



Título del documento			
Material didáctico			
Nombre del docente			
Servín Arreola Diana Karen			
Fecha de producción		Lugar	
27 de julio del 2023		UTEQ	
Programa educativo (Marque un solo programa con una X):			
	P1. TSU en Administración Área Capital Humano - Intensivo	X	P.6. TSU en Logística Área Cadena de Suministros - Intensivo
	P2. TSU en Administración Área Capital Humano - Flexible		P.7. TSU en Logística Área Cadena de Suministros - Flexible
	P3. TSU en Desarrollo de Negocios Área Servicio Posventa- Intensivo		P.8 Licenciatura en Gestión del Capital Humano - Intensivo
	P4. TSU en Desarrollo de Negocios Área Mercadotecnia - Intensivo		P.9 Licenciatura en Innovación de Negocios y Mercadotecnia - Intensivo
	P5. TSU en Desarrollo de Negocios Área Mercadotecnia - Flexible		P.10 Licenciatura en Diseño y Gestión de Redes Logísticas - Intensivo
Nombre de la asignatura		Unidad Temática	
Transporte		I. Fundamentos de transporte	
Propósito			
Explicar el concepto de transporte y su evolución histórica.			
Referencia (en formato APA): ¹ Islas Rivera Víctor M. y Zaragoza Martha Lelis (2007) ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE. www.imt.mx publicaciones@imt.mx			

¹ Se recomienda consultar: Centro de Escritura Javeriano. (2020). *Normas APA, séptima edición*. Cali, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana. <https://www2.javerianacali.edu.co/centro-escritura/recursos/manual-de-no...>



<p>Licencia Creative Commons: (Conoce más aquí: https://creativecommons.org/licenses/?lang=es)</p>	<p>Pegue aquí la licencia</p>

1 Elementos para un análisis histórico del transporte

1.1 Historia del transporte

En esta sección se presenta una relación cronológica de los eventos más relevantes, a nivel mundial, en el desarrollo de los diferentes tipos de transporte. Se han incluido las fechas aproximadas de los eventos mencionados. El número entre paréntesis indica la referencia precisa de dónde se obtuvo la información (ver bibliografía, al final del capítulo). Debe reconocerse que algún dato de los acontecimientos que se mencionan puede no ser exacto. Asimismo, la siguiente lista no puede sustituir la lectura de diversos textos que, detallada y razonadamente, describen los eventos que aquí sólo se mencionan. Entonces, la intención es dar una panorámica que permita observar la evolución de los transportes a nivel mundial, aunque en ciertos casos no pueda precisarse la fecha exacta de las innovaciones o descubrimientos, o de su uso en algún país determinado.

- 1 Aparición del ser humano. Transporte del ser humano y sus pertenencias, por sí mismo.
- 2 20000 AC Balsas rudimentarias. (9)
- 3 15000 AC Canoas primitivas. Utilización de la fuerza de los ríos. (1)
- 4 8000 AC Parihuelas, trineos y rodillos. (9)
- 5 5000 AC Invención de la rueda en Mesopotamia. (9)
- 6 4000 AC Carro rudimentario con ruedas. (1)
- 7 3000 AC Domesticación de animales. (9)
- 8 2900 AC Veleros egipcios. (3)
- 9 2500 AC Barcos egipcios con cuadradas. (9)
- 10 2000 AC Rueda con canjilones. (1)
- 11 1500 AC Carros arrastrados por caballos y otras bestias de tiro. (9)
- 12 1300 AC Se construyen los puertos fenicios de Tiro y Sidón, los más antiguos en la historia. (9)

- 13 300 AC Se realiza el canal artificial en Egipto por Ptolomeo II. (9)
- 14 300 AC Se construye el puerto de Alejandría, primer puerto artificial. (9)
- 15 250 AC Arquímedes descubre el principio de la flotabilidad. (3)
- 16 Período Grecorromano Construcción de los primeros puertos, caminos y acueductos en Grecia y Roma. (1)
- 17 100 DC En China se empieza a usar el timón central y la brújula. Poco después se usan tres mástiles en las naves. (9)
- 18 150 Los barcos romanos mercantes implantan tres velas. (9)
- 19 300 Aparece la vela triangular en el Océano Indico como perfeccionamiento de la vela cuadrada egipcia. (9)
- 20 860 Barco "Vela Latina" con mayor velocidad de dirección. (1)
- 21 1000 Se introducen la vela y la brújula en la navegación en Europa. (9)
- 22 1000 Barcolongos vikingos con velas cuadradas y remos. (3)
- 23 1000 Modificación de arnés y atalaje para las bestias de carga. (3)
- 24 1100 Aparición probable de herraduras, espuelas y estribos en los caballos. (1)
- 25 1100 Evolución del transporte costero a oceánico debido a la aparición del timón redondo, la brújula y las cartas náuticas. Descubrimiento de las técnicas de navegación en contra del viento. (1)
- 26 1200 Se introduce en Europa la idea de construir varios mástiles en las naves. (9)
- 27 1250 Surgen las primeras carretillas. (1)
- 28 1300 Aparece en el Mediterráneo el "botequin" que se combina con las carabelas de dos y tres mástiles y genera las corbetas que habrían de dominar los mares del mundo durante 400 años. (3)
- 29 1400 Era de descubrimientos marítimos; mejoran los compases magnéticos, escuadras para la latitud y las escandallas. (3)
- 30 1500 Vagonetas con rieles en las minas. (1)
- 31 1500 Aparecen en Europa las naves conocidas como "Carraca" y "Carabela".

