal de Transportes Coletivos de São Paulo, hicieron algunos intentos para resucitar el servicio, pero la evolución social, económica y tecnológica del mundo estaba en su contra y paulatinamente las redes de tranvías dejaron de funcionar. En Buenos Aires, el último tranvía circuló en 1964; en Curitiba (Brasil) en 1952; en Salvador de Bahía (Brasil) en 1961; en Santiago de Chile en 1967; en Lima en 1964 y en São Paulo en 1968. Sin embargo, el tranvía no ha desaparecido completamente en América Latina; el de siempre sigue funcionando en Río de Janeiro y en Asunción, aunque en esta última se mantiene, por lo menos parcialmente, como curiosidad turística, y en Río su desaparición ya ha sido pronosticada por obsolescencia y descuido. Una versión modernizada circula todavía en México.

En muchas ciudades de Europa continental y en otras partes del mundo, se mantiene en actividad el tranvía, y es probable que en la mayoría de las ciudades que lo han conservado hasta ahora siga vigente en el futuro previsible. Es innegable que existe un resurgimiento del interés por el tranvía, que el público considera como una categoría de transporte superior al autobús, pero su implantación es bastante más cara que la de una línea de autobuses y, por esta razón, todavía no ha sido reintroducida en más de un par de ciudades latinoamericanas. Sin embargo, ya volvió a Buenos Aires en la prolongación de la Línea "E" de Subterráneos, y una versión moderna se ha implantado en Campinas (Brasil). En Curitiba, se consideró una versión del tranvía denominado *light rail transit* (LRT) como manera de obtener la mayor capacidad posible con un sistema de autobuses, sin incurrir en el costo prohibitivo de un metro pesado, pero su costo también resultó demasiado alto. Se optó finalmente por un sistema basado en el autobús biarticulado, con capacidad para unas 300 personas.



Tranvía modernizado.

Este tranvía de Roma está circulando por vías físicamente separadas de aquellas por las que transitan automóviles y otros vehículos.

El trolebús fue desarrollado en Francia y los Estados Unidos. La primera línea operó en Lyon, Francia, en 1901. Fue publicitado como una especie de tranvía más silencioso y agradable, y constituyó una opción atractiva para las empresas de tranvías, ya que permitió una ampliación de sus redes sin necesidad de tender rieles. Al mismo tiempo, éstas pudieron aprovechar sus inversiones en subestaciones y otras instalaciones fijas.

En el Reino Unido, el trolebús ocupó el período entre 1930 y 1965, año en que desapareció. En otros países, los cambios fueron menos rápidos y el trolebús continuó desarrollándose y modernizándose, especialmente en Europa continental. A raíz de las crisis petroleras de los años 1973-1974 y 1982-1983,

varios países, incluido Brasil, implantaron programas para aumentar la participación del trolebús en el mercado de transporte público urbano. Entre 1971 y 1976, en el mundo entero, 52 sistemas de trolebús dejaron de operar y seis iniciaron sus actividades. Un poco después hubo un resurgimiento de interés por este medio de transporte y entre 1977 y 1982, si bien 13 redes fueron abandonadas, 23 empezaron a funcionar (CEPAL, 1989).

El trolebús apareció y luego desapareció en varias ciudades latinoamericanas, entre ellas Buenos Aires, Río de Janeiro, Santa Fe de Bogotá y Santiago de Chile. Se mantiene aún vigente en otras, tales como Recife y São Paulo (Brasil), Valparaíso (Chile) y México. En Argentina, se inauguró en 1989 el sistema de trolebús de Córdoba; el sistema de Mendoza ha ampliado últimamente su parque de vehículos mediante la adquisición en Alemania de una flota de trolebuses usados, pero no los ha puesto todos en funcionamiento. Algunas líneas que originalmente iban a ser operadas por los trolebuses están siendo atendidas mediante autobuses convencionales con motor Diesel.



Trolebús.

En términos de la capacidad, el trolebús no ofrece ninguna ventaja sobre el autobús con motor Diesel, pero su vida útil es a veces muy superior. Trolebuses como éste en São Paulo, fabricados en los años cuarenta, siguen circulando en los noventa.



Trolebús.

Los sistemas de trolebuses tienen algunas complicaciones no compartidas por los autobuses, como por ejemplo, la caída de las palancas de la catenaria. En América Latina, la implantación de sistemas de trolebuses generalmente se limita a situaciones en que las condiciones medio ambientales los hacen convenientes.

La introducción o reintroducción del trolebús en una ciudad suele responder a una exigencia determinada. Por ejemplo, en 1991 el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile promovió su reintroducción en Santiago como parte de un plan para combatir la contaminación atmosférica de la que padece la capital chilena. Dos años más tarde, la Municipalidad de Quito licitó la adquisición de una flota de trolebuses, cuya operación por el casco colonial de esa ciudad se considera menos dañina para el medio ambiente que la de los autobuses de combustión interna.

En Brasil, el programa de implantación del trolebús se ha visto desalentado a raíz del costo relativamente alto de las instalaciones y las fuertes alzas de las tarifas de la energía eléctrica ocurridas a mediados de 1990, por lo menos en el estado de São Paulo. Los problemas periódicos de abastecimiento del petróleo, que hacen subir los precios cada cierto tiempo, fomentan el interés brasileño en la electrificación del transporte público urbano, pero al distanciarse la crisis, el interés decae.

Durante los primeros años, el progreso tecnológico del ómnibus motorizado se vio limitado por la legislación restrictiva que se le aplicó (Bruce y Curtis, 1973). En el Reino Unido, por ejemplo, el tonelaje máximo autorizado se fijó sin tomar en cuenta el peso del combustible, concepto que incluía las baterías en el caso de los autobuses eléctricos. Ese principio evidentemente favoreció a los vehículos que consumían mucho "combustible", como por ejemplo los de propulsión a vapor o eléctricos. La primera licencia para el transporte público, otorgada por la policía londinense en 1889, parece haber sido para un ómnibus de propulsión eléctrica. Llevaba 1 500 kilos de baterías, lo que le permitía correr a una velocidad de 13 kilómetros por hora, en momentos en que la máxima permitida para los vehículos motorizados era de solamente tres kilómetros por hora. En la misma ciudad, a partir de 1905 y por varios años, los autobuses con motor a gasolina y generador eléctrico proliferaron en forma limitada, por ser más fáciles de conducir y mantener que los vehículos con transmisión mecánica de la época.

En Londres en 1906, la empresa autobusera más importante, la London General Omnibus Company, reintrodujo el autobús a vapor, de marca *Clarkson*, el que recibió una buena acogida por parte del público porque era silencioso y no emitía humo. Tales características no son las que normalmente se asocian con los vehículos a vapor; se utilizaba en este caso la parafina como combustible, la que los habría hecho más aceptables en uso urbano que la mayoría de las máquinas a vapor. Existían también otras marcas de autobuses a vapor durante el mismo período, como por ejemplo, la *Darracq-Serpollet* de Francia, lo que comprueba que la utilización del autobús a vapor no se restringió a las islas británicas. De todas maneras, estos autobuses no consiguieron detener por mucho tiempo la marcha del autobús de combustión interna, probablemente porque éste era más económico en términos de consumo de combustible.

La tecnología del autobús convencional se ha desarrollado paulatinamente durante el curso del siglo XX. Aunque no ha habido grandes cambios en esta materia, han sido importantes los avances tales como la adopción de neumáticos en lugar de llantas sólidas de goma, a partir de fines de los años veinte. Ya desde algunos años antes, los rodamientos reemplazaron los descansos de fricción engrasados. A partir de los años treinta, ya era posible colocar el motor debajo del piso de la cabina de los pasajeros, en la parte posterior u otro lugar que permitiera obtener mayor flexibilidad en el diseño del vehículo o aumentar

el número de pasajeros. Más adelante se aprovecharon estos criterios para reorganizar la distribución del interior de los vehículos a fin de facilitar la venta de pasajes por parte del propio conductor del autobús, evitando así el empleo de otra persona como cobrador. En los países en desarrollo, en particular los de América Latina, el diseño interior de los autobuses no evolucionó con la misma rapidez que en Europa o los Estados Unidos, y en algunos países se ha continuado hasta ahora fabricando autobuses que, efectivamente, consisten en un chasis de camión con motor delantero, sobre el que se coloca una carrocería para los pasajeros.

Los motores a gasolina empezaron a reemplazarse por los motores a petróleo Diesel a partir del año 1930, primero en Europa y luego en América del Norte. Este proceso todavía no ha concluido, pues muchos de los autobuses que son comunes en el transporte colectivo de ciudades altas tales como Quito y La Paz subsisten con motores a gasolina, ya que la baja presión atmosférica y la escasez de oxígeno en el aire reducen la eficiencia del motor Diesel. En algunas ciudades como Buenos Aires, Santiago de Chile y São Paulo, existe interés en el uso del gas natural como combustible de la locomoción colectiva, principalmente para reducir la contaminación atmosférica causada por las partículas emitidas por los motores Diesel. Cabe recordar al respecto que los autobuses a gas de carbón circularon en Londres durante la Segunda Guerra Mundial, cuando faltaban combustibles líquidos.

Durante los primeros decenios del siglo, los autobuses con generador de combustión interna y motor eléctrico, semejantes en principio a una locomotora Diesel eléctrica, surgieron como un competidor importante del autobús convencional en países tales como los Estados Unidos y el Reino Unido.

Los esfuerzos desplegados con miras a mejorar la productividad de los sistemas autobuseros han considerado varias opciones tecnológicas, incluidas las siguientes:

- i) autobuses articulados o de dos pisos, que han llegado a tener un nivel considerable de aceptación en distintos países;
- ii) pistas exclusivas para autobuses, implantadas en muchos países;
- iii) vías construidas solamente para el tránsito de autobuses (*busways*), que se han implantado en algunas ciudades como Curitiba (Brasil);
- iv) sistemas de buses guiados automáticamente, tipificados por el *O-bahn* alemán, que se ha aplicado comercialmente en Adelaide (Australia) y probado en Essen (Alemania) y Birmingham (Reino Unido).



Autobuses de alta capacidad unitaria.

En América Latina, sólo se ven autobuses de dos pisos en Quito y São Paulo; los articulados se encuentran en Lima, Quito y en varias ciudades de Brasil. Normalmente, son las empresas de propiedad pública las que los adquieren.



Vías exclusivas para autobuses.

En Curitiba (Brasil), se maximiza la eficacia de algunas vías exclusivas de autobuses mediante el uso de unidades biarticuladas con capacidad unitaria de hasta 300 pasajeros, quienes las abordan desde un tubo de vidrio dentro del cual se sienta un cobrador.

C. EL TRANSPORTE FERROVIARIO SUBURBANO

EL FERROCARRIL no fue contemplado como medio de transporte urbano o suburbano, y la mayoría de estos servicios que llegaron a funcionar circularon sobre líneas construidas para atender tráficos de recorrido largo o mediano. Es posible catalogar de esa manera al primer ferrocarril argentino, el F.C. del Oeste. Sin embargo, hubo algunos casos de ferrocarriles construidos especialmente para el transporte suburbano de pasajeros, tales como: i) el primer ferrocarril suburbano en el mundo, inaugurado en 1836, desde London Bridge hasta el suburbio londinense de Greenwich, y ii) el segundo ferrocarril sudamericano, entre Lima y Callao, inaugurado en 1851. A diferencia del autobús y el tranvía, el ferrocarril suburbano tuvo tracción a vapor desde el principio, ya que no era factible que funcionara de otra manera.

A fines del siglo XIX, los servicios suburbanos –comprendiéndose por este término también los servicios de los ferrocarriles de alcance regional o nacional, tanto de propiedad privada como estatal– ya habían empezado a trasladar diariamente a muchas personas entre las zonas céntricas de ciudades como Londres, Nueva York y Buenos Aires y los barrios residenciales. En esa época, todos se movilizaban exclusivamente a vapor. El primer avance tecnológico ocurrió durante el cambio del siglo, cuando varias empresas, con capacidad económica suficiente para financiar las inversiones necesarias, adoptaron la tracción eléctrica para sus líneas de mayor movimiento. El primer servicio de este tipo en América del Sur se estableció entre La Paz y El Alto (Bolivia) en el primer decenio del nuevo siglo (Thomson, 1990). Algunos de los equipos originales de ese ferrocarril siguieron existiendo a principios de los años noventa.

Desde sus comienzos, algunas líneas a vapor ofrecían servicios de gran capacidad. Por ejemplo, en septiembre de 1920, el gerente estadounidense de la compañía británica Great Eastern Railway puso en marcha, entre la estación de Liverpool Street en Londres y los barrios al noreste de esa ciudad, un método de funcionamiento que permitía llevar más de 20 mil pasajeros sentados por hora por vía (The Railway Correspondence and Travel Society, 1970, y White, 1963). Según se ha podido averiguar, esa capacidad constituye un récord mundial todavía no superado. Los metros modernos de varias ciudades pueden transportar más pasajeros por vía, sentido y hora que el antiguo ferrocarril, pero la mayoría de esas personas están obligadas a viajar de pie.

