

La controversia técnica en la segunda mitad del siglo XIX en Colombia: Los ferrocarriles y el ancho de la trocha

Carlos A. Mejía S.
Centro de Estudios Sociales (CES)
*Universidad Nacional de Colombia**

Poder en el Saber-Hacer

Un acontecimiento que despertó mayor interés de nuestra sociedad, tanto por el progreso material, como por el proceso del aprendizaje de la técnica, en pequeños grupos sociales, facilitando la renovación o reemplazo de antiguas técnicas—legado colonial poco eficaz en la transformación del entorno físico—consistió en el suscitarse, con encono, y rodeadas de diversos intereses, las primeras polémicas técnicas en el país del siglo XIX. Tales sucesos ocurrieron en varios campos pero especialmente alrededor de la construcción de los ferrocarriles, principalmente respecto de la trocha angosta a emplearse, la necesidad de túneles o ferrocarriles de cremallera, los atajachispas, y los sistemas de pesos y medidas.

Los actores

El desarrollo de una controversia supone un enfrentamiento entre individuos o grupos sociales que poseen similar cualificación, sintetizada en un arsenal de argumentos que se esgrimirán, frente a un público interesado. Los grupos sociales dedicados al quehacer ferroviario en Colombia, se enfrentaron por diversos motivos, ocupando lugar relevante la tecnología que debía usarse para construir ferrocarriles.

* Ponencia presentada en el IV Congreso Latinoamericano de Historia de las Ciencias y la Tecnología. Cali, enero 24-27 de 1995.

Esas discusiones tienen el sello de la innovación—no en sentido económico—pues se producen por primera vez en el país, involucrando a élites conformadas por ingenieros que poseen un saber técnico especializado para la construcción de ferrovías, acumulado en el curso de estudios especiales en instituciones del país o del extranjero, o en el trabajo práctico.

La forma que toma la polémica rebasa el campo académico o técnico, e incluye elementos como status, prestigio, categoría, o lucha por el poder, expresado en el acceso a recursos, posiciones o artefactos técnicos que faciliten acercarse a él; así, la discusión técnica pública, involucrará tensiones sociales latentes o manifiestas en conflictos de alguna intensidad.

La hipótesis que explica la controversia, podría formularse en el sentido de que está cristalizando un proceso de diferenciación de una profesión estratégica en el país, y ese proceso pasa por los ferrocarriles, lo que significa, que la eficacia técnica de los que disputan por un lugar en el universo local de la ingeniería y las obras públicas, va a ser medida por su destreza en construir ferrocarriles antes que otras obras.

El ancho de la trocha

Con la invención del ferrocarril, los ingenieros ferroviarios afrontaron el problema técnico de fijar una medida óptima de distancia entre rieles, para garantizar mayor velocidad, capacidad de carga y seguridad en la movilización de trenes, lo que originó controversia a nivel mundial. Inglaterra, cuna del ferrocarril, no logra acordar a sus ingenieros, así, Isambard. K. Brunel, el más importante ingeniero británico (Headrick, D. 1989. p. 125) construirá líneas de 2,139 metros, mientras Stephenson entre Stockton-Darlington, en 1824 usará una paralela de 1,435 metros, siendo éste el ancho tradicional usado entre las ruedas de las vagonetas de las minas de carbón. El éxito crea precedentes y siendo el ferrocarril hijo de la mina de carbón, el ancho entre rieles adoptado oficialmente en esa nación en 1846 fue de 1,435 metros, luego de discusiones intensas en las Cámaras legislativas inglesas.

Robert Fairlie experimentó con éxito la vía angosta en 1869 en el país de Gales, entre Festiniog y Porth Madoc, y el Coronel Greenwood en 1871 aplicó la vía de una yarda en Colorado, entre Denver y Río Grande, debiéndoseles, el nacimiento y desarrollo de la paralela estrecha.

Esa innovación incremental, llevó a Abelardo Ramos, miembro fundador de la SCI a una afirmación clave que resume la esencia del problema: **“ha puesto la construcción de los ferrocarriles al alcance de las nacionalidades más pobres”** (AI. No. 19, feb. 1, 1889, p.205).

El tema era tan importante, que en Estados Unidos, el presidente Lincoln, dirimió la polémica, al decidir que se usara la medida de Stephenson en el *Union Pacific*, inaugurado entre Nueva York y San Francisco en 1885. (Derry, Williams.

1984: p. 551, 552. Vol. 2). Así, empresarios innovadores como Stephenson, al obtener éxito, establecen normas, no siempre óptimas, a partir de las cuales se genera un patrón de imitación que se difunde y al cual se acogen los fabricantes del ramo, evitando complicaciones derivadas de la ausencia de normas unificadas y piezas estandar.

En adelante, este será el ancho de trocha standard en el mundo, mientras, en Colombia se produce un debate sobre el tema en 1881, reflejo de la polémica global; cabe preguntarse por las razones de no adopción de esa norma, cuestión no respondida cabalmente, promoviéndose la idea errada de que esta es una causa del fracaso de nuestros ferrocarriles.

Selección y adaptación de tecnología

Entre 1872 y 1873, una comisión de ingenieros ingleses dirigidos por William Ridley, acompañada del grupo que años después fundaría la Sociedad Colombiana de Ingenieros, Manuel Ponce de León, Manuel H. Peña, Abelardo Ramos, Enrique Morales y Juan Nepomuceno González Vasquez, quien la dirigía, recomendó para el trazado del FF.CC. del Norte, un ancho de trocha de 1 metro, que fue adoptado por los FF.CC. de Cúcuta, La Sabana, Norte y Santander por los ingenieros que realizaron su construcción, y cuyo centro de referencia estaba en Bogotá (AI. No. 9 Abril, 1888 p. 322, No. 46, mayo de 1891, p. 292).