- 32 1500 Se instalan suspensiones de madera y los listones de cuero a los carruajes. (9)
- 33 1513 Es hundido un barco a cañonazos en lucha naval. (3)
- 34 1514 Se bota el barco "Great Harry" el más grande del mundo hasta entonces, con un peso de mil toneladas y 700 hombres de tripulación. (18)
- 35 1550 Aparece el galeón en el Mediterráneo.
- 36 1578 W Bourne describe un submarino sin aplicaciones conocidas. (9)
- 37 1588 Inglaterra derrota a España, merced a la mejora de sus embarcaciones. (1)
- 38 1590 Aparición de un libro que describe el transporte de un obelisco egipcio de 300 ton, desde el Vaticano hasta la plaza de San Pedro en Roma. (1)
- 39 1600 Leonardo da Vinci formula proyectos de aparatos de transporte por agua, tierra y aire, especialmente en reflejo de los estudios de los pájaros. (1)
- 40 1600 Construcción francesa del canal Du Midi de 250 km, que comunicó el Atlántico con el Mediterráneo.
- 41 1600 Comienza el servicio de diligencias con carruajes grandes. (9)
- 42 1620 Cornelius van Drebbel, holandés, construye el primer submarino, sin éxito ni repercusión notable.
- 43 1662 Blaise Pascal, circula por París el primer sistema de transporte público de pasajeros. (9)
- 44 1690 El portugués Gusmao logra la primera ascensión en globo y tiene el primer accidente aéreo. (2)
- 45 1700 Creciente construcción de caminos, primero en Francia y después en Inglaterra.
- 46 1700 Aparecen los bergantines europeos, para el cabotaje. (9)
- 47 1747 Francia crea la Escuela de Puentes y Caminos. (1)
- 48 1750 Los barcos de vela adoptaron diversos aparejos y aumentaron la cantidad de mástiles. (9)

- 49 1750 Construcción inglesa de canales para las regiones carboníferas, promovidas algunas de ellas por el duque de Bridge Water y dirigidas por James Brindley, que además dejaron escuela y gran experiencia a los sucesivos ingenieros. (4)
- 50 1765 Cronómetro marino. (1)
- 51 1769 N Cugnot circula por París el primer vehículo de carretera autopulsado.
- 52 1770 Richard Reynolds construyó de Coalbrookdale al río Severn un carril de hierro colado para vagones de las minas, con rieles provistos de pestañas. (4)
- 53 1776 Bushnell diseña el submarino monoplaza "turtle". (9)
- 54 1780 Se consolidan como puertos industriales (del algodón) Bristol, Glasgow y Liverpool. (7)
- 55 1780 Aparece el bergantín-goleta.
- 56 1782 Aerostatos de aire caliente del francés Montgolfier.
- 57 1782 Aerostatos de hidrógeno de J A Charles y M N Robert. (2)
- 58 1783 El marqués Jov Ffroy, construyó el pyroscaphe, primer intento de barco de vapor. (3)
- 59 1783 Primer vuelo humano exitoso, por Rozier y Arlandes. (2)
- 60 1783 Se inventa el globo de gas por los franceses Montgolfier.
- 61 1785 J Blanchard y el doctor J Jeffries hacen el primer vuelo en globo a través del canal de la Mancha.
- 62 1787 John Wilkinson bota la barcaza "trial", de 21 m, primer barco construido de hierro. (3)
- 63 1790 John Metcalf construye caminos en Lancashire y Yorkshire (Inglaterra) cimentándolos, y dándoles forma convexa y zanjadas para el desagüe. (4)
- 64 1790 Se construye el barco de vapor por John Fitch.
- 65 1791 El conde de Sivrac construye el "célérite", primer antecedente de la bicicleta. (9)
- 66 1800 Construcción francesa del canal de Bourgogne de 250 kilómetros de longitud, 189 esclusas, y con un túnel de 3300 m. (1)