La electrificación hizo mucho más factible el reemplazo de los conjuntos de una locomotora y coches por los trenes automotores. El automotor a vapor se empleó en varios países durante los primeros 40 años del siglo XX, pero nunca se popularizó, principalmente porque las unidades tractoras no tuvieron la potencia necesaria para arrastrar coches adicionales en momentos de gran demanda.

Entre los países latinoamericanos donde se utilizaron los automotores a vapor en servicios locales, cabe mencionar Chile, Paraguay y Perú. Una de las unidades construidas para este último país sigue circulando entre Tacna (Perú) y Arica (Chile), pero su motor a vapor ha sido reemplazado por uno Diesel.

A diferencia de la tracción a vapor, los automotores eléctricos no tuvieron problemas para arrastrar coches adicionales en épocas de mucha demanda, debido a la potencia de sus motores y a que era más factible que la unidad acoplada también fuera motorizada. El uso de los automotores permitió reducir al mínimo la demora entre la llegada de un tren a una estación terminal y su regreso, para poner en marcha otro servicio en el sentido contrario, aumentando así la productividad de los andenes y del material rodante.

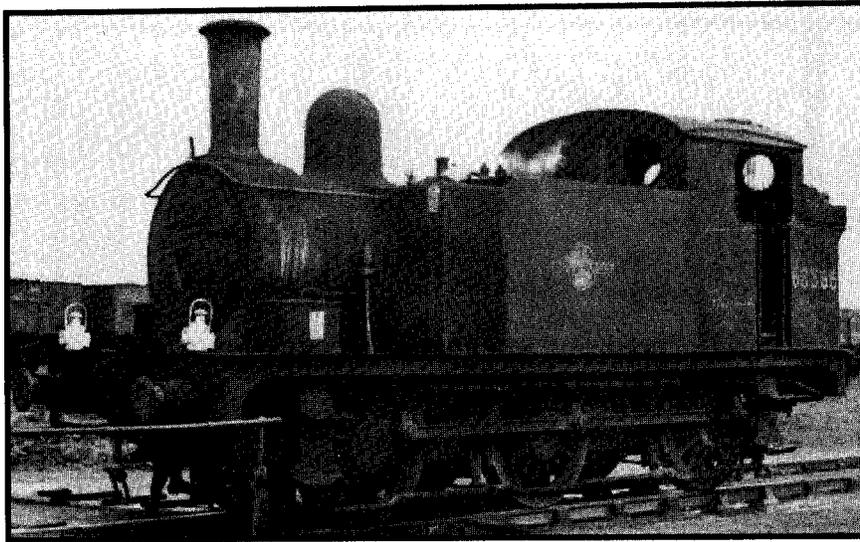
Mediante el uso del sistema de marcha en reversible (*push and pull*) se pueden realizar operaciones intensivas a vapor sin cambiar la ubicación de la locomotora, es decir, dejándola en el mismo extremo del tren, siempre que se instale una cabina de control en el otro. Este sistema se empleó mucho en los trenes de los ramales rurales en Alemania y en el Reino Unido, y también, hasta fines del decenio 1960, en los trenes suburbanos de París, pero no logró una aceptación universal. Es mucho más factible, desde el punto de vista técnico, emplearlo con locomotoras eléctricas o Diesel. La desventaja principal del sistema, en comparación con el uso de automotores, es el excesivo espacio en los andenes que ocupa la locomotora.

Algunas redes ferroviarias urbanas han sido casi completamente electrificadas, especialmente las de las principales ciudades de Europa, tales como Londres o París. En América Latina, solamente Buenos Aires, Río de Janeiro y São Paulo cuentan con redes ferroviarias urbanas de superficie de más de 100 kilómetros de extensión. Las de estas últimas dos ciudades son operadas casi exclusivamente con automotores eléctricos, pero 75% de la red bonaerense es todavía operada por locomotoras Diesel que arrastran convoyes de coches. No se emplea el sistema de marcha reversible y, al llegar a la estación terminal, la locomotora tiene que hacer una maniobra para desengancharse del tren y acoplarse al otro extremo. Esta maniobra no solamente ocupa tiempo, sino que además exige que haya una vía desocupada al costado de la que recibe el tren, por donde la máquina pueda pasar. Dejar una vía desocupada en un terminal ferroviario céntrico, en las horas de mayor movimiento, tiene un costo económico muy alto.



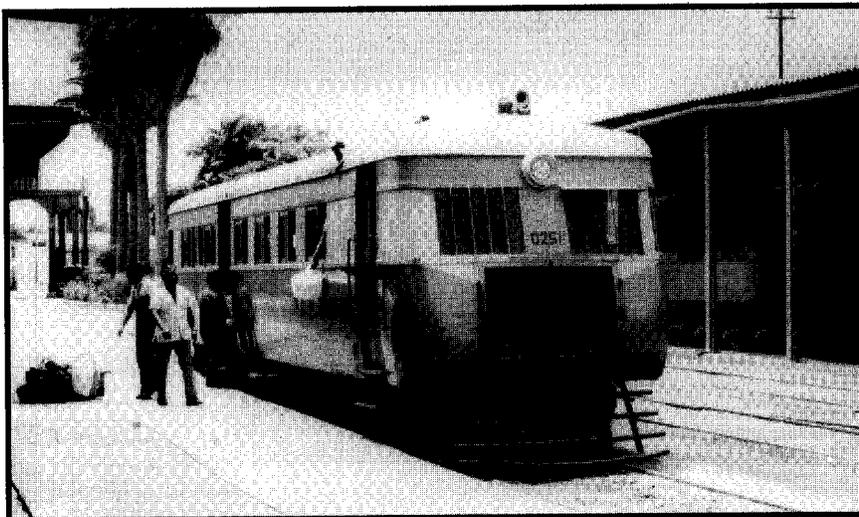
Tren suburbano.

En el mundo occidental, sobrevive un sólo servicio de trenes suburbanos a vapor, el que circula por las calles de Asunción rumbo a Ypacaráí, Paraguay.



Tren suburbano.

A partir de septiembre de 1920, el ferrocarril **Great Eastern** del Reino Unido perfeccionó un sistema mediante el cual diminutas locomotoras, iguales que ésta, arrastraban trenes que ofrecían una capacidad de más de 20 000 asientos por vía por hora.



Tren suburbano.

Este automotor, cuando nuevo, funcionaba a vapor. En 1986, ya con motor Diesel, circulaba entre Arica (Chile) y Tacna (Perú), ofreciendo un servicio local de pasajeros.



Tren suburbano.

Algunos países latinoamericanos, como Argentina, Cuba y Chile, adquirieron unidades automotoras eléctricas de segunda mano en los Estados Unidos.



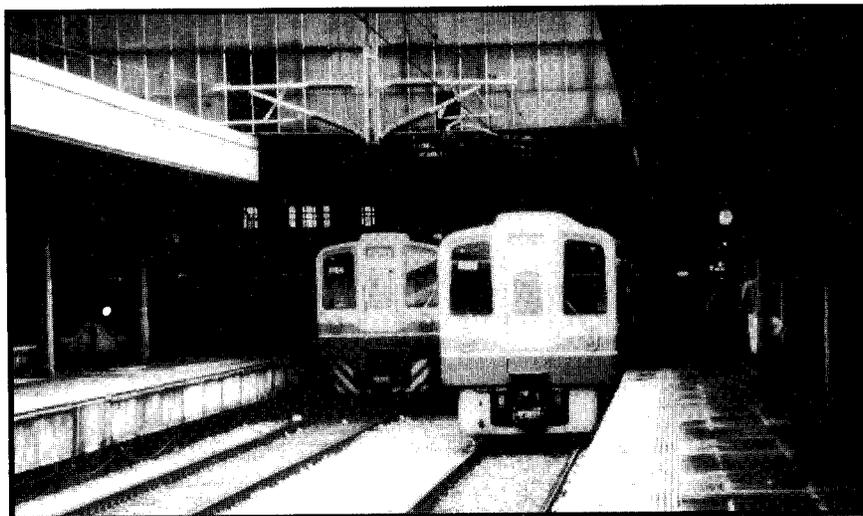
Tren suburbano.

Esta locomotora arrastra un tren a la estación de Saint Lazare en París, en 1964. Luego saldrá marcha atrás, con el maquinista ubicado en una cabina delantera, desde donde éste controlará la aceleración y el frenado mediante el sistema de marcha en reversible (*push and pull*).



Tren suburbano.

Esta locomotora Diesel ha llegado recién a la estación de La Plata, Argentina. Ha dejado atrás el tren en la mitad del andén y ahora deberá colocarse en el extremo opuesto del convoy para poder volver a Buenos Aires. La maniobra sería innecesaria con el sistema de marcha en reversible.

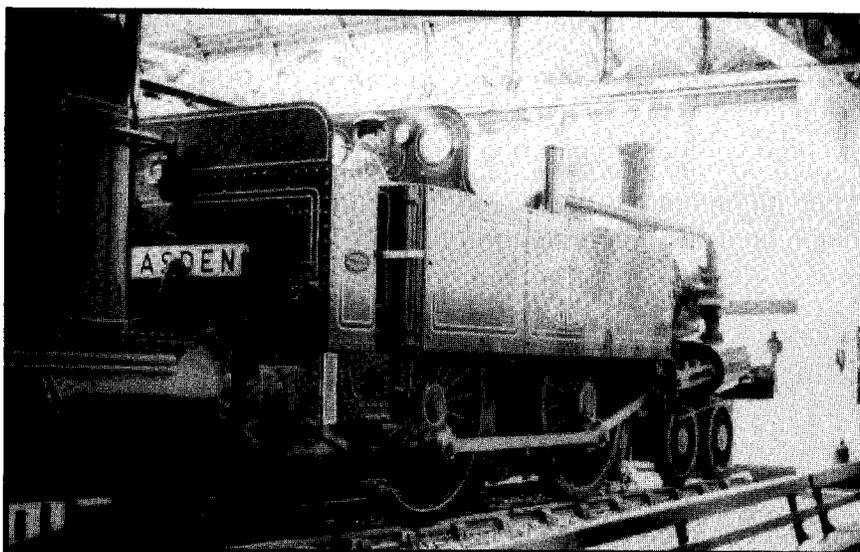


Tren suburbano.

En algunos ramales de la red bonaerense, se ocupan trenes automotores eléctricos, algunos muy modernos, tales como éstos de la Línea Roca.

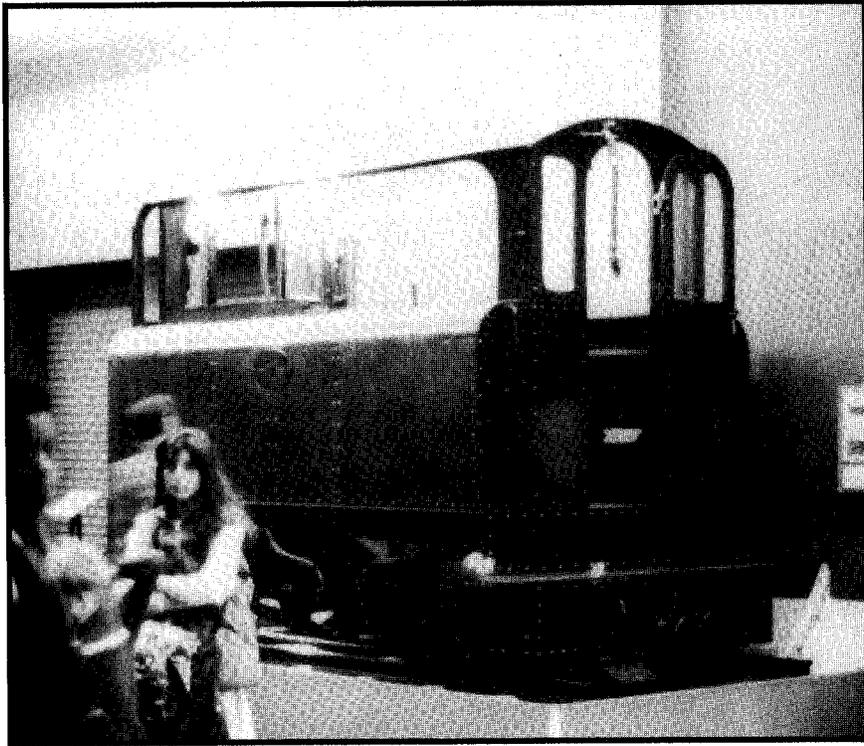
D. EL FERROCARRIL METROPOLITANO

EL PRIMER FERROCARRIL METROPOLITANO subterráneo del mundo fue el tramo inaugural del Metropolitan Railway de Londres. Empezó a prestar servicios en 1863 con tracción a vapor, la que siguió en uso en algunas líneas hasta 1905. En Nueva York, el metro empleó la tracción a vapor en vías elevadas durante las primeras décadas. En un comienzo, el metro de Glasgow fue movido mediante cables arrastrados por máquinas a vapor estacionarias. Todos los demás metros, salvo el de Viena, usaron la tracción eléctrica desde el principio, normalmente con trenes automotores, y hoy día el empleo de éstos es universal. Funcionan generalmente con corriente directa de cerca de 750 voltios, suministrada a través de un tercer riel. Algunas líneas, por ejemplo, en Buenos Aires, transmiten la corriente mediante catenaria y pantógrafos, pero este sistema es poco frecuente porque exige túneles de mayores dimensiones, lo que aumenta considerablemente los costos de construcción de los tramos subterráneos.