En este proceso de selección influye, la tecnología desarrollada para ciertas líneas inglesas promovidas aquí por Ridley; igual trocha servirá en varias vías hindúes (Headrick, D. 1989. p.163). Pero, aún en 1878 no se ha resuelto cuál es la entrevía óptima, ni la que definitivamente se difundirá, a pesar de estar generalizándose la trocha de 1,435 metros.

Cisneros y la controversia

La figura clave de la polémica fue Francisco Javier Cisneros, ingeniero civil cubano-norteamericano, egresado de la Universidad de la Habana, con estudios en el Instituto Politécnico Troy de Nueva York, quien estuvo vinculado a los ferrocarriles de Cuba y el Perú, y fue miembro destacado de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles y de la Sociaedad de Ingeniería Práctica de Nueva York, en donde leyó en diversas épocas, memorias de profundo contenido técnico y económico como la "Memoria sobre la Construcción de un Ferrocarril de Puerto Berrío a Barbosa en el Estado de Antioquia", "Ferro Carriles de Vía Estrecha".

Tendería a pensarse que la experiencia fundamental de Cisneros en el exitoso aprendizaje de su profesión de empresario y constructor de ferrocarriles fué adquirida en los Estados Unidos, lo que no resulta exacto, pues tuvo mayor relación con los ingenieros ingleses que trabajaban en ese campo en Cuba. Luego de 1857 trabajó para la Compañía Británica *The Eastern Cuba Railway*, que

construía un ferrocarril en Pinar del Río al oeste de la isla; y como jefe de ingenieros para *The Eastern Railroad Company* en 1858 en Santa Clara; hacia 1862 era jefe de la *Caibarien Railroad Company*, del centro de Cuba (Horna, H. 1970. pp. 10,11).

Fue luego Administrador de la Línea del Oeste entre Pinar del Río y la Habana, de 177 Kms, en la cual adquirió la experiencia básica en administración moderna de FF.CC. En el Perú trabajó con la figura de esos ferrocarriles, el norteamericano Henry Meiggs a quien se debe entre otros la vía Cuzco-Juliaca (Ibid. p.12,86).

Para contribuir al debate en Antioquia en defensa de los ferrocarriles de cremallera, del que era partidario desde 1872 (Cisneros, FJ. 1872. p. 13) escribió entre otros, un folleto que publicó en Londres el 22 de Octubre de 1892, titulado: "Ferrocarril de Antioquia".

Estos son apenas brevísimos elementos para una biografía más completa del ciudadano que nacido en Santiago de Cuba, miembro de una de las más influyentes familias, tempranamente se vinculó a la lucha de Cuba por su independencia de España, siendo uno de los promotores de la Revolución de 1868, organizó varias expediciones guerreras a la isla entre 1868 y 1874, entre ellas una de vallecaucanos. Abandonó su posición de mando por diferencias en su Estado Mayor, dedicándose posteriormente a construir ferrocarriles en su país, del que tuvo que huir. Murió en Nueva York a los 62 años en 1898. Parte de estos datos son tomados de la nota necrológica publicada por *The Evening Telegram* de Nueva York, el 9 de Julio de 1898.

Con motivo de la muerte de Cisneros, en una nota necrológica, Marco Fidel Suárez escribe que:

"Aunque extranjero, se portó siempre como hijo adoptivo de Colombia, y jamás mostró al país la intención de convertir súfítulo de ciudadano de los Estados Unidos en amenaza y apoyo de injustas reclamaciones y querellas "... Nuestro país debe guardar el recuerdo de D. FRANCISCO J. Cisneros con respeto y gratitud, y contarle entre los extranjeros que han hecho bien a Colombia". (Suárez, Marco Fidel. Corona Fúnebre, D Francisco J. Cisneros. pp. 27-29).

Arriba expresamos que luego de 1874, estuvo vinculado como empresario e ingeniero de prestigio reconocido a los ferrocarriles de Antioquia, Dorada, Girardot, Cauca, Barranquilla, y el tranvía de Barranquilla; construyó los primeros muelles modernos del siglo XIX en Buenaventura y Puerto Colombia, mejoró la navegación del Alto Magdalena, se encargó del transporte de correos desde el Atlántico al interior, se ocupó de la limpieza del Canal del Dique, fundó el periódico *La Industria* para defender sus obras y difundir conocimientos tecnológicos, fue agente oficial del Departamento de Antioquia ante diversas firmas financieras y de ingenieros de Londres y Nueva York.

Conformó la Compañía Unida de la Navegación por el Magdalena, luego la Francisco Javier Cisneros, impulsando después la fusión de otras dos empresas de navegación fluvial, la Alemana y la Internacional en la importante Compañía Colombiana de Transportes, que en 1886 contaba con 13 vapores (Posada, Carbó, E. 1989. p. 9).

En temprana aplicación de la ciencia a la técnica de construir vía férrea, y en experimento sin claro precedente en el país, Cisneros llevó de Antioquia al Arsenal de Washington, una muestra de las siguientes 14 maderas de esa región: tananeo, huesito, cedro, algarrobito, canime, granadillo, bálsamo copey, naranjo, guayacán colorado, lauren peña, zapán, algarrobito rojo, guayacán hobo y tamarindo.