- 67 1801 Surrey construye un ferrocarril tirado por caballos (de Wandsworth a Croydon, en Inglaterra). (4)
- 68 1804 Richard Trevithick diseña la primera locomotora. (9)
- 69 1804 Stevens diseña la propulsión por hélice, aplicada hasta 1844. (3)
- 70 1807 El barco a vapor de Fulton, llamado Clermont, recorrió 250 km del río Hudson en 32 h (un tercio del tiempo normal de los veleros). (1)
- 71 1809 George Cayley hizo volar pequeños planeadores de ala fija. (2)
- 72 1813 Se utilizan las primeras locomotoras de vapor que dieron servicio en las minas de carbón del noreste de Inglaterra. (9)
- 73 1813 Primera locomotora de vapor sobre rieles metálicos, sin uso comercial, construida por Hedley. (4)
- 74 1814 Telford reconstruye el camino a Glasgow, en Inglaterra, introduciendo técnicas nuevas, especialmente en la cimentación de caminos. (4)
- 75 1815 Estandarización de los caminos ingleses al tipo macadam, que hacía uso de una superficie de grava o de pedernal apisonado, formando un arco. (4)
- 75 1817 El barón Kart Von Drais creó el caballo mecido: un cuerpo colocado sobre dos ruedas con un manillar para guiarlo. No tenía pedales y era impulsado con los pies en el suelo. También conocido como la draisina, es el antecedente directo de la bicicleta. (1) (18)
- 76 1821 El primer vapor de hierro, el "Aaron Manby" cruza el canal de la Mancha. (1)
- 78 1822 Se construye el motor eléctrico.
- 79 1825 Construcción del canal Erie en EEUU, de 600 km y 82 esclusas. (1)
- 80 1825 George Stephenson pone en servicio el ferrocarril público entre Stockton y Darlington, Inglaterra.
- 81 1825 Construcción de los barcos "Cliper", ligeros y maniobrables. (3)
- 82 1828 Primer servicio de omnibuses en París.
- 83 1829 Stephenson pone en servicio una máquina de ferrocarril adaptada al movimiento de pasaje y carga, entre Manchester y Liverpool. (1)

- 84 1830 Se tiende la primera red de tranvías de caballos en Nueva York. (9)
- 85 1834 Joseph Hansom introduce el carro de alquiler en Europa.
- 86 1838 El barco a vapor Sirius cruza el Océano Atlántico en 15 días, utilizando únicamente el vapor, desvirtuando la tesis que afirmaba que ello era imposible. (3)
- 87 1840 En Inglaterra, la crisis textil coincide con el ascenso del carbón, el hierro y el ferrocarril que llega a 6000 millas de extensión. (6)
- 88 1840 Se inauguran en Londres los autobuses de dos pisos. (9)
- 89 1842 Ocurre la primer catástrofe ferroviaria en el mundo al incendiarse el tren de pasajeros que corría entre París y Versalles. Mueren 200 pasajeros. (19)
- 90 1843 El "Great Britain", es el primer vapor de casco de hierro que cruza el Atlántico. (9)
- 91 1844 Barcos de hélice y casco de hierro. (1)
- 92 1848 Uso del globo aerostático con fines militares y bombardeo aéreo.(2)
- 93 1850 Uso de rodillos pesados en la construcción de caminos, y de alquitrán y asfalto en la composición de las calzadas. (1)
- 94 1852 Primer vuelo de globo con motor, realizado por Giffard en París. (2)
- 95 1855 William Froude es el primero en experimentar con modelos a escala de barcos. (3)
- 96 1858 Mejora de los servicios en el ferrocarril: coches-cama, coches-comedor, frenos de aire. (1)
- 97 1858 I. Kingdom botó el barco de pasajeros "Great Britain", el buque de vapor más grande de todos los tiempos (19000 toneladas de peso bruto). Fue el más espectacular jamás visto hasta entonces, con 207 m de largo y podía trasladar 4000 pasajeros y seis mil toneladas de carga desde Inglaterra hasta la India o Australia sin repostar carbón. (3) (18)
- 98 1859 Construcción del canal de Suez.
- 99 1859 Samuel Van Syckel construye en Pennsylvania el primer ducto para uso industrial a gran distancia (poco más de diez kilómetros), bombeando 80 barriles de petróleo cada hora, abatiendo costos y

- mejorando el servicio y productividad en relación con los arrastres por carretas (ofrecidos tradicionalmente por los “teamsters”). (16)
- 100 1861 Los franceses Pierre y Michaux implementan los pedales giratorios en las bicicletas. (9)
- 101 1863 Se inaugura en Londres el primer servicio urbano de ferrocarril para pasajeros. (9)
- 102 1865 Primeros caminos de concreto en Escocia. (1)
- 103 1867 Motores de combustión interna. Perfeccionamiento de los motores de cuatro tiempos de Otto-Langen. (9)
- 104 1869 Se adapta motor a una bicicleta Michaux generando la primera motocicleta. (9)
- 105 1869 Entra en función el freno de aire para ferrocarril.
- 106 1870 Aparecen los cascos de acero en los barcos.
- 107 1871 La primer bicicleta popular es diseñada por James Starley en Inglaterra. (9)
- 108 1875 Se instrumentan los boggies giratorios que mejoran el servicio del ferrocarril. (9)
- 109 1877 Aparecen los barcos frigoríficos. (3)
- 110 1879 Se construye el primer tren eléctrico. Así, en la Exposición de Berlín, la empresa Siemens transporta pasajeros en un pequeño ferrocarril de vía angosta movido por electricidad. (9) (17)
- 111 1879 Se construye, entre Pennsylvania y Pittsburgh, la primer ruta troncal de ductos, que compite ahora con los ferrocarriles, al enviar diariamente diez mil barriles de petróleo a una distancia de 180 kilómetros, mediante un ducto de 6 pulgadas de diámetro. (16)
- 112 1881 En Lichterfelde, cerca de Berlín, circula un tranvía eléctrico que constituye el primer servicio público en el mundo que es movido por electricidad. (17)
- 113 1883 Aplicación del motor de combustión interna a la locomoción, principalmente en Alemania. (1)
- 114 1883 Primer intento de electrificación de los ferrocarriles experimentales en Irlanda.
- 115 1886 Tsiolkovski diseña un aerostato metálico. (2)