Metro histórico.

Entre 1863 y 1905, los trenes de algunas líneas del metro londinense fueron arrastrados por locomotoras a vapor. Obsérvese la cañería que lleva el vapor de los cilindros al estanque de agua, donde es condensado. (Fotografía tomada en el museo de la London Transport.)



Metro histórico.

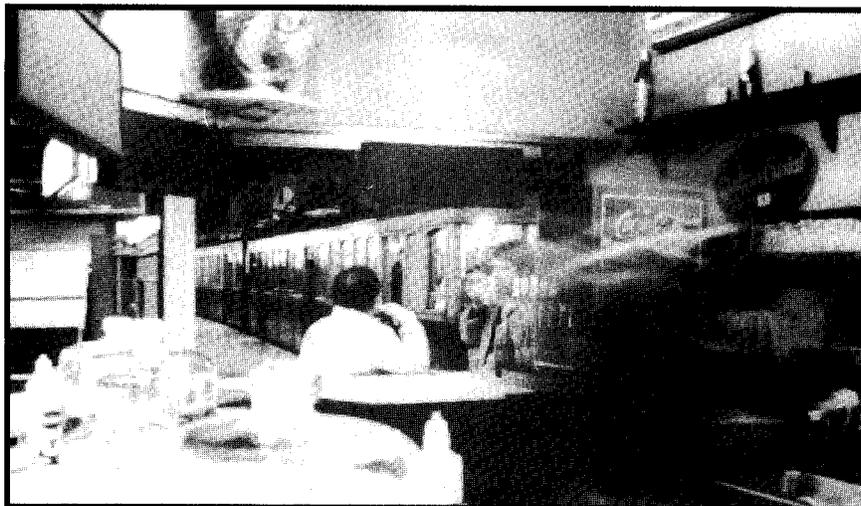
Después de la locomotora a vapor, aunque por un período muy reducido, la locomotora eléctrica participó en el arrastre de los convoyes subterráneos. (Fotografía tomada en el Museo de Ciencias en Londres.)

El metro llegó a América Latina en 1913 cuando se inauguró la actual Línea “A” de los Subterráneos de Buenos Aires. Después, la región tuvo que esperar más de 50 años hasta que empezara a prestar servicios su segundo metro, en México en 1969. Luego comenzó un período de auge al inaugurarse los metros de São Paulo (1974), Santiago de Chile (1975), Río de Janeiro (1979) y Caracas (1982). Un tramo del tren electrificado de Lima se puso en marcha para demostrarlo a la prensa y autoridades en 1990, aunque nunca ha operado en forma regular. Existen en otras ciudades, especialmente en Brasil (Belo Horizonte, Porto Alegre, etc.), líneas férreas electrificadas dedicadas exclusivamente al transporte de pasajeros, denominadas “metros de superficie”.



Primer metro latinoamericano.

La Línea "A" de los Subterráneos de Buenos Aires fue inaugurada en 1913. Ochenta años después, además de cumplir un papel importante en el transporte de pasajeros entre el centro y la zona de la Plaza Once, constituye un virtual museo rodante que merece reconocimiento entre las atracciones turísticas de la ciudad.



Primer metro latinoamericano.

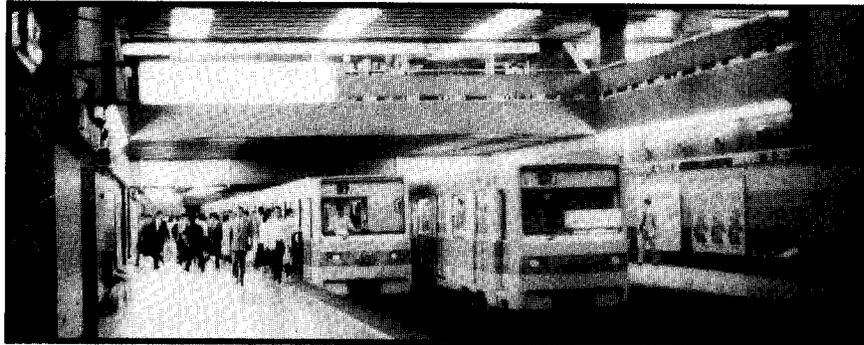
En la estación Plaza de Miserère en Buenos Aires, se puede tomar un refresco y admirar los trenes del segundo decenio del siglo XX que pasan por los andenes.



Primer metro latinoamericano.

Una vista del interior de uno de los coches, de carrocería de madera, de la Línea "A" de los Subterráneos de Buenos Aires. Sólo el estilo de la ropa y la escasez de pasajeros diferencian esta vista de los años noventa de una del tercer decenio del siglo.

Dos metros, los de Ciudad de México y Santiago de Chile, emplean una variante tecnológica desarrollada en Francia, mediante la cual las ruedas de los trenes están dotados de neumáticos que corren sobre vías de acero (México) o de hormigón (Santiago). Los bastidores de los vagones son muy complejos y cuentan con un total de 12 ruedas, en comparación con solamente cuatro que tiene el bastidor de un tren de metro convencional. Los neumáticos están ubicados en las cuatro ruedas que corren sobre las barras de hormigón o acero; otros cuatro neumáticos horizontales sirven para guiar el tren sobre la vía. Las cuatro ruedas restantes son de acero, y sirven conjuntamente con rieles del mismo metal incorporados en la vía en caso de que los neumáticos se desinflen.



Metro latinoamericano moderno.

El Metro de Santiago de Chile se construyó de manera eficiente y a bajo costo. Su funcionamiento también es altamente eficiente.



Metro latinoamericano moderno.

La gran afluencia de público que ocupa el Metro mexicano en algunos tramos contribuye a entorpecer la programación de los trenes y a romper los neumáticos por efectos del sobrepeso.

Existe una continuidad de alternativas tecnológicas entre el tranvía, por un lado, y el metro por el otro. El tranvía tradicional consiste en un vehículo que circula por la calle, sin separación física del resto del tránsito. El concepto de tranvía se transforma en el de metro cuando ocurre lo siguiente: i) se acoplan más carros; ii) se separa progresivamente la vía por donde corre el tranvía de las demás pistas ocupadas por el tránsito en general; iii) se instalan sistemas de señalización; iv) se agranda la capacidad de las paradas, y v) se aumenta el espacio entre una parada y otra, a las que se otorgan características de estaciones. La multiplicidad de opciones entre el tranvía y el metro se designa con el término *light rail transit* (LRT) ya mencionado (véase la página ?).

En algunas ciudades europeas, especialmente en Alemania y en Bélgica, las redes de tranvías están siendo paulatinamente transformadas en LRT y quizás más adelante en metros. Eso involucra la construcción de túneles para que los convoyes transiten subterráneamente, deteniéndose en verdaderas estaciones. La primera transformación de este estilo parece ser el túnel Kingsway, terminado en Londres en 1904, para tranvías de un piso y ampliado posteriormente para los de dos pisos. Sin embargo, esta experiencia no tuvo una conclusión lógica, pues la conversión de líneas de tranvías en las de LRT fue abandonada en 1952, junto con las últimas líneas de tranvías de Londres. Bruselas y Francfort son dos de las ciudades europeas que han comenzado a transformar sus redes de tranvías en LRT.

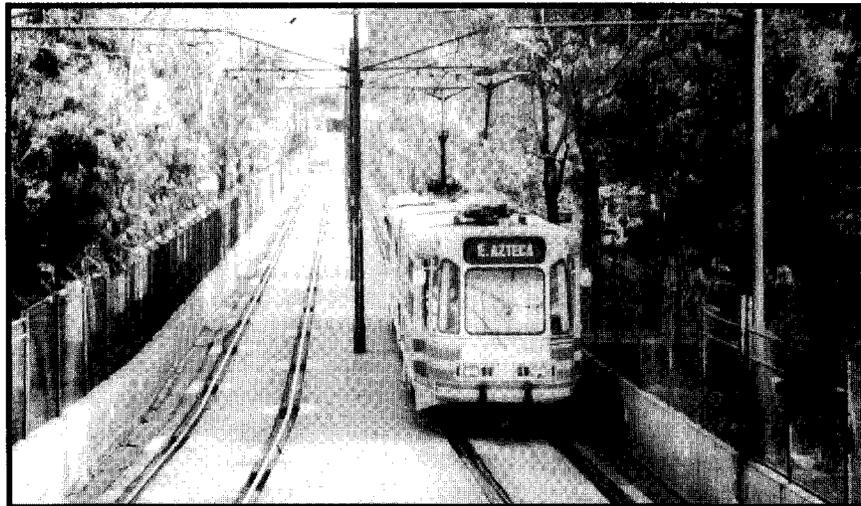
Quizás sea justo considerar la ciudad de Buenos Aires como el lugar de nacimiento del LRT, porque durante más de una década, a partir de su inauguración en 1913, ciertos trenes de la Línea "A" del Subterráneo prolongaron su recorrido desde el terminal de Primera Junta hasta el suburbio de Floresta por las calles de la ciudad. (Los trenes de esa línea siguen circulando por algunas calles, pero solamente para llegar a los talleres).

La promoción a una categoría superior de una red de tranvías puede efectuarse de otras maneras, como por ejemplo, con la construcción de barreras entre las líneas de tranvías y las pistas para el tránsito general y la eliminación paulatina de intersecciones, tal como se practica en Roma, Múnich y otras ciudades de Europa. Ninguna ciudad sudamericana ha adoptado esta manera de transformar sus redes de tranvías, prefiriendo abandonarlas y, a veces, construyendo metros a partir de cero. Sin embargo, en el Distrito Federal de México, los últimos tramos del antiguo tranvía han sufrido un proceso importante de transformación inspirado en el sistema del LRT. Corren en vía exclusiva en la superficie, como medio de acceso al metro.



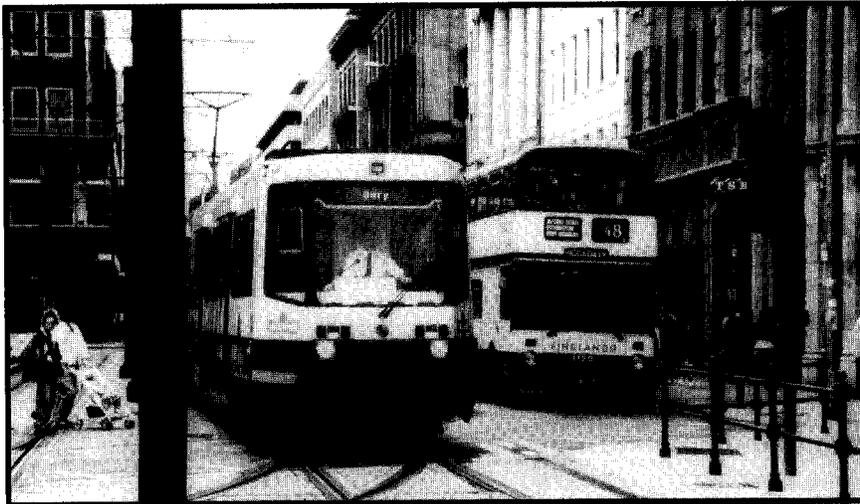
Tranvía modernizado.

Este conjunto de tranvía y remolque circula por una vía exclusiva en una zona situada en la periferia del centro de la ciudad alemana de Múnich.



Light rail transit.

En la Ciudad de México, circulan vehículos biarticulados, similares al tranvía, sobre una vía exclusiva.



Light rail transit.

El nuevo LRT de Manchester circula como tranvía por las calles del centro de la ciudad, mientras que en la periferia rueda mucho más rápidamente sobre la vías de un antiguo ferrocarril.



"Premetro".

En algunas ciudades alemanas, como Francfort y Múnich, los tranvías que transitan por las calles de los suburbios, circulan en forma subterránea por el centro, como un metro incipiente.

Se pueden construir LRT o metros livianos nuevos, es decir, sin que tengan una relación con las eventuales redes de tranvías existentes. En distintas ciudades del mundo, principalmente en los países desarrollados, se han construido recientemente “metros” livianos con vías muchas veces elevadas (para crear una separación con el tránsito callejero) y trenes de dos o cuatro unidades de construcción mucho menos pesada que la de los metros tradicionales. Sistemas de esta naturaleza existen, por ejemplo, en Lille (Francia) y Londres.

También existen ejemplos en los países en desarrollo, como en Manila y Yakarta. En esta última ciudad se ha adoptado una tecnología conocida como *Aeromóvel*, mediante la cual el tren es propulsado por vacíos delante del convoy. Fue desarrollada en Brasil en los años ochenta, aprovechando ideas concebidas por Isambard Kingdom Brunel que habían sido aplicadas en el sur de Inglaterra 140 años antes. El *Aeromóvel* de Yakarta lleva a los visitantes a un parque de diversiones, pues no está destinado al transporte masivo de pasajeros.

En la ciudad brasileña de Campinas se han instalado los primeros tramos de una red de LRT, aprovechando material rodante utilizado inicialmente en la Línea 2 del metro de Río de Janeiro.