El Arsenal emitió un concepto el 28 de Diciembre de 1878, respecto de las características de cada una de éstas maderas, en cuanto a gravedad específica, y coeficientes de elasticidad, resistencia transversal y resistencia longitudinal. El reporte de este experimento, junto con las muestras y con destino al Museo de la Sociedad, fue enviado por el ingeniero Rafael Alvarez Salas, desde Pavas en Antioquia en 1894 (AI. No. 85-86, pp. 8, 9. sept./oct. de 1895).

Cisneros leyó en una sesión de la Sociedad de Ingenieros Prácticos de Nueva York una memoria en favor de la trocha angosta y en contra de los argumentos de los ingenieros norteamericanos Seymour y Evans, defensores de la vía standar. En ella destacó sus ventajas en cuanto a economía en la construcción, aumento proporcional de la potencia de las locomotoras, disminución del peso muerto de los trenes, menor deterioro de material rodante y fijo por el menor peso de los trenes, economía en combustibles, operarios y reparaciones, rieles más livianos y económicos, además de estar difundiendo rápidamente en Estados Unidos, Australia, India y Noruega. (Cisneros, F.J. 1872. pp. 3, 4, 5, 17, 83, 134).

En la Memoria recalca que las repúblicas de Perú, Chile, Nueva Granada, Ecuador, Nicaragua, Costa Rica, etc. debían fijar mucho la atención a los excelentes resultados obtenidos por el Ferrocarril de Festiniog, insistiendo en que según un artículo de un Diccionario de la Mecánica de entonces en el mundo, la vía angosta **“se llevaba la palma”** (Cisneros, F.J. 1872, p. 3 a 5, Apéndice J, p. 134). En Colombia fue reproducida por los periódicos *La Luz*, en sus números 55 a 58 entre 1881 y 1882 y *La Industria* en 1883 (*La Industria*, Año I., marzo 22 de 1883, No. 6. p. 49, 50).

A estos artículos responden los ingenieros del círculo bogotano, Manuel Ponce de León, Andrés Arroyo, Enrique Morales y Francisco Mariño, afirmando que los conceptos de Cisneros adolecen de dogmatismo y tono magistral, atacando luego con argumentos de la *Revista Railroad Gazette* de Nueva York y de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles, que llaman embaucadores a quienes en el mundo han construido 4.000 millas de vía angosta (Ibid).

Luego destacan que ni ahora ni nunca, los ingenieros nacionales han dicho que en Colombia deban hacerse ferrocarriles de vía ancha pues saben

perfectamente que a medida que aumenta la separación de los rieles, aumenta la carga que puede arrastrar un ferrocarril y la velocidad que puede tomar, pero que también aumentan los gastos de construcción y el límite de los radios de curvatura y disminuye el límite de las pendientes; que lo contrario tiene lugar para la vía angosta y que por consiguiente:

“dados el estado incipiente de nuestro comercio, y nuestra escasez de recursos, lo que conviene, no es construir ferrocarriles de mucha velocidad y gran fuerza de tracción, sino ferrocarriles baratos que se adapten a la sinuosa configuración de nuestro suelo” .

Continúan diciendo que entre la vía angosta de 3 pies que se ha llevado la palma en los Estados Unidos y la vía angosta de un metro, que se la ha llevado en Francia prefieren la segunda, en razón de haberse construido ya algunas líneas de un metro, en el país, susceptibles de ensamblarse con las que se construyan en el futuro (El Conservador, No. 10, julio 25 de 1881).

Declaran finalmente, que aunque partidarios de la paralela de 1 metro,

“no es materia de discusión, cual es la distancia precisa entre los rieles de un ferrocarril, que haya dado origen a la designación de vía ancha o angosta, porque ese punto carece absolutamente de interés para ellos” (Ibid).

Esta afirmación, soberbia y débilmente argumentada, constituye un error de los ingenieros citados, pues al afirmar que el punto carecía de interés para ellos, eludían contribuir al acuerdo sobre un aspecto técnico central, derivándose infinidad de inconvenientes técnicos que iban desde el encargo a diversas casas fabricantes de los dos continentes de materiales de distintas dimensiones según el ancho de trocha de la vía de que se tratara: esto es, rieles de diferente peso y tamaño, traviesas, eclisas, clavos, tornillos, material rodante, locomotoras, etc., en una anarquía que afectaba a pasajeros y carga, forzados a trasbordos onerosos e incómodos, elevándose los costes individuales y de operación de líneas.

Pero no sólo ellos contribuyeron al desorden, pues respecto del diseño de las locomotoras, primó un “individualismo desenfrenado e irracional” de los fabricantes que llevó a algunos a diseñar máquinas y material rodante para 24 anchos de trocha (Rosenberg, 1979, p. 178). *Baldwin Locomotive Works*, comenzó a fabricar las primeras locomotoras sencillas para trocha angosta en 1868, para *Averill Coal and Oil Company* de West Virginia, luego para *Uniao Valenciana Railwais* de Brasil en 1869 y para la línea de Denver y Río Grande en Colorado en 1871 (*History of the Baldwin Locomotive Works. 1831-1923*. pp. 67, 68, 69).

Posteriormente, adaptó las tipo *Consolidation* que fabricaba desde 1866 para vía standar a trocha angosta en 1873, lo que permite pensar que la trocha angosta junto con las locomotoras y el material rodante de este tipo, conforman una

innovación incremental que contribuye ampliamente al desarrollo del transporte férreo en grandes pendientes y curvas estrechas, de lo cual dio prueba la locomotora "Alamosa" del FC. Denver-Río Grande (Ibid. pp. 67, 68, 69).