- 116 1886 Daimler diseña el automóvil, accionado por un motor de combustión interna, en Stuttgart y Carl Benz en Manheim, Alemania. (1)
- 117 1886 Es botado el primer buque - tanque alemán Gluckauf. (3)
- 118 1888 John Dunlop inventa los neumáticos.
- 119 1891-1902 Se construye el tren Transiberiano, uniendo Moscú con Vladivostok, y logrando recorrer nueve mil kilómetros en menos de nueve días. (17)
- 120 1891 Herman Ganswindt dibuja en Berlín los primeros esbozos de una nave con cohetes de combustible sólido.
- 121 1893 Aparecen los primeros motores diesel, y la señalización automática en los ferrocarriles.
- 122 1894 Parsons ideó una turbina marítima de vapor. Así, se bota en Inglaterra el barco "Turbinia" el primero en usar turbinas en el mundo, revolucionando la velocidad de los grandes barcos. (3) (18)
- 123 1895 Otto Lilienthal logra avances en la construcción de planeadores. (2)
- 124 1895 Entran en servicio los autobuses de gasolina en EEUU.
- 125 1900 Se construye el dirigible Zeppelin (última máquina voladora menos pesada que el aire), del conde Von Zeppelin que construyó 26 dirigibles y utilizó para uso comercial algunos de ellos. (2)
- 126 1900 Submarino Plunger, diseñado por Hollan para EEUU (3).
- 127 1903 Industrialización del automóvil por Henry Ford.
- 128 1903 Con el primer vuelo autónomo (59 segundos) de los hermanos Wright, nace la aviación moderna. (2)
- 129 1903 El ruso Konstantin Tsiolkovski publica su teoría acerca de los combustibles de los cohetes y sobre la eficiencia de sus motores; y propone usar como propulsante hidrógeno y oxígeno líquidos.
- 130 1904 Construcción del canal de Panamá. (3)
- 131 1905 Davidson e Indian (EEUU) fabrican motocicletas con mandos en los puños. (9)
- 132 1907 El francés Paul Cornu construye el primer helicóptero que logra despegar 1.5 m, aunque sin estabilidad. (9)

- 133 1907 Se equipa el primer buque con turbina de Parsons. (9)
- 134 1910 Comienza en Alemania el primer servicio aéreo regular de pasajeros, usando zepelines.
- 135 1910 Despega desde un barco, por primera vez, el avión biplano Curtiss.
- 136 1911 Curtiss ensaya el primer hidroavión. (2)
- 137 1912 Se instala el arranque eléctrico al automóvil. (9)
- 138 1912 Deperdussin realiza un avión de estructura monocasco con forma aerodinámica.
- 139 1917 Gran desarrollo de la aviación durante la Primera Guerra Mundial.
- 140 1918 Se inaugura el primer servicio regular de correo en Estados Unidos con un viaje diario de ida y vuelta entre Washington y Nueva York.
- 141 1919 Hugo Junkers diseña los primeros monoplanos totalmente metálicos. (2)
- 142 1920 Se generalizan las locomotoras diesel. (9)
- 143 1920 Se producen en Alemania las primeras motocicletas con motor de dos cilindros horizontales opuestos, disposición que ha perdurado hasta el presente.
- 144 1920 Se substituye el carbón por el petróleo en los buques.
- 145 1923 Aparecen los helicópteros y autogiros.
- 146 1923 En su obra "El cohete en el espacio interplanetario", Hermann Oberth establece la mayoría de las teorías básicas del vuelo espacial.
- 147 1924 Goddard lanza por primera vez un cohete de combustible líquido.
- 148 1925 Utilización de enganches automáticos en los FFCC. (9)
- 149 1926 Goddard lanza en Massachusetts el primer cohete.
- 150 1928 En Austria, el barón Gurdo von Piquet propone un sistema de tres estaciones orbitales alrededor de la Tierra.
- 151 1930 Turbina de gas aplicada a la propulsión del avión. (2)
- 152 1930 Se construyen los coches sobre un bastidor rígido que comprendían las ruedas y los demás mecanismos.