En el cuadro 2 se resume la cronología del transporte público urbano.



Aeromóvel.

Los trenes del *Aeromóvel*, como éste de Porto Alegre (Brasil), no llevan motor, siendo propulsados por diferencias de presión de aire en la vía producidas por máquinas estacionarias.

Cuadro 2

**PERIODOS DE VIGENCIA DE LAS PRINCIPALES
OPCIONES TECNOLOGICAS PARA EL
TRANSPORTE URBANO Y SUBURBANO**

OPCION	AÑO				
	1800	1850	1900	1950	2000
AUTOBUS					
• con tracción animal	—————				
• a vapor				
• a gasolina				—————	
• con motor Diesel				—————	
• eléctrico (trolebús)				—————	
• petroeléctrico				
• en pista exclusiva					———
• con pilotaje automático					—
TRANVIA					
• con tracción animal		—————			
• a vapor				
• eléctrico			—————		
METRO					
• con locomotora a vapor		—————			
• con locomotora eléctrica			———		
• con automotor eléctrico				—————	
TREN SUBURBANO					
• con locomotora a vapor				
• con locomotora eléctrica				
• con locomotora Diesel				—————	
• con automotor a vapor				
• con automotor eléctrico				—————	
• con automotor Diesel					———
FUNICULAR			—————		
MONORRIEL				—————	

Fuente: Elaboración del autor.

Nota: En el cronograma, la línea sólida significa que la opción fue de uso regular durante el período señalado; la línea punteada significa su uso esporádico o en vías de desaparición.

II

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS PRINCIPALES OPCIONES EN MATERIA DE TRANSPORTE PUBLICO URBANO

A. LA ESCASA COBERTURA DE LAS REDES FERROVIARIAS URBANAS

EN AMERICA LATINA, como en el resto del mundo, el autobús en una u otra de sus variadas formas es el modo normal de transporte público urbano. Es interesante observar que aún en ciudades que cuentan con extensas redes de metro u otras tipos de trenes urbanos, el autobús suele transportar el mayor número de pasajeros. Entre las ciudades mencionadas en el cuadro 3, sólo en México, que cuenta con una red de metro de más de 150 kilómetros, llega a aproximarse el volumen de pasajeros transportados por este medio con el que trasladan los autobuses. En Caracas, la participación del metro en la totalidad de los viajes realizados llega a 16%, mientras que la de los autobuses alcanza a sólo 6%; sin embargo, alrededor de 30% son atendidos por los minibuses ("por puesto"), cada uno de los cuales tiene una capacidad para llevar a aproximadamente 25 pasajeros sentados. En todas las demás ciudades sudamericanas que cuentan con redes ferroviarias, ya sean de metro o de tren suburbano, el porcentaje de los viajes efectuados por rieles no se aproxima al de los autobuses.

El Banco Mundial ha publicado datos sobre la partición modal de los viajes en algunas ciudades del mundo desarrollado (Armstrong-Wright, 1986). Aunque no se especifica en el estudio las definiciones usadas (y por lo tanto no se sabe, por ejemplo, si un viaje en metro con transbordo intermedio se incluye una vez o dos veces), las cifras son reveladoras. En Londres, donde el metro tiene un largo de 423 kilómetros y la red de trenes suburbanos es aún mayor, solamente 12% de los viajes se efectúan por rieles. En París, con un metro de 199 kilómetros y una red de trenes suburbanos también extensa, la cifra correspondiente es de 21%. Sólo en Tokio y Nueva York, entre las ciudades analizadas, se trasladan más pasajeros por tren que por autobús.

Cuadro 3

**PARTICION MODAL DE LOS VIAJES MOTORIZADOS
EN CUATRO CIUDADES LATINOAMERICANAS**
(Porcentajes)

CIUDAD	VIAJES REALIZADOS POR				
	Auto- móvil	Taxi	Auto- bús	Minibús	Tren
Area metropolitana de la Ciudad de México ^a	17	1	38	16	27
Area metropolitana de Buenos Aires ^b	28	← 59 →			10
Area metropolitana de São Paulo ^c	40	1	38	5	14
Región metropolitana de Santiago ^d	18	... ^e	65	5	12

Fuente: Estudios encomendados por la CEPAL a diversos consultores locales.

^a Datos de 1983. El número de pasajeros estimado para el tren (metro) incluye los transbordos.

^b Datos de 1986. Los viajes por medios públicos se estimaron por tramos.

^c Datos de 1987. Se contabilizó un viaje como realizado en metro siempre que un tramo se hubiera efectuado por ese medio.

^d Datos de 1986. Proviene del modelo de simulación ESTRAUS, que aparentemente contabilizó cada viaje según el modo principal utilizado.

^e Los viajes efectuados en taxi están incluidos en el rubro Minibús.

Cuadro 4

**AREA METROPOLITANA DE BUENOS AIRES:
PARTICION MODAL DE VIAJES**
(Porcentajes)

MODO DE TRANSPORTE	VIAJES, 1980	PERSONAS-KM, 1982
Autobús ("colectivo")	62.6	38.8
Automóvil particular	17.7	32.9
Ferrocarril suburbano	7.9	18.8
Taxi	7.0	7.4
Tren subterráneo	4.8	2.1
Total	100	100

Fuente: Datos de 1980: Daniel Batalla, *Informe sobre la situación actual del transporte de pasajeros en la Región Metropolitana de Buenos Aires*, Buenos Aires, CONARSUD, S.A., para la Subsecretaría de Transportes, noviembre de 1982; datos de 1982: Arturo Abriani y Luis Capaldi, "El consumo de energía por el transporte en el área metropolitana", en *Documentos del seminario taller sobre el transporte urbano en el área metropolitana de Buenos Aires*, Buenos Aires, 25 al 29 de abril de 1983.

En las estimaciones que se reproducen en el cuadro 4 acerca de la partición modal en Buenos Aires según personas por kilómetro, es interesante observar que, en comparación con la partición según viajes, aumenta la proporción en los trenes suburbanos pero baja la del metro, indicando que el kilometraje promedio de los viajes por ferrocarril suburbano supera al del total de los viajes considerados conjuntamente, y que el de los viajes por metro es en consecuencia inferior. En ciudades en cuyas zonas céntricas se concentra mucha actividad comercial pero que tienen capacidad limitada de tránsito vial, como son Buenos Aires, Londres o París, el metro tiende a emplearse para desplazamientos de corta distancia dentro de esas zonas. En el centro de París, en particular, la distancia entre una estación del metro y la próxima es de aproximadamente medio kilómetro, lo que lo hace conveniente para viajes cortos (Garbutt, s/f).

Los medios sobre rieles, aunque muy eficaces para atender los corredores de mayor uso, sobre todo en las horas de mayor congestión, no volverán jamás a dominar el transporte público urbano como sucedió anteriormente, en la época lejana ya del tranvía y del tren a vapor. Los metros y otros sistemas ferroviarios urbanos que exigen altas inversiones y subvenciones atienden una pequeña proporción de los viajes. No es lo mismo decir que esas inversiones y subsidios favorezcan a un porcentaje limitado de la población urbana, pero la implicación es clara.

Entre los usuarios del metro, los que más beneficios obtienen de él son los que residen o trabajan cerca de las estaciones. Los que tienen que hacer trasbordos para alcanzarlo evidentemente se benefician menos. Otra categoría de personas que se ven favorecidas son los dueños de propiedades situadas en los alrededores de las estaciones, debido a que la mayor accesibilidad que proporciona el metro se traduce, al menos parcialmente, en alzas en el valor comercial de esas propiedades.

B. EL DESARROLLO DE LAS CIUDADES Y LA PROGRESIVA INSUFICIENCIA DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE BASADOS ÚNICAMENTE EN EL AUTOBUS

LA MANERA TRADICIONAL de funcionamiento del transporte autobusero urbano es mediante unidades que circulan por las calles conjuntamente con automóviles y vehículos de carga. Esta manera se hace cada vez menos eficiente en la medida que aumenten: i) la población urbana, ii) el tamaño de la ciudad, o iii) los ingresos de sus habitantes. La simple expansión territorial y demográfica de una ciudad, sin cambios en los ingresos personales, incrementa los volúmenes de tránsito en las vías radiales y provoca congestión en las zonas céntricas. Los autobuses atrapados en esa congestión ven bajar los niveles de servicio que pueden ofrecer a sus clientes, quienes se demoran cada vez más en hacer sus viajes. Las menores velocidades que alcanzan los autobuses se traducen en mayores costos de capital invertido en el parque de vehículos y menor productividad laboral.

Un proceso similar al explicado en el párrafo anterior ocurría en Buenos Aires durante los primeros años del presente siglo. La actual Línea "A" del Subterráneo fue construida por la empresa de tranvías Anglo Argentina, que operaba una fracción importante de la red de tranvías de la capital. El movimiento de los tranvías se vio entorpecido cada vez más por la congestión generada por el crecimiento demográfico y económico de la ciudad, a pesar de que, en esa época, los mayores ingresos personales no se pudieron transformar en alzas significativas de la propiedad de automóviles particulares, que aún estaban en un estado incipiente de desarrollo. Tampoco existía la competencia de los autobuses, aunque sí había taxis. A fin de evitar la congestión del tránsito que estaba bajando la productividad de los tranvías y aumentar su capacidad de transporte, la Anglo Argentina invirtió en la primera línea de metro del continente sudamericano.

Los recorridos más largos y las velocidades más bajas son factores que contribuyen a explicar los aumentos reales muy significativos que experimenta el valor de las tarifas del transporte colectivo urbano latinoamericano. No es correcto echar toda la culpa de esos aumentos a los incrementos del costo del petróleo o a ineficiencias en la organización del propio sistema de transporte (Thomson, 1982, pp. 92-93).

En la práctica, los aumentos de las tasas de propiedad de los automóviles privados influyen negativamente en los costos y la calidad de los servicios de transporte colectivo. Esto tiende a reducir el número de usuarios que dependen del transporte colectivo, lo que incide en forma negativa sobre las frecuencias y número de rutas operadas y al mismo tiempo, agrava la congestión del tránsito. El propio deterioro de la calidad del transporte colectivo insta a los usuarios a la compra de un automóvil como una manera de independizarse del problema.

Los aumentos de los ingresos personales constituyen un factor importante en la determinación de esas tasas, pero no son el único. La distribución de los ingresos importa también. En una sociedad en que el nivel promedio de los ingresos personales es bajo pero tiene una amplia distribución, la redistribución más equitativa puede hacer disminuir la tasa de propiedad de automóviles al reducir la capacidad adquisitiva de vehículos entre las clases más acomodadas, sin transferir recursos en cantidades suficientes a las clases más modestas para dejar a este grupo en condiciones de poder adquirir un automóvil. Por otro lado, si el nivel promedio de los ingresos es mayor, una redistribución puede dar como resultado un aumento en el número de automóviles. Lógicamente, un incremento en el nivel de ingresos, sin redistribución, tiende a producir el mismo efecto.



Congestión y transporte colectivo.

Vistas como ésta en La Paz son típicas de muchas ciudades latinoamericanas. Los autobuses se ven atrapados en la congestión generada principalmente por los automóviles.



Congestión y transporte colectivo.
El caso de Quito es muy semejante al de La Paz.

Las políticas económicas de tendencia neoliberal del tipo que se han aplicado desde mediados del decenio de 1970 en Chile, a partir de mediados del decenio siguiente en Bolivia, y a contar de principios de los años noventa en Argentina, Colombia, Perú y otros países, han dado como resultado una expansión económica que aumenta los ingresos personales y, por ende, las tasas de propiedad de automóviles. A menudo, esas políticas han significado también una liberalización de la importación de automóviles, los que se han vendido a precios más bajos que antes, contribuyendo a reforzar la expansión del parque de vehículos particulares. En algunos casos como por ejemplo, Ecuador o Perú, se permitió la importación de vehículos usados, además de los nuevos, lo que fomentó aún más la ampliación del parque. Cabe recordar que, en los países latinoamericanos, el nivel y la forma de distribución de los ingresos personales contribuye a que los automóviles perduren, pasando de un dueño a otro de menores recursos cada vez que el primero compra uno más moderno, en un efecto denominado "cascada". Sólo después de un largo recorrido, los automóviles llegan a convertirse en chatarra. En los países desarrollados, la venta de 100 automóviles nuevos aumenta el parque neto en sólo unas pocas unidades, debido a que los nuevos reemplazan a otros antiguos; en América Latina, el parque puede aumentar en casi 100, pues los vehículos viejos siguen circulando.

El aumento de la propiedad de automóviles no tiene necesariamente que llevar al mayor uso de estos vehículos en calles congestionadas, pero en la práctica esto suele ocurrir, especialmente en los países latinoamericanos y otras naciones en desarrollo, ya que, por ejemplo, las medidas impuestas por las autoridades sobre el estacionamiento en las zonas céntricas no son adecuadas. El hecho de que los automóviles antiguos siguen circulando contribuye también a agravar la congestión, por la lentitud y la condición mecánica, que a veces suele ser muy precaria. Ello explica por qué los modelos matemáticos de tránsito calibrados en los países industrializados deben ser reajustados para que sirvan en América Latina. Por ejemplo, se simula la aceleración de los vehículos al cambiar un semáforo de rojo a verde, mediante la dispersión de los conjuntos (*platoon dispersal*). En los países desarrollados, los vehículos suelen poseer características buenas y relativamente parejas en lo que a las tasas de aceleración se refiere; no ocurre lo mismo en América Latina, donde los pequeños automóviles con pretensiones deportivas corren a gran velocidad, dejando atrás a los coches destartados de otra época.