La intensidad de la polémica involucró a cuatro periódicos de la capital, interesados en ser beneficiarios, opositores o instrumentos del progreso de la época; los que en distintos números incluían réplicas y contrarréplicas, como *El Conservador*, No. 225, *El Relator*, No. 184 y 203, *La Luz* y *La Industria*. Mientras, los contendientes se nutren de las publicaciones internacionales, que aún hoy reflejan el estado del arte de la tecnología ferroviaria, como el *Railroad Gazette*, *The Engineer* y *The Engineering* (Ibid).

La consecuencia fue que sin autoridad capaz de fijar normas técnicas de cobertura nacional, se construyeron líneas férreas de distinta entevía así: Bolívar, influencia de ingenieros ingleses y alemanes, 1,067 metros; Cúcuta, Sabana y Norte construidas por ingenieros nacionales, 1 metro; Antioquia, La Dorada, Cauca y Girardot debidas a Cisneros, 0,915 metros, más conocida como de una yarda, y Panamá por norteamericanos, standar de 1.435 metros.

En síntesis, antes de la separación de Panamá en 1903, y con una muy modesta constelación de tramos ferroviarios, que no sumaban 800 kms, ya contábamos con cuatro anchos de trocha diferentes, que no sólo respondían a la polémica técnica nacional e internacional sostenida por los ingenieros, sino a los sistemas de pesos y medidas adoptadas por las naciones de mayor avance e influencia sobre los países periféricos.

Al respecto, anota Abelardo Ramos, cofundador de la SCI, que habiéndose adoptado en Colombia el Sistema Métrico Decimal, los extranjeros se guían generalmente por medidas en pies, millas y pulgadas, mientras Rafael Torres Mariño de la SCI intenta presionar en 1893 en Antioquia a los ingenieros ingleses a que adopten el Sistema Métrico Decimal. Así, la pugna por una u otra medida expresa el momento y el lugar de convergencia de distintas tradiciones técnicas de naciones que se disputan por imponer su influencia política, económica y su cultura técnica, a través de ingenieros y empresarios, sobre comunidades y espacios regionales.

En el final del siglo XIX, la SCI insistirá en el ancho de vía de un metro, primero declarando que independiente de este problema técnico, lo importante es que se construyan vías férreas y luego proponiendo un promedio entre dos de las trochas en uso (AI. No. 46, mayo, 1891. p. 289).

Estas razones no pasan de ser un intento conciliador, orientado por el ingeniero Manuel H. Peña, que no comprende aún, el creciente proceso de estandarización del material ferroviario mundial a pesar de su asistencia a *L'Ecole des Ponts et Chaussées* de París, y que decisiones como ésta, no admiten el término medio, puese debía optar, o por la difundida trocha ancha, con el fin de acogerse a los beneficios de la estandarización y a la mayor capacidad de carga, o si esto no era posible, por la ausencia de capitales y la topografía, decidirse por la mas

difundida de las vías angostas, la de una yarda, que siendo mas económica, facilitaba su trazado y construcción en líneas de montaña, manteniendo una clara ventaja frente a alternativas de transporte como el camino de herradura, la mula e incluso el río.

De ese eclecticismo se aparta Ramos, quien calificó el hecho de funesto error e incoherencia, ya que las locomotoras y el material rodante de diferente distancia entre ruedas, tendrían que limitarse a recorrer cortos trechos, por la imposibilidad técnica de circular en otras líneas, generándose costosos y frecuentes trasbordos de pasajeros y carga según se cambie de región. Peña, de gran influencia, por el contrario, justifica la ambigüedad, argumentando necesidades regionales (AI. No. 46. mayo, 1891. p. 300).

Intentaremos ahondar en las razones por las cuales un conjunto de individuos dedicados al quehacer ferroviario, después de construir y controvertir con ardor sobre 4 anchos diferentes, optaron por el de una yarda o 0.91 metros.

Hemos adelantado algunas razones dentro de las que destacamos, la ausencia de un ente capaz de fijar normas técnicas y hacerlas obligatorias, que por lo demás, parece no ser un problema nacional sino internacional, pues los procesos de standarización y de fabricación de piezas idénticas e intercambiables ideados en el laboratorio de la técnica, que era *Filadelfia*, por *Eli Withney, Colt, Springfield Armory, Harper's Ferry, Robbins and Lawrence* o *Ames Manufacturing* en los Estados Unidos, luego de 1885, apenas están difundándose, y siguen primando aún las preferencias de los ingenieros por una u otra tecnología, de modo que por ejemplo *Baldwin Locomotive Works* fabricaba locomotoras y material rodante para distintos anchos de trocha (Rosenberg N. 1979: pp. 27, 28). En nuestra opinión:

La adopción de la trocha angosta en Colombia, obedece primero, al principio general de adaptar la tecnología moderna a las condiciones específicas del país, y segundo, a la presencia entre nosotros de un ingeniero y empresario innovador, de gran capacidad expresada en energía personal, carisma, formación técnica y empresarial, conocimiento del idioma y cultura local, partidario de esa medida, en la persona de Cisneros.

El problema de la adaptación, obedece a que nuestro país, junto a la carencia de capital suficiente y de tecnología avanzada en la forma de máquinas y Saber-Hacer ingenieril, debe enfrentar una topografía de altas pendientes y cordilleras. Así, la acción de los hombres sobre la naturaleza tiende a ser débil y por tanto los cortes en las montañas, las curvas de radio estrecho y la construcción de línea férrea, se torna ardua y costosa, cuando no, imposible. En tales condiciones, si han de construirse ferrocarriles de alguna importancia, estos serán de trocha angosta.