- 153 1930 La cámara de combustión Kegel Duse de Oberth, es disparada sobre una base de pruebas usando oxígeno líquido y gasolina.
- 154 1933 Fabricación de aviones modernos Douglas y Boeing.
- 155 1933 Aparece la primera locomotora diesel-eléctrica.
- 156 1934 Grunberg construye el hidroala. (1)
- 157 1934 Corre en Estados Unidos el primer tren de carga arrastrado por una locomotora diesel.
- 158 1934 Citroen produce el Fraction Avant, el primer tren de tamaño medio con tracción delantera y suspensión independiente.
- 159 1934 F Porsche diseña el Volkswagen. (1)
- 160 1935 Un autorrail Bugatti consigue un nuevo récord de velocidad entre París y Estrasburgo, a una velocidad promedio de 130 km/h.
- 161 1937 El Ing. Enrique Focke fabrica en Alemania el primer helicóptero práctico del mundo.
- 162 1940 En América Igor I. Sikorsky fabrica el primer helicóptero funcional.
- 163 1940 Comienzan a utilizarse hidroalas provistas de una sola ala en cada bastidor.
- 164 1940 Radar y retropulsión en la aviación. (2)
- 165 1944 El Tecnológico de California investiga sobre cohetes de gran altura y dispara su "Private A".
- 166 1948 Entra en servicio el Vickers Viscount, primer avión de línea en usar turbohélice.
- 167 1950 Se emplea el arranque eléctrico en la motocicleta.
- 168 1950 Christopher Cockerell ideó una especie de cortina de aire y agua sobre la que deberían elevarse las embarcaciones marítimas pequeñas. Con ello, nacieron los aerodeslizadores anfibios. (3)
- 169 1950 Entra en operación el sistema de contenedores. (3)
- 170 1952 Entra en servicio el primer avión comercial a reacción, el "Comet" de Inglaterra.
- 171 1954 Es botado el "Nautilus", primer submarino atómico. (3)

- 172 1954 Primer avión que despegó y aterrizó verticalmente, el "Convair XF4-1".
- 173 1957 El 4 de octubre comienza la era espacial, cuando la URSS logra poner en órbita el Sputnik 1, el primer satélite artificial de la historia colocado mediante el primer vuelo espacial. (17)
- 174 1958 El 31 de enero, Estados Unidos orbita el "Explorer", su primer satélite artificial.
- 175 1959 Es botado el primer buque mercante nuclear, el "Savannah", que representaba el primer adelanto en el campo de la propulsión de navíos.
- 176 1964 Inicia operaciones el tren japonés Tokaido, al inaugurar la línea Sinkansen para el transporte de pasajeros entre Tokio y Osaka a una velocidad de 210 km/hr, rompiendo récords de velocidad. (9) (18)
- 177 1966 La nave espacial soviética "Luna IX", logra alunizar suavemente por primera vez.
- 178 1968 Se diseña el método de sustentación magnética.
- 179 1968 Primer buque construido por sistemas en Hamburgo. (3)
- 180 1970 Portabarcas del tipo Lash y Seabee. (5)
- 181 1972 Sexto y último descenso Apolo en la luna.
- 182 1972 Hace su vuelo inaugural el Airbus, avión europeo que puede llevar hasta 300 pasajeros en servicios regulares entre París y Londres.
- 183 1973 Se pone en órbita el Skylab la primera estación espacial verdadera.
- 184 1975 Se une un vehículo espacial americano con un soviético, siendo el primer encuentro entre los dos tradicionales rivales del espacio.
- 185 1975 La nave soviética "Venus IX" aterriza suavemente sobre la superficie de Venus.
- 186 1976 Las naves americanas Viking I y II aterrizan suavemente en Marte.
- 187 1976 Entran en servicio los buques-tanque petroleros de medio millón de toneladas de peso muerto. (5)
- 188 1976 Después de más de seis años de pruebas, construcción y certificación de seguridad, el Concorde, primer avión supersónico

- comercial, hace un vuelo inaugural de servicio aéreo de pasajeros entre Heathrow y Bahrein. (18)
- 189 1981 Los EUA sitúan en el espacio la lanzadera o transbordador espacial "Enterprise". (17)
- 190 1981 El tren francés TGV (tren a gran velocidad) establece un récord mundial al alcanzar 380 km/hr. (18)
- 191 1983 El británico Richard Noble, con su vehículo "Trust II" impulsado por un motor de avión de caza, establece el récord mundial de velocidad terrestre de 1,033 km/hr. (19)
- 192 1985 Es lanzado el transbordador Discovery que realiza la primera reparación de un satélite en el espacio. (18)
- 193 1986 Otro transbordador espacial de los EUA, el "Challenger", explota y mueren siete personas. Este fracaso retrasa el programa espacial que se realiza más lentamente. (17)
- 194 1987 Es fabricado en los EUA el coche solar Sunraycer, que recorrió 3,220 kilómetros en Australia en una carrera para promoción. La empresa General Motors invirtió más de un millón de dólares.
- 195 1990 El TGV alcanza 513 km/hr en un tramo del servicio de pasajeros en Francia. (18)