La baja velocidad de los autobuses en las calles céntricas es un problema muy difícil de resolver, aun en las ciudades donde las tasas de propiedad de los automóviles particulares son todavía relativamente bajas. Esto ocurre, por ejemplo, en Santa Fe de Bogotá, donde los buses circulan a aproximadamente siete kilómetros por hora en el centro (Armstrong-Wright, 1986, p. 5), y también en La Paz, donde se mueven a tres o cuatro kilómetros por hora en la zona céntrica en las horas de mayor congestión (Instituto de Transporte y Vías de Comunicación, 1990). En Bogotá, incluidas las áreas urbanizadas adjuntas, en 1990 la

tasa de propiedad de los automóviles no llegó a la modesta cifra de 0.1 por persona; sin embargo, la velocidad promedio de los automóviles en toda la zona urbana no superó los 16 kilómetros por hora; obviamente, la de los autobuses fue inferior. En 1993, esa ciudad de más de cinco millones de habitantes tenía una flota de más de 23 000 autobuses (incluidos las “busetas” y los microbuses), sin contar los más de 55 000 taxis y “colectivos”. Fue necesario tener una flota tan grande debido a la baja productividad promedio de cada uno de esos vehículos, a raíz de la aguda congestión que caracteriza a la ciudad.

Santa Fe de Bogotá es la ciudad más grande del mundo que no cuenta con un servicio de trenes suburbanos y tampoco ha iniciado la construcción de un metro o algún sistema semejante, factores que contribuyen a la necesidad de una mayor flota de autobuses. Debe contrastarse la relación entre el tamaño de su población y el de esa la flota, con la misma relación en Buenos Aires (14 000 autobuses y 12 millones de habitantes, en 1988), en São Paulo (12 500 autobuses y 17 millones de habitantes, también en 1988) o en una ciudad de un país en desarrollo lejos de América Latina, como Seúl, Corea (13 000 autobuses y 8.5 millones de habitantes en 1980) (CEPAL, 1992, y Banco Mundial, 1986).



Autobús rústico.

En algunas ciudades latinoamericanas, los vehículos del transporte público son incómodos y altamente inseguros. Esta fotografía fue tomada en Managua.

C. SISTEMAS DE PRIORIDAD PARA AUTOBUSES

LOS AUTOBUSES son capaces de crear su propia congestión, pero también se ven afectados por la congestión impuesta por otros vehículos, incluidos los automóviles, que son universalmente reconocidos como muy costosos en términos de espacio vial por persona transportada. De hecho, una persona que viaja en auto genera la misma congestión que causan 15 pasajeros en autobús, suponiendo coeficientes de ocupación de 70 personas por autobús y 1.6 por automóvil.

Solamente en casos extremos es posible atribuir a un pasajero en un autobús urbano un nivel de congestión que se aproxime al generado por una persona en automóvil. Esto ocurría en Santiago de Chile alrededor del año 1990, en las horas de mayor movimiento, porque la desreglamentación del transporte colectivo había contribuido a una expansión muy marcada en el parque de buses, los que fueron manejados de manera relativamente indisciplinada por conductores que competían fuertemente entre sí para recoger a los pasajeros que esperaban a lo largo de las calles. El gran número de autobuses se tradujo en coeficientes de ocupación muy bajos; la indisciplinada de los choferes hacía que cada vehículo entorpeciera el tránsito mucho más de lo necesario. Sin embargo, casos como este son excepcionales, y normalmente es el tránsito de automóviles el que genera más congestión.

En las vías donde la congestión es de poca importancia, el costo de las medidas necesarias para reducirla superaría los beneficios que ello aportaría. En cambio, en vías muy congestionadas, los beneficios pueden superar el costo en que se incurre, principalmente por la inconveniencia para las personas que deben dejar de viajar en automóvil a raíz de las medidas destinadas a controlar la congestión. Es muy difícil política y socialmente, empero, diseñar y aplicar medidas eficaces para reducir el tránsito de automóviles por calles congestionadas. Lo que ha resultado ser más aceptable es disponer que ciertas pistas sean exclusivas para los autobuses u otras medidas que concedan preferencia a la locomoción colectiva.

La capacidad máxima de los autobuses grandes –articulados o de dos pisos– en tráfico mixto no puede superar los 15 000 pasajeros/hora/sentido/vía, aproximadamente, aun en las condiciones más favorables. Así, la velocidad de los autobuses tomando en cuenta las paradas, es del orden de 12 kilómetros por hora. Mediante la implantación de pistas exclusivas se podría mejorar esa marca (véase el cuadro 5).

Cuadro 5

**COSTOS DE LA VIA, CAPACIDADES Y VELOCIDADES
OPERACIONALES DE DISTINTAS
ALTERNATIVAS DE TRANSPORTE PUBLICO URBANO**

ALTERNATIVA	COSTO DE LA VIA (millones de dólares/km)	CAPACIDAD (pasajeros/ sentido/vía/hr)	VELOCIDAD OPERACIONAL (km/hr)
AUTOBUS			
• en tránsito mixto	0	10 000–15 000	12
• en pista exclusiva	menos de 1	10 000–20 000	15–20
• en vía exclusiva	2	15 000–20 000	15–20
• en vía exclusiva nueva ^a	7–12	15 000–25 000	17–22
• en vía exclusiva nueva con pilotaje automático	8–14	16 500–27 500	20–30
LRT sobre la superficie	8–27	20 000–30 000	17–25
METRO			
• elevado	22–60	50 000–75 000	28–37
• subterráneo	50–165	50 000–75 000	28–37

Fuente: Roger Allport y Michael Thomson, *Study of Mass Rapid Transit in Developing Countries*, Londres, Transport and Road Research Laboratory, 1990; M. Read, R. Allport y P. Buchanan, "The potential for guided busways", *Traffic Engineering + Control*, Londres, noviembre de 1990.

^a Las cifras correspondientes a vías nuevas, especialmente las que cuentan con pilotaje automático, son aproximadas, ya que hasta el momento hay poca experiencia con esas alternativas.

Las alternativas son varias. El éxito alcanzado por cada una de ellas es fluctuante, especialmente en los países en desarrollo. Un tipo de pista exclusiva destinada a lograr beneficios más perdurables en términos de mejora de la velocidad comercial de los autobuses y de la productividad del transporte autobusero es el de contraflujo, debido a que es más fácil garantizar su funcionamiento eficiente en comparación con otros tipos de pistas. Los automovilistas suelen no invadir las pistas de contraflujo, por temor a choques frontales si las usan en el sentido opuesto al de los autobuses, y por no poder adelantar a los autobuses detenidos si van en la misma dirección.

Sin embargo, las pistas que van en sentido del flujo son potencialmente beneficiosas, y no siempre solamente para los usuarios de los autobuses. A veces, la menor fricción entre el tránsito de éstos y el de los automóviles que resulta

de la implantación de la pista exclusiva hace que circulen más rápidamente los propios automóviles, a pesar de que para éstos el espacio en la calle es más estrecho. En un estudio reciente se comenta que, a raíz de la implantación de pistas exclusivas, “en Bangkok, los tiempos de viaje, tanto de autobuses como de automóviles, se redujeron casi siempre hasta 30%. En Manila, los tiempos de los autobuses y los *jeepney* bajaron en 50% y las velocidades de otros vehículos no cambiaron” (Allport y Thompson, 1990, p. 4.19). Sin embargo, agregan los autores del estudio que los beneficios pocas veces perduran, debido a que la vigilancia es inadecuada.

En Santiago de Chile el problema es inverso, ya que en la avenida Libertador Bernardo O’Higgins, solamente se puede retener los autobuses dentro de sus dos pistas asignadas mediante conos plásticos que separan esas pistas de las demás, y ubicando policías a intervalos frecuentes a lo largo de la avenida. Aun así, los choferes de los autobuses aprovechan cualquier oportunidad para invadir las otras pistas.

Los beneficios potenciales de las pistas exclusivas son importantes, especialmente si se toma en cuenta que los costos de inversión necesarios para implantarlos son bajos, normalmente inferiores a un millón de dólares el kilómetro. Las vías exclusivas para autobuses que se han establecido en varias ciudades de Brasil, además de Santa Fe de Bogotá en Colombia, o en Lima, Perú, no cuestan más de unos dos millones de dólares el kilómetro.

En algunos casos, la inversión efectiva puede ser hasta negativa, debido a que, si los buses circulan a velocidades más altas, es posible llevar el mismo volumen de pasajeros que antes con un parque reducido. Depende mucho de las características del caso, pero si el flujo de autobuses supera aproximadamente los 200 vehículos por hora, el valor capitalizado de la reducción en la flota de éstos puede exceder del valor de la inversión necesaria para instalar la pista.

En varias ciudades, las pistas para el uso exclusivo de autobuses están separadas por barreras físicas de las pistas para la circulación del tráfico general. A veces esta alternativa se denomina *busway* en inglés, aunque en otros casos se considera que tal término debiera aplicarse sólo a nueva infraestructura construida especialmente para el propósito. Las vías exclusivas están normalmente ubicadas en la parte céntrica de una avenida, separadas por barreras para impedir el ingreso de otros vehículos con el fin de garantizar que los beneficios iniciales puedan seguir generándose a largo plazo. En Porto Alegre, las vías exclusivas, sobre las cuales los autobuses corren de forma ordenada en convoyes, han llegado a transportar 20 000 pasajeros/hora/sentido/pista a una velocidad comercial de aproximadamente 20 kilómetros por hora, incluidas las paradas (Secretaría Municipal de Transportes, 1982).



Vías exclusivas para autobuses.

En la Avenida Caracas de Bogotá, se han implantado dos vías exclusivas para buses en cada sentido. Aunque eficaz, la llamada Troncal Caracas pierde eficiencia por una fiscalización inadecuada y una coordinación insuficiente entre los choferes de los autobuses.



Vías exclusivas para autobuses.

En Porto Alegre, Brasil, se transportan hasta 20 000 pasajeros por hora, pista y sentido. Algunos de los vehículos que transitan en las horas de punta, como el que se observa en primer plano, son unidades acopladas llamadas *Romeu e Julieta*. En horarios de menor congestión, la *Julieta* queda estacionada en el garage.

Las pistas o vías exclusivas poseen una gran ventaja, en comparación con sistemas de tipo metro, por cuanto los vehículos que las ocupan pueden circular por una diversidad de rutas, desde una multiplicidad de barrios, convergir en una pista o vía, y luego divergir rumbo a una variedad de destinos. Esos autobuses pueden llevar muchos pasajeros directamente desde la zona de origen de sus viajes hasta la de destino. Obviamente, con el metro existe una probabilidad mucho mayor de que cada usuario tenga que hacer un trasbordo, desde un medio callejero al metro o viceversa. Cabe recordar que los trasbordos son inconvenientes y causan demoras.

En el cuadro 6 se ilustra un viaje hipotético entre una casa ubicada en un barrio y una oficina céntrica, primero, por autobús directo que circula sobre una pista exclusiva en una parte del recorrido y, alternativamente, por metro. La velocidad comercial del metro es superior a la del autobús, aun cuando éste corre sobre la pista exclusiva. En cambio, si el pasajero opta por la alternativa metro, demora en desplazarse entre el andén y la calle y luego en esperar el tren. Sin embargo, esta última opción es más rápida, pues demora 50 minutos en comparación con los 59 minutos que significa viajar por autobús, como se muestra en la columna A del cuadro.

A los viajeros les incomoda más el tiempo perdido en algunas modalidades que en otras. Por ejemplo, ciertos estudios econométricos comprueban que el costo del tiempo ocupado en las caminatas o en las esperas vale dos o tres veces el tiempo que se ocupa en ir sentado en un autobús o tren. Recargando en 100% el tiempo de las modalidades de caminar y esperar, la ventaja del metro se reduce, como puede apreciarse en la columna B del mismo cuadro.

Finalmente, si se convierten en equivalentes de tiempo las tarifas que tendrían que pagar los pasajeros, la ventaja del metro desaparece por completo, y la opción del autobús es la preferida.

Así es que, para algunos viajes específicos, el autobús será la primera elección, pero en otros casos, el metro será la mejor opción. Sin embargo, es igualmente claro que la característica intrínseca que posee el metro de cubrir eficientemente tan sólo los recorridos de mayor flujo de personas, en vez de contar con rutas que se ramifiquen para cubrir toda la ciudad, constituye una ventaja comparativa para el autobús.