En cuanto a las características de nuestro empresario innovador, definidas como faústicas, en el sentido de Goethe, por querer transformar la sociedad y la naturaleza, las reafirma el mismo Cisneros, cuando expresa que:

a pesar del lucro dudoso de éstas empresas, tenía la ilusión que construir ferrocarriles en terreno tan escarpado le daría gran prestigio y le atraería auxilios positivos (*La Industria*. No. 1., Bogotá, feb. 1883. p. 1).

Cisneros, implantó en los FF. CC. de Antioquia, Cauca, Girardot y Dorada, la trocha angosta, como una decisión racional y práctica adaptada a un país escaso de capitales, poco centralizado políticamente, de limitado conocimiento y valoración social de la técnica, inclinando a los demás ferrocarriles a modificar sus trochas para adherirse a la de una yarda que competía con éxito con la standar en Estados Unidos. El proceso de unificación, continuó aún en el tardío 1953, para la línea del Atlántico, la más importante del país que une hoy esa costa con el interior.

Fueron inútiles durante décadas, los vehementes llamados de la SCI de convertir todas las líneas a trocha de un metro entre rieles, sin embargo a través de cuatro notas, la más importante del 5 de Marzo de 1891, el Gobierno manifestó que **“deseaba adoptar un tipo de distancia fijo y a fin de hacerlo con acierto, deseaba oír la ilustrada opinión científica de esa sabia Sociedad”** para adoptar el ancho de trocha más conveniente para el país. (AI. No. 43, mayo de 1891, pp. 289 a 293).

La SCI respondió que para las vías subvencionadas por el gobierno, el ancho de trocha debería ser de un metro; para las de interés local subvencionadas, de 0.60 centímetros; las realizadas por particulares, el ancho de preferencia del empresario, a menos que se vayan a empalmar con las gubernamentales. Finalizaba diciendo que siendo lo esencial tener vías de rieles, no debería ser obstáculo el ancho de la vía (Ibid.)

En suma, el debate por el ancho de la trocha férrea, constituye la mayor polémica técnica de la segunda mitad del siglo XIX. Quienes la provocan y la sostienen con puntos de vista más o menos valederos, son los ingenieros del altiplano, pues no existe en el país, ningún grupo social dedicado a la técnica, capaz de sostener opiniones autorizadas sobre un tema útil y novedoso, distinto de las perpetuas y perniciosas querellas políticas, contra una figura de la talla de Cisneros; destacándose además, que están al día en el acontecer ferroviario mundial.

Esta situación, reflejo en nuestro país del arribo de tradiciones técnicas y culturales diversas, crea dificultades técnicas desconocidas antes, pero a la vez retos técnicos interesantes para los grupos sociales involucrados, que fue posible resolver a través del método que caracteriza el desarrollo tecnológico de las naciones atrasadas, es decir, la mejora, la modificación y la adaptación de tecnologías foráneas a condiciones específicas locales. El otro aspecto del debate, reviste un carácter social, mas relacionado con el status, el mercado de trabajo y el acceso a los recursos, pues insistirá en la profesionalización de la ingeniería, y en el reconocimiento de la capacidad propia, frente a los extranjeros.

Este concepto aparece de manera explícita en el discurso de fundación de la SCI, pronunciado por Ramos, en el que eleva la construcción ferroviaria a la categoría de Ciencia, lamentando que:

“ ...los ferrocarriles acometidos e impulsados con dineros de la República, han sido del dominio exclusivo de súbditos o ciudadanos extranjeros... “ lo que es “... inexcusable, antipatriótico cuando las operaciones de una obra solo giran dentro de los límites del tesoro nacional “ subrayando luego: “... y no se argumente que los ingenieros nacionales no han practicado la ciencia de los ferrocarriles...”

Lo que corrobora con el ejemplo del FF. CC. de Cúcuta, totalmente construido por ingenieros colombianos (AI. No. 1, agosto de 1887. p. 6,7).

La fuerza de la idea de construir ferrocarriles, es confirmada por el escaso eco que obtuvo un artículo del ingeniero Carlos Téllez, egresado de *Lafayette College*, publicado en los *Anales*, recomendando construir otras obras en lugar de éstos, como más adelante se anota.

En palabras de Safford, cerca de 200 ingenieros en el país en 1887, ejercen una profesión poco reconocida por la autoridad nacional o regional que prefiere la capacidad, a veces no probada, de los ingenieros extranjeros; siendo notorio el escaso espíritu de cuerpo, que llevó al fracaso un primer intento de fundar La Sociedad, hecho que se corrige en el año mencionado.

Otros hechos ilustran el conflicto que afecta a dos grupos sociales, los ingenieros nacionales y los extranjeros. Respecto del Informe sobre la inauguración del FF.CC. de Bolívar entre Barranquilla y Sabanilla—entonces puerto sobre el Atlántico—, la SCI intenta normatizar el lenguaje, expresando que:

“ en la nota dirigida al Sr. D. Zapata por los empleados citados hablan de switches, como otros de brakes. No será superfluo informar a quienes así se expresan que los vocablos castizos son cambiavías y frenos” (AI. No. 1. agosto, 1887, p.27).

En todo caso, en una República de gramáticos como la nuestra, en donde la correcta expresión del lenguaje se convierte en instrumento de poder político en cuanto forma de afirmarse psicológica y socialmente, pero también de discriminar grupos sociales regionales o estratos sociales bajos, que no lo manejan cabalmente; este es un problema de importancia. Se trata de reducir la inseguridad producto de las carencias técnicas, frente al desafío de extranjeros, venidos de naciones modernas, dueños de espíritu mundano—si se quiere fáustico—, portadores de un Saber-Hacer a tono con tecnologías de punta, que en términos parsonsianos, permiten unir la plasticidad de la personalidad a la capacidad instrumental, para dominar tanto el entorno social como el físico.