1.2 Breve historia de la ingeniería aplicada al Transporte

Antes de entrar en tema, cabe aclarar que el objetivo de esta sección es describir, en forma general, el desarrollo histórico de las técnicas encaminadas a resolver los problemas específicos del transporte, sin hacer énfasis en fechas o sucesos (los cuales han sido ya descritos en la sección anterior). Ambos temas están directamente relacionados puesto que la innovación tecnológica en el transporte motiva y obliga a mejorar la forma en que se usan tales tecnologías, y recíprocamente. Sin embargo, se da el caso de transportes que se han desarrollado de manera prácticamente aislada y casi autónoma y no por mejoras en su utilización (caso común de crecimiento sin planificación). Por otro lado, se da el caso del desarrollo de ideas, conocimientos y técnicas que no son aplicables en su momento y tienen que esperar el desarrollo de los transportes y del sistema económico en general para poder ser aplicados.

A continuación se hace una descripción de las etapas más importantes (y algunos de los factores condicionantes) en la aplicación de la Ingeniería al transporte, para finalizar el capítulo con unas breves notas sobre diversas disciplinas directamente relacionadas con el transporte.

ETAPA PRIMITIVA En esta época el ser humano hace utilización de sí mismo como modo de transporte, sin más vías que las que le proporciona la naturaleza y sin más ayuda que sus piernas, brazos e imaginación, teniendo como único objetivo el moverse y acarrear aquello que le fuera necesario para su supervivencia. Es así como nacen los primeros problemas de transporte y las respectivas soluciones: el ser humano ideó formas más seguras y fáciles para llevar sus pertenencias, de proteger sus pies y formó veredas. En éste momento, debido al asentamiento en lugares fijos y la creación de comunidades, los problemas de abastecimiento de alimentos y de comunicación con otras comunidades, motivan que el ser humano domestique animales y los utilice como tracción o como modos de transporte. También, en esta época el ser humano elabora las primeras embarcaciones (balsas) para aprovechar la fuerza de los ríos o de los vientos para desplazarse.

Los dos anteriores ejemplos son característicos de un fenómeno importante: *la utilización de las fuerzas de la naturaleza para transportarse*. Tiempo después, con el hallazgo de la rueda se amplía el horizonte, ya que ahora es posible mover un mayor volumen, con mayor facilidad a mayores distancias; sin embargo, esto planteó el problema básico de la transportación, en una forma más clara: ¿Qué características debería tener el vehículo y qué clase de vía seleccionar (terrestre, acuática o aérea)?

ETAPA FEUDAL No puede darse una fecha precisa del surgimiento de esta etapa. La mejor característica que se puede considerar para ubicar a las innovaciones del transporte en esa época es que el desarrollo de los pueblos era relativamente grande, es decir, se trata ya de civilizaciones y no de grupos relativamente primitivos. La solución que cada civilización dio al problema planteado fue dada de acuerdo con su nivel de desarrollo cultural. Así, mientras los egipcios construyeron únicamente plataformas de madera con troncos deslizantes y caminos rudimentarios, los romanos construyeron, aunque tiempo después, caminos con alto grado de previsión y diseño utilizando carretas tiradas por caballos. También y simultáneamente surgieron técnicas de navegación y construcción de vías acuáticas (por ejemplo, en la Gran Tenochtitlan), basadas en la acumulación de experiencias transmitidas de padres a hijos.

Posteriormente, y con la aparición de los grandes imperios, viene un gran auge de los modos de transporte. Con ello, se motiva el crecimiento, tanto en la cantidad como en la calidad de los transportes (ya que a las potencias les aseguraba la hegemonía mundial). Esto dio lugar a la creación de las técnicas para la construcción de vehículos, caminos, naves, etc. Por ejemplo, a la conquista de un nuevo territorio seguía la construcción de una red caminera o de puertos necesarios; además, en esta época se realizan grandes viajes transoceánicos y se

establecen rutas comerciales. Asimismo, se desarrollan mejores sistemas de operación de los transportes.

Naturalmente son las carreteras y los caminos, en la tierra, y los grandes barcos y galeones, en el mar, los que tienen un predominio absoluto y, consecuentemente, toda la atención de los técnicos y personal relacionado con el transporte. Destacan en este tiempo el príncipe de Portugal, Enrique "el Navegante", ser humano erudito y científico, que reunió en torno suyo a sabios cristianos, judíos y árabes que realizaron mapas mejores. Además, portugueses, españoles, holandeses e ingleses se dieron a la tarea de descubrir rutas marítimas comerciales y a la construcción de mejores barcos como los clippers, que contaban con grandes velas y afiladas proas, con lo cual dominaron los mares durante algunos años hasta el advenimiento del barco de vapor.