Mediante las pistas o vías exclusivas, el sistema de transporte público de una ciudad puede mejorar su eficiencia y productividad, sin exigir grandes inversiones en nueva infraestructura. Asimismo, puede considerarse como una de las opciones disponibles para controlar o limitar el deterioro del transporte en una ciudad que crece y se hace cada vez más próspera, hasta el momento en que la instalación de un sistema de red independiente, como un metro, se convierta en una medida social y económicamente conveniente.

Cuadro 6

**TIEMPOS COMPARATIVOS DE VIAJES EFECTUADOS
POR AUTOBUS Y POR METRO, ENTRE LA PERIFERIA
Y EL CENTRO DE UNA CIUDAD REPRESENTATIVA**

TRAMO DE VIAJE	TIEMPO (minutos)		
	A	B	C
ALTERNATIVA 1: AUTOBUS EN PISTA EXCLUSIVA			
Caminar a la parada del autobús	3	6	6
Esperar el autobús	2	4	4
Pagar pasaje en el autobús (US\$0.35)	-	-	21
Recorrer 3 km por la calle a 12 km/hr	15	15	15
Recorrer 8 km en pista exclusiva a 20 km/hr	24	24	24
Recorrer 2 km por la calle a 10 km/hr	12	12	12
Caminar al destino final	3	6	6
Total	59	67	88
ALTERNATIVA 2: AUTOBUS Y METRO			
Caminar a la parada del autobús	3	6	6
Esperar el autobús	2	4	4
Pagar pasaje en el autobús (US\$0.20)	-	-	12
Recorrer 3 km en autobús por la calle a 12 km/hr	15	15	15
Bajar al andén del metro	2	4	4
Pagar pasaje en el metro (US\$0.35)	-	-	21
Esperar el tren	2	4	4
Recorrer 10 km en metro a 28 km/hr	21	21	21
Subir a la calle	2	4	4
Caminar al destino final	3	6	6
Total	50	64	97

Fuente: Elaboración del autor.

Nota: Las columnas fueron definidas de la siguiente manera:

A = tiempo de viaje real.

B = tiempo de viaje ponderado (tiempos de espera y caminata valorados con un recargo de 100%).

C = tiempo de viaje ponderado como en la columna B, más pasajes convertidos en minutos equivalentes a una tasa de US\$0.0167 por minuto.

Por otro lado, las pistas o vías exclusivas para el tránsito de autobuses no representan una solución general a los problemas de congestión, pues en la práctica su instalación no siempre es factible. Entre los factores que limitan su aplicabilidad se cuentan los siguientes:

i) **Volúmenes considerables de tráfico transversal.** Si el flujo de los autobuses por la pista exclusiva es interrumpido por el tránsito de vehículos que circulan en un eje perpendicular, la eficiencia de esa pista evidentemente se ve reducida. Es costosa la opción de desviar el tránsito transversal por puentes o pasos de distinto nivel, aunque a veces es posible canalizarlo en un número reducido de calles para minimizar los puntos de conflicto.

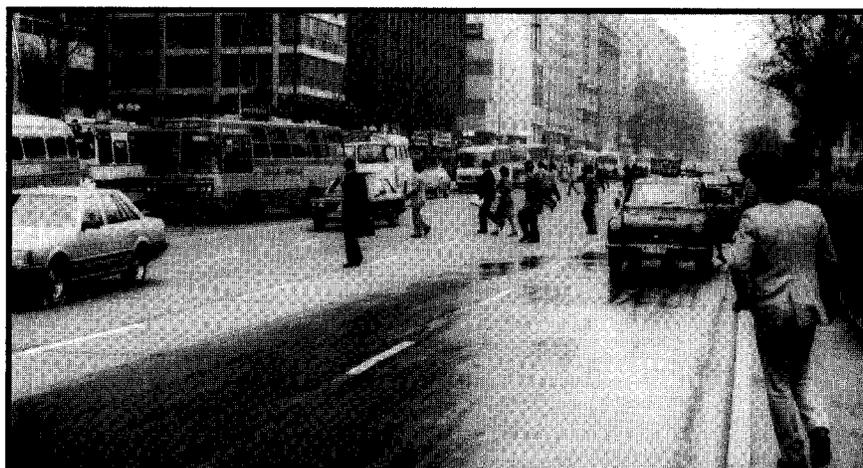
ii) **Multiplicidad de empresas de autobuses.** Una pista exclusiva para autobuses funciona eficientemente sólo con disciplina. Si circulan los vehículos de varias empresas, la competencia entre ellos puede repercutir adversamente en funcionamiento eficiente de la pista. Si el sistema de operación de ésta supone la pasada de los autobuses en convoyes, es indispensable la imposición de una disciplina rigurosa para evitar que un vehículo adelante a otro y para que se mantenga orden en las vías de acceso a la pista.

iii) **Competencia excesiva entre los choferes.** La operación disciplinada de la pista se ve dificultada también si el sueldo de los choferes depende de la recaudación de boletos de cada autobús. Esto puede incentivar una competencia excesiva entre los choferes asignados a la misma línea, aunque sean empleados de la misma empresa.

iv) **Grandes volúmenes de tráfico general.** Aunque la menor fricción entre el tránsito de los autobuses y el de los otros vehículos, basada en la implantación de pistas exclusivas, pueda ser beneficiosa para ambos tipos de tránsito, es evidente que si circulan por una avenida varios miles de automóviles o camiones por hora, cualquier reducción del espacio vial disponible para ellos podría ocasionarles desventajas importantes.

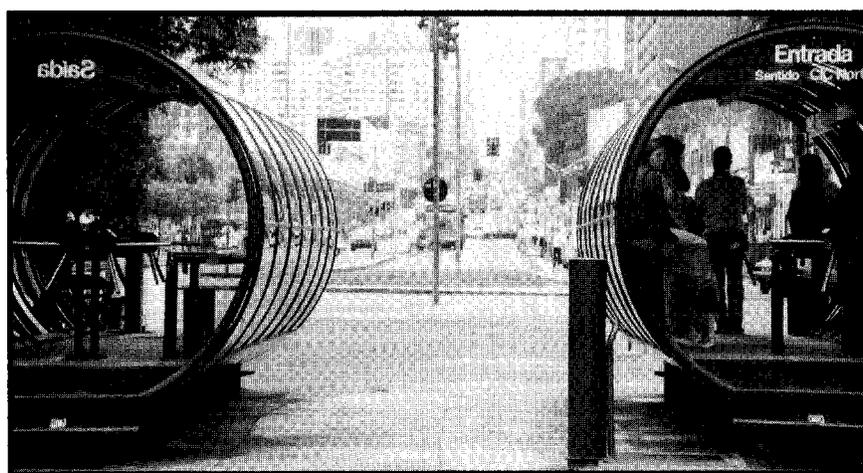
v) **Grandes volúmenes de tráfico de autobuses.** Aunque las pistas exclusivas logren aumentar el número de autobuses que puedan transitar por una avenida, en ninguna pista puede caber holgadamente más de 300 de ellos por hora. A veces, una proporción del flujo puede andar por calles paralelas, pero si es necesario acomodar mucho más de 300 autobuses/hora/sentido en una sola vía, habría que buscar otras soluciones.

vi) **Mantenimiento insuficiente de los autobuses.** En el caso de las pistas exclusivas separadas físicamente del resto de la avenida, se crea una gran confusión cuando se detiene un autobús, ya sea por falla técnica o por un accidente en la pista.



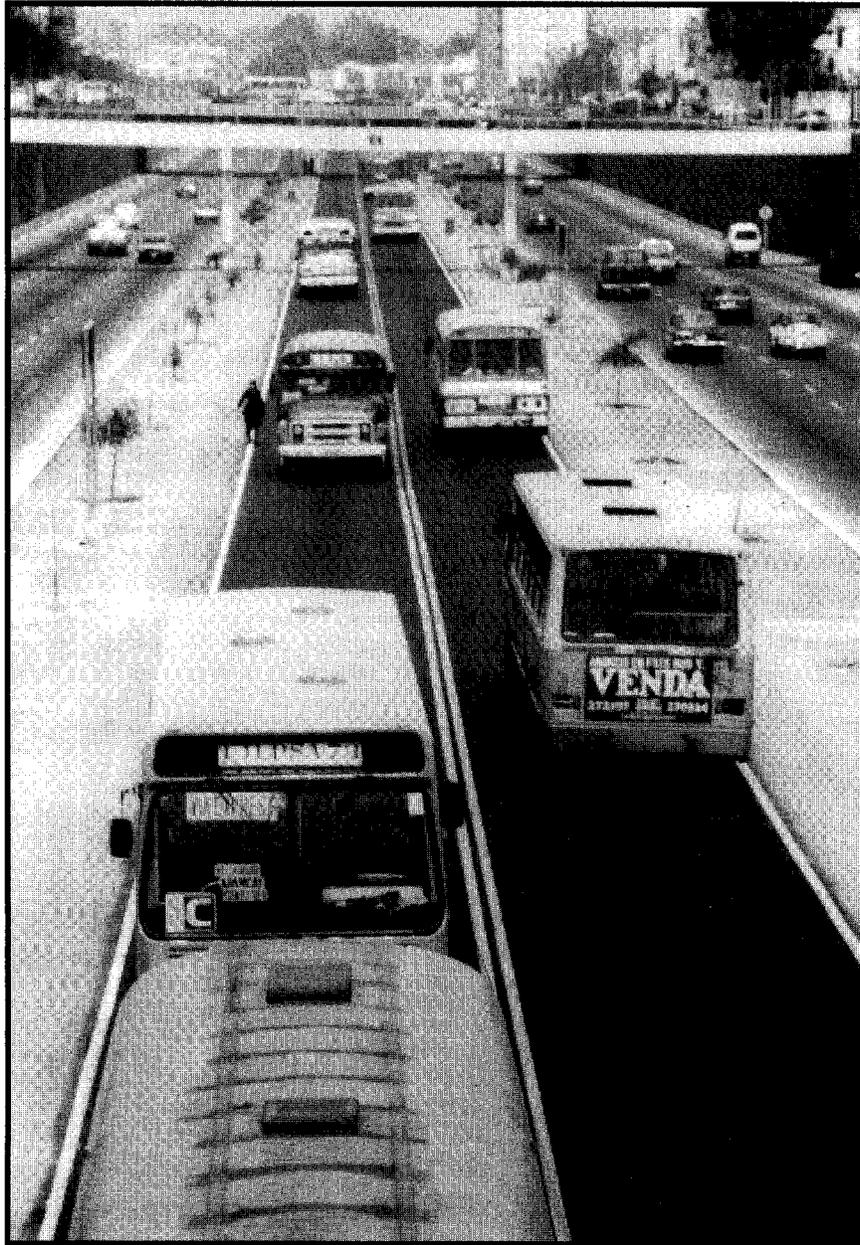
Vías exclusivas para autobuses.

La fotografía, tomada en 1989, ilustra un problema que existía con las vías exclusivas de la avenida Libertador Bernardo O'Higgins de Santiago de Chile. Los taxis, tanto individuales como colectivos, no tenían autorización para usar esas vías, por lo que debían dejar en el bandejón central a sus pasajeros. Estos luego arriesgaban la vida para atravesar las cuatro pistas de tránsito general y las dos de autobuses, antes de llegar a la relativa seguridad de la acera.



Vías exclusivas para autobuses.

Una vía exclusiva en la ciudad modelo de Curitiba, Brasil, vista entre dos "paradas de tubo", donde los pasajeros suben a los autobuses y bajan protegidos completamente de la lluvia.



Vías exclusivas para autobuses.

El Paseo de la República, en Lima, experimentó una escasez de vehículos mientras era administrada únicamente por la empresa estatal ENATRU. Actualmente está abierta a todas las empresas de autobuses, si bien la competencia entre éstas a veces reduce su eficiencia operacional.

La implantación de pistas o vías exclusivas no es la única manera de conceder prioridad a los autobuses. Otra forma consiste en fijar los ciclos de los semáforos para que los autobuses tengan preferencia. La justificación de esta opción es sencilla: normalmente, las fases de los semáforos se calculan para minimizar las demoras de los vehículos en general, sin discriminar entre ellos, pero con algunas restricciones suplementarias tales como la duración máxima de la luz roja en una calle de poco tránsito. La optimización se puede hacer en una sola intersección, en el caso más sencillo, o para toda un área si el tránsito es controlado mediante computadora por zonas geográficas de la ciudad.

El principio de optimización otorga preferencia implícita a los usuarios del transporte privado, porque un automóvil con una o dos personas recibe la misma atención que un autobús con 50. Aun cuando es posible defender la utilización de un valor de tiempo para los viajeros que dependa de sus respectivos ingresos por hora, práctica frecuentemente adoptada para la evaluación socioeconómica de los proyectos de transporte, no es posible justificar la asignación al pasajero de un automóvil un valor de tiempo 25 o 50 veces el del ocupante de un autobús. Sería mucho más justo y eficiente fijar la sincronización de los semáforos para dar cierta preferencia a los autobuses.