¿Cómo proceder en la nueva situación? Quizá aferrándose al idioma, la cultura, las tradiciones locales, dando lecciones a los foráneos sobre cómo expresarse, presionándolos para que adopten el Sistema Métrico Decimal ajeno a la tradición tecnológica anglosajona, no importando que la tecnología, merced a la rapidez con que innova, rebasa con frecuencia, incluso destruyendo tradiciones y tejido social, cuando no encuentra respuestas creativas; modificando también al propio idioma.

De esa manera, las reconvenções por brakes, frenos, switchs o cambiavías, así como el intento de algunas publicaciones como el *Boletín Industrial* de don Nicolás Pereira Gamba, de rebautizar al ingeniero de minas inglés Tyrell Moore, como Tyrello Moore; aparte de la intención de conservar las formas del idioma, revelaría junto con inseguridad en el ejercicio de la profesión, por lo precario de los instrumentos y conocimientos que se manejan, un intento de afirmación del espíritu nacional.

Luego, respecto de un informe del Ferrocarril de Girardot, la SCI atribuye la costumbre de no ceñirse los extranjeros a la ley de Junio 8 de 1857, que instituyó el Sistema Decimal de Pesas y Medidas, a la primitiva organización técnica de ese FF. CC. debida a norteamericanos, lo que identifica el camino de la relativa difusión de medidas distintas a las que oficialmente rigen en la nación, como yardas, pulgadas, millas, o pies.

Allí se dice, que está bien que las vías se numeren por kilómetros, pero que es inexplicable que las intermedias se expresen en pies y los volúmenes en pies y yardas cúbicas, pues si se acepta el kilómetro, es forzoso aceptar sus fracciones: hectómetro, decámetro y metro, ya que la mezcla de los sistemas es ilógica, ilegal y conduce a complicación en los cálculos y a oscurecer los informes, concluye que:

“... bien pueden los americanos aplicar en su práctica las yardas, los pies y las pulgadas pero deben transmitir sus datos en metros, conversión fácil para un ingeniero” (AI. No. 1, 1887, pp. 71, 72).

En estas glosas a los Informes, es notable la pugna y la animosidad, pero también el intento forzado por ensamblar las distintas tradiciones técnicas, lo que aguza el ingenio y produce adaptaciones locales como el metro que contiene medidas en centímetros y pulgadas, como se ve, en el ensayo de hibridación y de convergencia técnica del final del párrafo anterior.

Anota Darío Mesa, como en Inglaterra en el siglo XVIII, cada día, el idioma se enriquecía con vocablos, producto de los nuevos artefactos tecnológicos que aparecían gracias a la Revolución Industrial, mientras en España, la literatura picaresca lo hacía acuñando términos para designar actividades sociales propias de la descomposición y pobreza del siglo XVIII Ibérico contra la que lucharon Carlos III y los insignes reformadores borbónicos, así: pícaro, lazarillo, mendigo, tunante, pilluelo, etc.. Entonces en la observación del lenguaje que se usa y las

alteraciones que sufre, pueden estar algunas claves relativas a la rapidez o lentitud del cambio social y tecnológico de una región.

El tipo de riel

Esta polémica se refiere al tipo de riel que se usa, y que tampoco está definido en cuanto a longitud, forma, peso, y composición. El desarrollo de innovaciones incrementales, consistentes en la construcción de nuevas locomotoras tipo *Consolidation* o articuladas, inglesas o norteamericanas de mayor potencia y tamaño, exigió el uso de rieles más grandes, pesados y resistentes.

Hacia 1869, el riel también sufre una innovación incremental, pues su composición pasará del hierro al acero, manteniéndose en su producción la primacía inglesa que, puede dominar el mercado mundial, gracias a la invención allí, de los convertidores *Thomas y Bessemer* para la producción de acero, y a la mayor capacidad de las máquinas laminadoras inglesas. Así comienza la era del acero barato, y su rápida difusión conduce a que en Colombia desde 1883, no se hagan pedidos importantes de riel de hierro del exterior.

En cuanto a la forma, serán también los ingleses los que fijen la pauta, primero *Brunel* con un riel cuadrado de patines anchos que entra en desuso en 1855, luego el riel *Barlow* consistente en un tubo con forma de U invertida (AI. No. 36 jul. 1890. p. 395). A través de un proceso social de selección de la técnica entre grupos de especialistas e ingenieros y el método de ensayo y error en la metalmeccánica, finalmente *Vignole* patenta un modelo definitivo que se adoptará en el mundo y que llevará su nombre.

Resuelto el asunto de la forma del riel, subsiste el de su longitud y peso; esta relación se optimiza de acuerdo con la mayor potencia y peso de las locomotoras así: primero serán de 30 libras/yarda para pequeñas locomotoras *Portery Baldwin*, luego aumentará el peso de la relación hasta llegar a 65 y 70 libras/yarda, que son los más ampliamente difundidos. Manuel Ponce de León, a solicitud del gobierno nacional y de la *Ferrería de la Pradera*, elaboró una plantilla similar a la *Vignole*, de 20 kgs / metro, para locomotoras de 20 toneladas y riel de hierro, que fue fabricado en esa Ferrería en 1884 (AI. No. 26. septiembre 1889. p. 37, 40, 44).