ETAPA INDUSTRIAL Es en esta etapa en donde puede decirse que están las fuerzas que, por primera vez, aceleran la aplicación sistemática de la Ingeniería al transporte, ya que se hace evidente la necesidad de mover grandes volúmenes de productos y materia prima, como consecuencia del auge industrial alcanzado. Todo esto plantea problemas que motivaron el desarrollo de un nuevo modo de transporte: el ferrocarril, que resultó como consecuencia de uno de los descubrimientos básicos de esta época: la máquina de vapor, elemento que unido a un apropiado sistema de transmisión y rodamiento, generó la locomotora de vapor, siendo ésta el primer tipo de ferrocarril que existió.

La aparición del ferrocarril, llega a solucionar el problema del volumen y la velocidad de transportación terrestre, pero origina otros: "para poner en funcionamiento el ferrocarril se requería de una infraestructura especial, de declives menos inclinados, y de curvas no pronunciadas. No era posible colocarlo fácilmente sobre un camino carretero existente, y por lo tanto, era necesario romper con los modelos de ubicación del anterior circuito de caminos". Como se deduce de lo anterior, es en ese momento en que empieza a ser necesario combinar conocimientos y técnicas para la ubicación, diseño y construcción de vías, terminales y carros adecuados. En 1839, Mr Sequen, en Francia, escribe el primer tratado al respecto, denominado "Arte de Trazar y Construir Caminos de Hierro".

También con el ferrocarril se hace mas evidente el efecto que el transporte tiene en la economía de una nación. Esto, por una parte, da lugar a que se realicen estudios con mayor profundidad, y por otra, a la aplicación de recursos en mayor escala destinados a favorecer el desarrollo de los sistemas o redes ferroviarias en el sistema terrestre (por ejemplo, en los EEUU), y a una mejor organización y explotación de las flotas marítimas, que también habían recibido los beneficios de la máquina de vapor.

Probablemente, es en esta época (básicamente en el siglo XVIII) donde la construcción de buenos caminos tiene sus orígenes, ya que se realizan numerosos estudios para mejorar la calidad de los mismos. Como ejemplo están

los procedimientos de construcción de los ingenieros Macadam, Gautier y los experimentos de superficies impermeables de Sassenay y Malo de Coutine, etc., que unidos con la invención del cemento portland y el advenimiento de la maquinaria de vapor sentaron las bases para la construcción moderna de caminos.

También ya se empieza a incubar el transporte aéreo, ya que se experimenta con vuelos a imitación de pájaros (aunque la mayoría de estos experimentos terminaron trágicamente) y en globo. El más afortunado y científico fue Lilienthal que diseñó los primeros planeadores y dio origen a la aerodinámica.

ETAPA MODERNA Esta nace propiamente a finales del siglo XIX con un nuevo modo de transporte, característico de la era moderna: el automóvil, que es el resultado de múltiples experimentos con la máquina de vapor adaptada a las carreteras. Sin embargo, es hasta que se le adapta el motor de combustión interna y se diseñan los neumáticos que empieza su desarrollo. En 1886 en Alemania, Daimler fabricó el primer automóvil basado en los cuatro tiempos del motor de combustión interna y, en Francia, Michelin introdujo los neumáticos en las ruedas, que a manera de almohadas absorbían obstáculos y desniveles del camino. De esta manera, empieza a competir con el ferrocarril y a desplazarlo paulatinamente, haciendo que poco a poco los caminos recuperen el predominio que gozaron, antes de la aparición del ferrocarril.

Por otra parte, la aparición del automóvil y sus derivados (autobuses de carga y pasajeros) y el uso extensivo que de él hace el ser humano, sobre todo en el medio urbano, condiciona el auge de la industria más poderosa y mejor organizada de la primera mitad del siglo: la fabricación de automóviles. Esta industria perfecciona o crea las tecnologías necesarias para asegurar el dominio de los mercados de venta. Además, es la que conjuntamente con la industria petrolera presionó para que se diera preferencia a la manufactura, perfeccionamiento e investigación de los vehículos de combustión interna, dejando a un lado lo relacionado con los vehículos eléctricos. Esta era del automóvil se ha caracterizado porque, además de otros inconvenientes del uso indiscriminado del automóvil (que requiere una gran cantidad de capital invertido en infraestructura y operación) se presentan un gran cúmulo de problemas, que hacen necesario estudios más profundos, como son: el congestionamiento de tránsito en carreteras y ciudades, el diseño adecuado de nuevas características operativas, una gran cantidad de accidentes, la contaminación ambiental, etcétera, que distraen recursos de investigación necesarios para otros modos de transporte (lo que explica su estancamiento relativo).