En algunas ciudades se han instalado en los autobuses dispositivos que intervienen en las fases de los semáforos. Cada vez que un vehículo equipado con uno de ellos se aproxima a una intersección semaforizada, una luz verde se mantiene para permitirle la pasada, o bien una luz roja se cambia, sujeto a algunas restricciones para garantizar la seguridad del tránsito. Si éste es controlado computacionalmente por área mediante un sistema tipo *TRANSYT* de programas de ciclos predefinidos para los semáforos, dependiendo de la hora del día y día de la semana, se puede recargar el tiempo de luz verde en una calle que muestra un flujo comparativamente intenso de autobuses. Si se usa el sistema alternativo más moderno, que se denomina *SCOOT*, mediante el cual las fases de los semáforos se ajustan permanentemente de acuerdo con la distribución de tráfico en cada momento, es mucho más difícil dar prioridad a dichos vehículos.

En algunas ciudades como Curitiba, Brasil, se han construido vías nuevas para autobuses, pero esta solución no ha tenido mucha aceptación. Una opción potencialmente más interesante consiste en instalar, ya sea en vías en construcción o en las ya existentes, mecanismos para guiar los autobuses en forma automática. La tecnología ha sido probada en Alemania, Bélgica y el Reino Unido, pero hasta el momento ha habido una sola aplicación en la práctica, en Adelaide, Australia. Estos sistemas permiten reducir los intervalos entre dos autobuses (*headways*) en la vía exclusiva, lo que redundaría en mayores capacidades de transporte. Como los vehículos son esencialmente autobuses comunes equipados con dispositivos adicionales, pueden circular normalmente por las calles locales de las zonas en cada extremo de la vía exclusiva, ofreciendo así un servicio casi puerta-a-puerta que jamás podrían brindar los sistemas de tipo metro.

El potencial real de las vías exclusivas con autobuses guiados automáticamente todavía no ha sido realizado. Aún se espera el desarrollo de la tecnología necesaria para controlar no sólo la dirección de los vehículos sino también su velocidad de marcha, así como mecanismos que les permitan seguir guiándose automáticamente a través de las intersecciones con calles transversales.



Vías exclusivas para autobuses.

Dos autobuses transitan por un tramo experimental, instalado en la ciudad alemana de Essen, para probar el sistema de guía automática denominado *O-bahn*.

D. LA IMPLANTACION DE SISTEMAS FERROVIARIOS

RESTRICCIONES cada vez más onerosas sobre el uso del automóvil en zonas congestionadas, así como medidas destinadas a dar preferencia al tránsito de autobuses, pueden aumentar la capacidad de la red vial en términos del número de personas que pueden viajar por ella. Si se prohibiera completamente la ocupación del espacio vial por parte de los automóviles privados, taxis y camiones durante las horas de mayor movimiento, el transporte público podría funcionar hasta en las ciudades más grandes sin tener que recurrir a medios no viales.

Sin embargo, al hacer más severas y drásticas las restricciones sobre la circulación de automóviles, se incurre en costos reales cada vez mayores. El costo de negar a uno más el derecho de transitar, suele ser superior al costo correspondiente del anterior. Algunas personas están dispuestas a pagar valores muy altos para poder viajar en automóvil o taxi en las horas de mayor congestión, por lo que, si se les impidiera hacerlo, la pérdida de bienestar podría ser muy importante. De modo similar, al prohibir la circulación de camiones en esas mismas horas, algunos negocios podrían tener que enfrentar alzas de costos muy significativas, y la vida comercial de los centros de las ciudades podría decaer.

La inconveniencia cada vez mayor que supone imponer restricciones progresivas a la circulación de vehículos que no sean autobuses significa que, en un momento dado, podría ser más económico resolver el problema invirtiendo en capacidad nueva. En los corredores más convulsionados de las grandes ciudades, esto suele significar la construcción de ferrocarriles subterráneos. Sin embargo, solamente en casos realmente extremos es posible justificar económicamente la construcción de metros o sistemas semejantes. En un estudio reciente, se han identificado las condiciones necesarias para justificar este tipo de inversión (Allport y Thompson, 1990):

- i) El volumen de viajeros en el corredor donde se piensa instalar el metro tiene que superar los 700 000 por día, lo que correspondería a unos 15 000 pasajeros por hora por sentido en autobuses circulando por la avenida principal del corredor. Salvo en ciudades lineales, esto significa que el número total de habitantes deberá superar los cinco millones.
- ii) El ingreso anual por persona en la ciudad deberá superar los 1 800 dólares, lo que a nivel nacional corresponde a aproximadamente 1 500 dólares.
- iii) Las perspectivas de crecimiento poblacional y de los ingresos por persona deberán ser positivas.
- iv) Los corredores más aptos para la implantación de un metro son generalmente radiales y llegan al centro de la ciudad, por lo que las perspectivas de esta área, en términos de la generación de empleos, etc., sean favorables.

- v) Las empresas que administran los metros deberán ser eficientes y, en lo posible, distintas de las entidades responsables de las operaciones ferroviarias o autobuseras existentes.
- vi) Conviene que existan tarifas escalonadas, tanto en el metro como en el transporte colectivo de superficie, o que haya integración tarifaria. A fin de llevar una cantidad de pasajeros suficiente para justificar el servicio, las tarifas de metro tienen que ser competitivas, lo que significa normalmente que los costos de capital y una parte de la depreciación no sean financiados por la venta de pasajes, sino mediante subsidios.

Las condiciones señaladas significan que prácticamente la única ciudad de América Latina donde podría ser factible implantar un metro es Bogotá.

En el cuadro 7 se presenta la relación entre ingresos y costos de algunos metros latinoamericanos y de otras regiones del mundo. El Banco Mundial estima los costos totales por pasajero-kilómetro del transporte por autobús urbano entre dos y cinco centavos de dólar, en precios de mediados de los años ochenta. (Armstrong-Wright, 1986, p. 7). Los costos de operación más los de depreciación para los metros en los países en desarrollo tienden a situarse entre 1.6 y 6.4 centavos de dólar por pasajero-kilómetro, siendo relativamente bajos en los casos de sistemas eficientes o con alto aprovechamiento, como los de México o Santiago de Chile, y muy altos en otros casos tales como Porto Alegre o Río de Janeiro (Allport y Thompson, 1990).

El estudio citado anteriormente no aborda de manera específica el caso de una ciudad con una red ferroviaria extensa que haya caído parcialmente en obsolescencia o decadencia. El costo de reequipar una línea de metro, o de modernizar una línea férrea suburbana existente, es mucho menor que el de construir una línea nueva. El costo de modernización del sistema *TRENSURB* en Porto Alegre, incluidas la electrificación y construcción de estaciones, llegó a unos 11 millones de dólares el kilómetro, en valores de 1986. La línea del *TRENSURB* es en parte elevada, pero corre principalmente por la superficie, al igual que el metro de Medellín. La construcción de este último fue presupuestada en unos 26 millones de dólares por kilómetro, a precios de 1984, pero costará alrededor de 50 millones por dólares el kilómetro una vez terminado (Acevedo, *et al.*, 1993, gráficos 4.1 y 4.2).

El costo de una nueva línea de metro de 15 kilómetros de extensión, mayormente subterránea, con 10 estaciones y 25 trenes, ascendería como mínimo a unos 1 000 a 1 500 millones de dólares. La reconstrucción de una línea existente con las mismas características, incluida la renovación completa de la vía, el sistema de señalización y los trenes, con reequipamientos menores en los patios para el estacionamiento de trenes, en las subestaciones y en los talleres, podría tener un costo de aproximadamente 300 millones de dólares.

Cuadro 7

**INDICES FINANCIEROS DE ALGUNOS
SISTEMAS DE METRO, 1983**

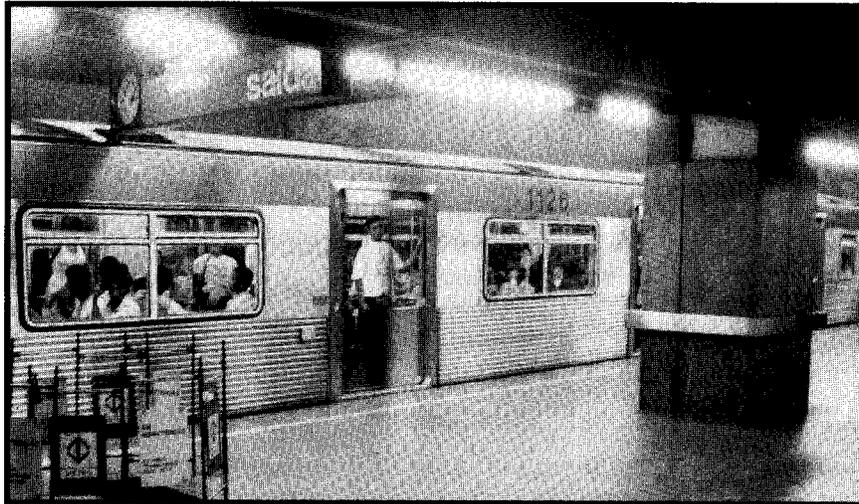
CIUDAD	CAPACIDAD (pasajeros/ sentido/hr)	TARIFA (US\$/5 km)	COSTO TOTAL (US\$/pasajero- km)	RELACION INGRESOS/ COSTOS
Caracas	28 700	0.47	0.33	0.35
Santiago	14 295	0.18	0.14	0.26
São Paulo	58 000	0.07	0.08	0.19
Londres	23 000	0.51	0.26	0.40
Nueva York	68 000	0.90	0.48	0.20

Fuente: Alan Armstrong-Wright, *Urban Transit Systems: Guidelines for Examining Options*, Washington, D.C., World Bank Technical Paper No. 52, 1986.



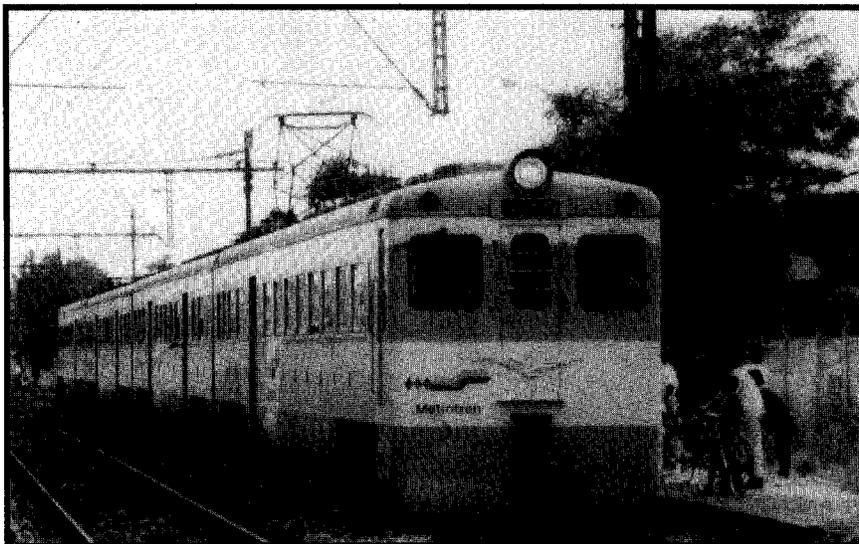
Metros latinoamericanos modernos.

El metro de Caracas, una joya arquitectónica que fue construido al alto costo de alrededor de 150 millones de dólares el kilómetro, cumple un papel casi indispensable en el transporte caraqueño.



Metros latinoamericanos modernos.

Uno de los metros más caros del mundo es la línea Paulista de la red de São Paulo.



Tren suburbano.

En Santiago de Chile, en 1990, el tren suburbano volvió a circular en dirección a ciudades-dormitorio al sur de la capital, después de una ausencia de 12 años.

Si es necesario contar con un corredor que tenga un movimiento de 700 000 pasajeros por día para justificar la construcción de un metro, un flujo mucho menor podría justificar que siga funcionando o se modernice una línea existente. Tomando en cuenta el considerable crecimiento anual de las ciudades de los países en desarrollo, así como los ingresos y tasas de vehículos automotores cada vez más altos en muchas de ellas, parecería conveniente mantener o mejorar sus sistemas ferroviarios.

Entre las ciudades que han levantado líneas férreas o suprimido los trenes suburbanos en líneas de larga distancia, es frecuente escuchar comentarios de políticos, técnicos o del hombre de la calle que favorecen la reposición de los trenes. Considérese el caso de Santiago de Chile, donde la ruta de la tercera línea del metro (conocida como Línea 5) es casi idéntica a la de un ferrocarril suburbano electrificado levantado hace más de 35 años. En esa ciudad se están reponiendo los trenes suburbanos, con destino a ciudades-dormitorio como Rancagua y Melipilla, que habían sido suprimidos entre 15 y 35 años atrás.