Una innovación menor

Un problema técnico, que hubo de afrontarse en la construcción por ingenieros nacionales de los Ferrocarriles de Cúcuta y la Sabana, fue el del deslizamiento longitudinal del riel sobre la vía debido a presiones producidas por el paso de los trenes o la dilatación por calor. Juan Nepomuceno González Vásquez, se aplicó a resolverlo, practicando dos muescas al centro del riel o en cada extremo del mismo para fijarlo a la traviesa de madera, esto sorprendió en

Inglaterra a los fabricantes de rieles de Cumberland, que solicitaron al FF. CC. de la Sabana autorización para fabricarlo (AI. No. 24. julio 1889. pp. 353, 354, 359 a 362).

Aunque esta innovación incremental no se difundió a otros ferrocarriles debido a la generalización de la eclisa, pieza que une con tornillos los dos extremos de un riel y permite un juego en las juntas de dilatación, es notoria la aplicación local a la solución de problemas técnicos específicos mediante el uso del cálculo matemático y soluciones ingeniosas que no debilitaban la estructura del riel, mostrando a la vez cierta capacidad técnica de estos ingenieros.

Pero la polémica general también se daba al interior de la Sociedad, así Carlos Téllez, de *Laffayette College*, tempranamente desaparecido, se expresó contra la construcción de ferrocarriles, escribiendo en 1887 que en vez de lanzarnos a esas empresas de dudosa utilidad y de carácter prematuro, mejor se hubieran dedicado esfuerzos a generalizar carreteras, caminos y canales que cuestan menos que los ferrocarriles.

Insistió en que la tendencia a aclimatar los mayores adelantos, ha perjudicado mucho a la profesión de ingeniero, ya que el país no era suficientemente rico para adoptar el uso de puentes metálicos de fabricación extranjera, ni tenemos bastante consumo de ningún artículo para montar fabricas a grande escala con poderosas máquinas de vapor; finalizaba su artículo con una frase que anticiparía toda una filosofía de la práctica ingenieril y que desarrolló luego Alejandro Lopez: Trabajar con materiales nacionales. Decía "*Paddle your own canoe*" (AI. No. 2. sept. 1887. pp. 42, 43).

A pesar del anterior punto de vista, los ingenieros bogotanos se dedicaron con entusiasmo a la construcción de ferrovías, tarea en la cual, exhibieron esmero, que chocó con el espíritu práctico y con el cálculo racional económico que preconizara Alejandro Lopez, al afirmar que la obra más perfecta, no es la más costosa, sino la que siendo segura, es económica. Si se descuidaron caminos y carreteras, se debió a que nuestra geografía dificultaba y encarecía realizar grandes cortes en las pendientes, a que no se había perfeccionado ni difundido en el mundo el motor de combustión interna, y al *glamour* de los ferrocarriles, entonces como hoy tecnología de punta.

Frank Safford ha atribuido este celo, a ansiedad por el reconocimiento de la profesión (Safford, F. 1989. pp. 336 a 338). Aunque plausible su punto de vista, otra parece ser la mirada del ingeniero de la Cia Franco-Belga que inspeccionó el FF. CC. de La Sabana en 1889, Raimundo Le Brun; quien publicó en París un folleto en 1890, en el que se refería a esa vía en términos meritorios, si bien criticaba el lujo gastado en ella, como la construcción en piedra de talla de los estribos de todos los puentes y pontones, las estaciones, el material rodante etc, destacaba que:

“... se había ejecutado un trabajo de primer orden, como reacción impuesta por los ingenieros del país, contra la detestable ejecución de otras líneas férreas, que por aquel tiempo habían acometido compañías extranjeras en territorio colombiano, lo cual establecía un mal precedente para otros ferrocarriles que se trataran de establecer en lo futuro” (AI. No. 253 y 254. marzo-abril 1914. p. 297).

Estos hombres, están modificando el escenario social y físico, y creando uno nuevo, dándole un nuevo contenido, incluso al lenguaje tradicionalmente sumido en los temas de la política, la guerra civil, la intriga, lo cotidiano y tradicional; en resumen, están introduciendo la novedosa discusión de la tecnología, en un ambiente desfavorable, pero posible de modificar gracias a su acción.

Como Merton dijera, siempre que se construye sobre algo o alguien un estereotipo, este contiene una dosis de verdad mezclada con una de ficción; así, Safford ha querido mostrar que al buen ingeniero antioqueño, sólo posible luego de la Guerra de los Mil Días, se opone el ingeniero burócrata bogotano de la SCI.

Hemos querido mostrar y esperamos haberlo hecho aquí, que los ingenieros del altiplano, no sólo eran capaces técnicamente, sino de gran energía empresarial y que resulta sesgado, tachar de **stajanovistas tropicales** (Safford, F. 1989, p. 120) a hombres de la SCI, como Camilo Carrizosa y su hermano, quienes mucho antes de que finalizara el siglo pasado, colocaron sobre el río Magdalena que secularmente dividió la nación en dos; con riesgo de sus vidas y de sus fortunas, un puente metálico de grandes proporciones, en Girardot, obra que dirigió personalmente, y en la que trabajó, junto con su hermano y el ingeniero Charles Bender. Camilo Carrizosa fue especialmente reconocido por su eficacia en la dirección del Ferrocarril de Girardot por el enviado especial y corresponsal del *Engineery* del *Times*, Percy F. Martin (*Engineer*, No. 3828, marzo 11 de 1910).