Quizá la única excepción a lo anterior lo constituye el transporte aéreo. En efecto, en 1919 nace propiamente el modo de transporte que ha requerido del mayor grado de tecnología y sistematización: el avión. Resultado del esfuerzo de muchos pilotos temerarios, y de no menos audaces diseñadores, se hace posible

un sueño del ser humano: la conquista del aire. Como es bien conocido, el primer vuelo controlado con un aparato más pesado que el aire tuvo lugar en EEUU en 1903, y lo efectuaron los hermanos Wright. Sin embargo, el transporte aéreo debió enfrentar muchos problemas técnicos como son: el diseño geométrico y mecánico de sus componentes estructurales, propulsores, direccionales, etc., la construcción de pistas y terminales adecuados a sus necesidades, la reglamentación de su operación, etc. Muchos de sus problemas fueron resueltos debido sobre todo, al acontecimiento más notable del siglo: las guerras mundiales. En éstas, se desarrollan gran cantidad de técnicas que benefician en gran escala a todos los modos de transporte, y particularmente al avión. Se le incorporan motores más poderosos, que lo hacen alcanzar velocidades de hasta 200 km/hr en la Primera Guerra Mundial y de 400 km/hr en la Segunda Guerra Mundial. Hay que señalar que la aviación comercial nace precisamente al término de esta última guerra, utilizando ya material aeronáutico. Un ejemplo de esto lo son las fábricas Douglas y Boeing. En 1907 se realizó, en Francia, el primer vuelo de un helicóptero tripulado. A pesar de que en el año 1500 Leonardo da Vinci tenía la idea de la hélice horizontal, puede decirse que el vuelo vertical característico de los helicópteros nace hasta 1940 cuando Igor Sikorski diseña sus helicópteros sin alas y con paletas montadas en un eje vertical. A partir de la culminación de la Segunda Guerra Mundial y hasta nuestros días, el desarrollo de todos los modos de transporte es acelerado y constante, además de que han surgido otros modos de transporte como son: los transportes por ductos, por bandas, por cables, por canales artificiales y esclusas, etc.

Cabe mencionar que un papel preponderante en el desarrollo y creación de nuevas técnicas, lo tienen asignado las empresas explotadoras o prestadoras de servicios de transportación, así como las dedicadas a la construcción y diseño de vehículos e infraestructura. También ha sido necesaria la intervención del Estado en la regulación y legislación del servicio, así como el apoyo prestado (mediante infraestructura y planificación), no solo a las compañías explotadoras, sino también a los usuarios. La crisis de energéticos derivados del petróleo de 1973 (aunque ya algunas décadas atrás se había previsto) hizo recordar que es un recurso natural no renovable que pronto puede agotarse. Evidentemente, ello no implica la desaparición del vehículo o los transportes terrestres, sino el cambio en el sistema de propulsión. Tal es el caso de los motores eléctricos, principalmente, y en menor grado motores nucleares y de otras fuentes de energía.

Muchos avances logrados en los diferentes modos de transporte fueron posibles sobre todo por el desarrollo de diversas disciplinas entre las que se encuentran:

- La Ingeniería Civil (especialmente la relacionada con los sistemas de transporte), que ha proporcionado elementos necesarios para la creación de infraestructura (vías, caminos, puentes, edificios, etc.).
- La Ingeniería Mecánica y Eléctrica, que realiza innovaciones constantes en la maquinaria y equipo de los modos de transporte.

- La Ingeniería de Tránsito, encargada de resolver, principalmente, los problemas de circulación de los automóviles, mediante diversos estudios de diseño funcional de la vialidad, análisis de capacidad, diseño geométrico, etc., aunque muchos de sus principios son aplicables a la mayoría de los modos de transporte restantes.
- La Ingeniería de Sistemas, que ha contribuido al desarrollo de técnicas de planificación, diseño y explotación de los sistemas de transporte, para hacerlos más eficientes y eficaces, al optimizarse los recursos disponibles. Esta disciplina, además, ha hecho posible la integración de los modos de transporte, mediante su interacción ordenada (transportación intermodal y multimodal), lo cual evita competencias inútiles y un mejor aprovechamiento de las características de cada uno de ellos.
- El alto grado de desarrollo de las ciencias matemáticas relacionadas con la aplicación en la administración y ciencias sociales (por ejemplo, la Investigación de Operaciones, la Probabilidad y Estadística aplicada, los modelos de simulación para el transporte, etc.), constituyen una gran herramienta para el análisis de los problemas y la toma de decisiones.
- La economía y algunas de sus derivaciones (Micro-economía, Economía de la Ingeniería, Economía de la Transportación, Macroeconomía, etc.), que permiten hacer un uso más racional de los recursos destinados al transporte, así como para evaluar la efectividad y alcances de los sistemas de transporte con que cuenta una región o país.
- Existen, además, muchos estudios de disciplinas como la Sociología, la Psicología, el Urbanismo, el Derecho, la Ecología, etc. que han proporcionado las bases para "humanizar" y proteger al ser humano de las consecuencias que el desarrollo de los transportes le ocasiona en su vida diaria y en su actividad social.