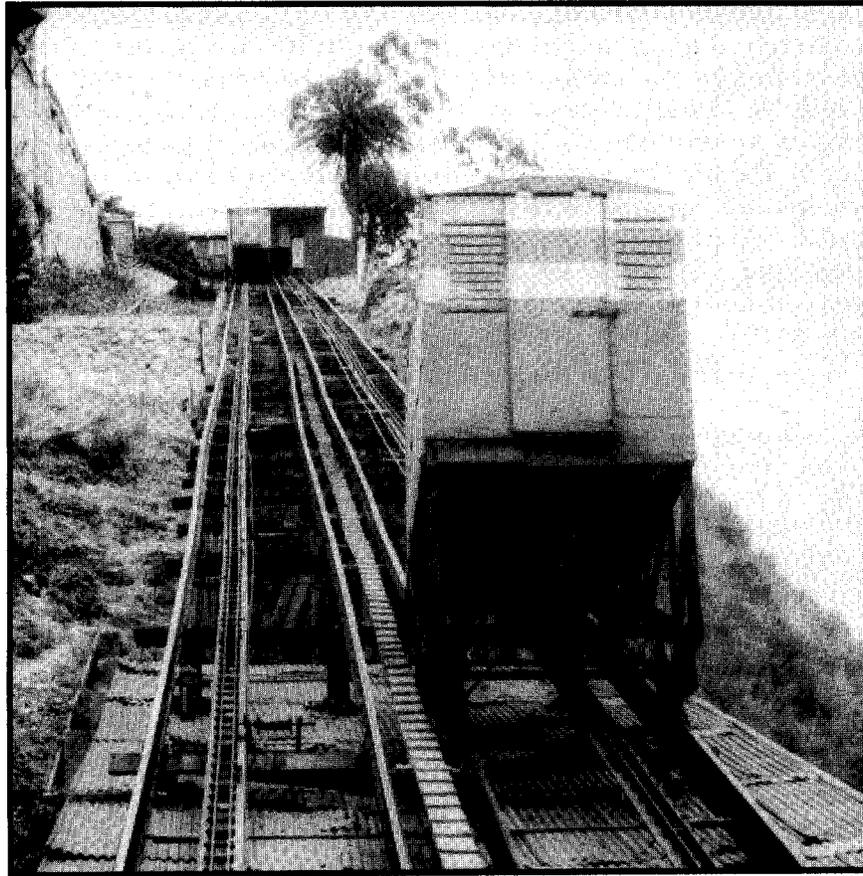
El caso de una ciudad puede ser muy distinto al de otra. Por un lado, en algunas ciudades tales como Quito o Santa Fe de Bogotá, las líneas férreas que ya no son ocupadas por los trenes suburbanos de pasajeros no pasan por corredores de alta densidad demográfica, de manera que la reimplantación de ese tipo de servicio sería de dudosa justificación económica. Por otro lado, en aquellas ciudades de América Latina que ya cuentan con sistemas de trenes suburbanos, distintos argumentos basados en costos, capacidad o desarrollo urbano sugieren la conveniencia de mantenerlos. Cuando estos sistemas se construyeron, muchas veces en una época anterior al uso general del transporte autobusero y a la aparición masiva de automóviles de propiedad particular, su implantación pudo haber sido más fácil de justificar que en años posteriores. Sin embargo, su mera existencia puede poner en marcha cambios en el uso del suelo, tales como la densificación demográfica y comercial alrededor de las estaciones y otros, que generan patrones de demanda que no podrían ser atendidos fácilmente si dejaran de funcionar. Ciudades tales como Buenos Aires, Londres, Nueva York y París habrían crecido de una manera muy diferente si no hubiesen contado con redes de trenes suburbanos; pero ahora que sus formas de crecimiento se han realizado, su funcionamiento eficiente depende de sus trenes.

E. OTROS SISTEMAS APLICABLES EN CASOS ESPECIFICOS

DURANTE LA HISTORIA del transporte colectivo urbano, ha habido situaciones particulares en que las soluciones tecnológicas convencionales no son adecuadas por diversos motivos. Por ejemplo, en unos pocos casos, incluidos Salvador (Brasil) y Valparaíso (Chile), la topografía accidentada incentivó la construcción de funiculares para el transporte público de las personas. Siguen funcionando en Valparaíso unos 10 funiculares, llamados popularmente “ascensores”, algunos de los cuales ya cuentan con más de 100 años de uso. Originalmente fueron impulsados a vapor, mediante máquinas estacionarias; luego, algunos fueron reequipados con motores fijos a gasolina o Diesel. Actualmente, todos emplean motores eléctricos estacionarios. Aunque tienen capacidad muy limitada, en pocas oportunidades se podría decir que se necesitan funiculares de mayor capacidad, pues atienden a unos pocos centenares de pasajeros por hora por sentido en el mejor de los casos. Todavía funcionan bien para el transporte diario de pasajeros y muchos de ellos atraen también a los turistas.

En algunos casos, los teleféricos han sido propuestos para resolver problemas de transporte local. Pueden subir pendientes pronunciadas, pero su capacidad es muy limitada y su resistencia física está siendo cuestionada. Se emplean principalmente para el turismo. Por ejemplo, el teleférico construido en la cumbre de la montaña Aguila, entre Caracas y el mar Caribe, fue instalado pensando en parte en el transporte de pasajeros entre la capital venezolana y el puerto de La Guaira, pero el turismo ha sido su único mercado. Un problema importante que afecta al teleférico venezolano, al igual que sistemas semejantes en otras partes del mundo, es la fragilidad relativa de los mecanismos mecánicos, que lo deja fuera de servicio por reparaciones o mantenimiento durante períodos importantes. Por ello es muy difícil que esta opción tecnológica ofrezca la confiabilidad que necesita un sistema regular de transporte colectivo de pasajeros.

A pesar de los reparos técnicos, un sistema de teleféricos ha sido propuesto para resolver los problemas de transporte entre la ciudad de La Paz y los poblados de El Alto y otros del altiplano boliviano ubicados a unos 500 metros más de altura que la propia ciudad. Sus promotores consideran que una versión con cabinas de capacidad para 24 pasajeros podría transportar unos 6 000 pasajeros por sentido por hora con un intervalo de ocho o diez segundos entre salidas sucesivas. No existe en el mundo un teleférico con capacidad similar. Un sistema con cabina con capacidad para 20 pasajeros, y salidas cada minuto, permitiría transportar hasta 1 200 personas por sentido por hora.

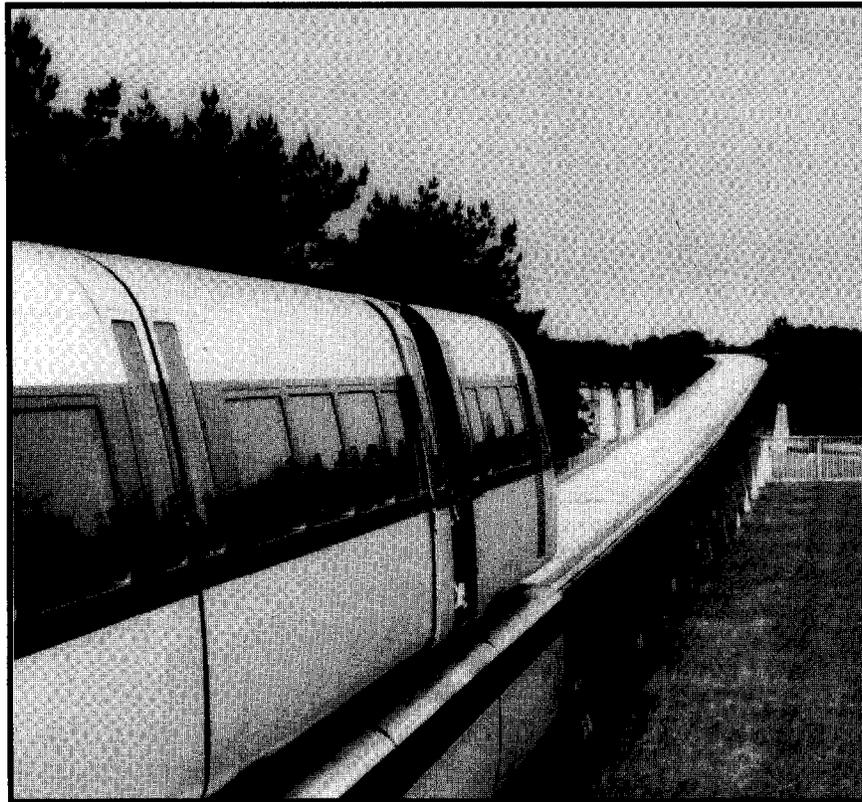


Soluciones a medida para problemas específicos.

Un sistema de transporte público construido en respuesta a una exigencia particular son los funiculares que se conocen en Valparaíso, Chile, como "ascensores".

Otra posible alternativa es el monorriel. En la ciudad alemana de Dortmund, para vincular un campo universitario con otro que está separado del primero por un valle relativamente profundo, se instaló un sistema de monorriel suspendido. Tiene una capacidad mayor que un sistema de teleféricos, pero no sirve para subir pendientes. No es usado para el turismo, sino como servicio social destinado a transportar a los estudiantes universitarios, y presenta un fuerte déficit financiero.

En ciudades construidas alrededor de una bahía, tales como Sydney o Río de Janeiro, el transporte acuático puede tener mucha importancia. En casos particulares, las vías fluviales pueden contribuir a solucionar los problemas de congestión del tránsito, por ejemplo, en Londres, donde a fines del decenio de 1980, un servicio de barcos de alta velocidad fue introducido para ofrecer una opción adicional a las personas que viajaban diariamente entre los suburbios ubicados en la ribera del río Támesis y los distritos comerciales del centro de la ciudad. Sin embargo, al igual que los funiculares, teleféricos y monorrieles, estos sistemas novedosos siempre quedan marginados, en comparación con los medios tradicionales, especialmente el omnipresente ómnibus.



¿Tecnología del futuro?

La levitación magnética ha sido probada para el transporte urbano, por ejemplo, en una línea corta en Birmingham, Reino Unido, pero no ha sido aplicada comercialmente. La imagen muestra una vía de prueba en Alemania, de una variante interurbana.

BIBLIOGRAFIA

- Acevedo, J. y otros (1993), *El Metro de Medellín, una ilusión costada por todos los colombianos*, Santa Fe de Bogotá, Instituto SER de Investigación.
- Allport, R. y J. Thomson (1990), *Study of Mass Rapid Transit in Developing Countries*, Londres, Transport and Road Research Laboratory.
- Amstrong-Wright, Alan (1986), *Urban Transit Systems: Guidelines for Examining Options*, World Bank Technical Paper No. 52, Washington, D.C., Banco Mundial.
- Baddeley, G. (1980), *The Continental Steam Tram*, Londres, The Light Rail Transit Association.
- Barar, Josef (1975), *Estrutura metropolitana e sistema de transportes: Estudo do caso do Rio de Janeiro*, Río de Janeiro, Instituto de Planejamento Econômico e Social.
- Banco Mundial (1986), *Urban Transport*, Washington, D.C.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (1989), *El transporte eléctrico urbano en América Latina: Una breve reseña de su pasado, presente y perspectivas (LC/R.744)*, Santiago de Chile, 17 de marzo.
- (1992), *El efecto de los subsidios, la reglamentación y las diversas formas de propiedad en la calidad y eficacia operativa de los servicios del transporte colectivo urbano en América Latina (LC/L.675)*, Santiago de Chile, 16 de marzo.
- Corrêa Stiel, Waldemar (1984), *História do transporte urbano no Brasil*, Brasília, Empresa Brasileira de Transportes Urbanos (EBTU)/Editora Pini.
- Day, John R. (1973), *The Story of the London Bus*, Londres, London Transport Executive.
- (1977), *London's Trams and Trolleybuses*, Londres, London Transport Executive.
- Garbutt, P. (s/f), *World Metro Systems*, Londres, Capital Transport.
- Graeme Bruce, J. y C.H. Curtis (1973), *The London Motor Bus: Its Origins and Development*, Londres, London Transport Executive.
- Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité (s/f), *Étude de Cas 2: Histoire et Situation du "Subte" de Buenos Aires*, París.

- Instituto del Transporte y Vías de Comunicación (1990), *Subvención, regulación y propiedad del transporte colectivo en la ciudad de La Paz*, La Paz, Universidad Mayor de San Andrés, diciembre.
- Instituto de Investigaciones y Planificación Urbana de Curitiba (1980), *Medidas para economía de combustible: A proposta de Curitiba*, Curitiba, Brasil.
- Morrison, A. (1992), *The Tramways of Chile*, New York, Boude Press.
- Jornal do Brasil* (1990), "Santa Teresa sofre com a falta de transporte", Río de Janeiro, 20 de octubre.
- Scobie, James (1977), *Buenos Aires: Del centro a los barrios, 1870 a 1910*, Buenos Aires, Editora Solar/Hachette.
- Secretaría Municipal dos Transportes (1982), *Integração: Sete anos de transportes*, Porto Alegre, Brasil.
- The Railway Correspondance and Travel Society (1970), *Locomotives of the LNER*, parte 8A, Londres.
- Thomson, I. (1982), "El transporte urbano en América Latina", *Revista de la CEPAL*, N° 17 (E/CEPAL/G.1205), Santiago de Chile, agosto.
- (1991), "The F.C. de La Paz a Guaqui and its Locomotives", *Locomotives International*, Skipton, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, 9ª edición, mayo.
- Vicente, Olga y Patricia Brennan (1990), "La Corporación del Transporte de la Ciudad de Buenos Aires", *Revista Microbús*, Buenos Aires, año 5, N° 15.
- White, H. (1963), *A Regional History of the Railways of Great Britain. Greater London*, Londres, Phoenix House Ltd., vol. 3.