Por último, Safford, refiriéndose a dos miembros de la SCI, don Julio Garavito y Rafael Nieto Paris, deja deslizar palabras como **“amables tertulias”** y **“dilettante latinoamericano”** (Safford. 1989. pp. 299, 340), como si debiéramos ruborizarnos por la existencia entre nosotros, en el atrasado siglo XIX, de un brillante astrónomo y matemático, capaz de predecir eclipses y otro capaz de diseñar y convertir en artefactos tecnológicos, dos artilugios aquí desconocidos, el reloj eléctrico y el tacómetro, que si no se convierten en innovación en sentido económico, no se debe a otra razón que a la situación periférica del país. Aquí los juicios de Safford deben acompañarse de una mirada distinta, sobre todo, cuando es conocida la labor de Garavito y Nieto París, en el trazado de vías férreas y en la descripción científica y técnica de máquinas de vapor, tareas prácticas y útiles (AI. No. 257, 258. julio-agosto. 1914: p. 55, 56).

Ferrocarriles de cremallera

El debate por la construcción de túneles o ferrocarriles de cremallera como medio de salvar altas pendientes y cordilleras, constituye la piedra de toque que va a definir el declive de la ingeniería inglesa frente a la norteamericana en Colombia, pero a la vez en el punto de choque más directo entre los ingenieros del centro del país y los extranjeros.

Consisten estos ferrocarriles, en el uso de locomotoras bajo las cuales giran una o varias ruedas dentadas movidas por potentes motores de vapor o eléctricos, las cuales engranan con una cremallera tendida entre los dos rieles de la vía férrea de modo que sea posible salvar pendientes superiores a los 4 grados, sin que el tren retroceda el método es similar al usado en el funicular de Monserrate en Bogotá. Fue ideado por Riggerbach y perfeccionado por Roman Abt en Suiza, entre 1890-1892, aunque también se patentaron modelos Strub, Felly Marsh (AI. No. 101-102. ene-feb, 1897. pp. 30 a 33).

La SCI difundió ampliamente las virtudes de estos ferrocarriles que se consideraban ideales para salvar las altas pendientes características de nuestra geografía, sin embargo aunque su adopción se consideró, como el mejor medio de transmontar las regiones más empinadas entre Girardot y la Sabana, El Paso de la Quebra en Antioquia o la cordillera Central entre Armenia-Ibagué, la iniciativa fracasó, en razón de la polémica que suscitó entre quienes eran partidarios de la construcción de túneles, pero principalmente por la debilidad tecnológica de nuestra ingeniería.

El origen de la controversia

Luego de una minuciosa y admirable instrucción escrita, impartida por el gobierno antioqueño a una delegación encabezada por el señor Alejandro Barrientos que viajó a Europa exclusivamente a contratar la continuación del FC. de Antioquia, y concluidos algunos intentos de negociar con casas como *Decauville* de Francia, *Krupp* de Alemania, *Deutscher Bank* y *Société Cockerill* de Bélgica, es firmado en 1892, *ad referendum*, el contrato entre el ejecutivo departamental de Antioquia y la casa *Punchard McTaggart Lowther* de Londres, para la finalización de la vía. La firma destacó a sus ingenieros más importantes a la región, destacándose William Ridley quien obraba como empresario junto al ingeniero residente inglés Charles T. Spencer, figura desconocida pero interesante tanto por su capacidad técnica como por su comportamiento ético. (Instrucciones. Medellín Abril 29 de 1891. Pags. 7 a 10. Contrato de Londres. Pags. 10 a 22. FCA, Recopilación de Documentos).

Otros protagonistas de este episodio serán, Francisco Javier Cisneros, agente oficial de Antioquia en Londres ante la firma mencionada, representada allí por Sir George Bruce, Rafael Torres Mariño, ingeniero oficial, miembro de la SCI,

quien obra como interventor del contrato, nombrado desde Bogotá, al parecer por el vicepresidente Miguel Antonio Caro, la Asamblea Departamental, algunos ingenieros ingleses y norteamericanos y personalidades locales (Ibid).

Una de las razones del conflicto estuvo en que el Gobernador del Departamento, con el ánimo de concitar los espíritus hacia la finalización de la obra magna de la Antioquia de la época, decidió en julio de 1892, convocar a todas las fuerzas políticas de la región para que expresaran su opinión sobre lo pactado en Londres. A esa reunión asistieron entre otros Julián Cock Bayer, Tulio Ospina, Carlos Coriolano Amador, Rafael Uribe Uribe, el General Lucio A. Restrepo, Alejandro Botero Uribe, Antonio José Restrepo, y Jorge Bravo (Ibid).

En los días siguientes, el gobernador nombró una Junta de Consultores para el asunto del ferrocarril, la que fué adversa por unanimidad al contrato inicial, resultando de ello un documento de mejoras y modificaciones llamado de "Observaciones" que hizo perder al documento inicial parte de su naturaleza lo que creó las primeras dificultades con los contratistas, no acostumbrados a este tipo de *referendums*. La Asamblea Departamental, tomó partido por las mencionadas "Observaciones" de lo que resultó un enfrentamiento con el Ejecutivo que terminó en rompimiento (Ibid).

Al conflicto político se sumó otro de carácter técnico, que revelaba las diferencias entre la ingeniería nacional y la extranjera, pues al establecer la Compañía, con el visto bueno expreso de Cisneros, que en las zonas más pendientes, incluyendo la de La Quebra, se utilizaría el sistema *Abt* de cremallera en un kilometraje que unos estimaban en 21 y otros en 31 Kms, Torres Mariño se opuso de manera rotunda por considerar que tal sistema no era muy seguro, su tecnología novedosa, apenas en proceso de prueba, y un argumento económico según el cual, si bien la obra tendría rápida terminación lo que favorecería a los contratistas, no sería de fácil manejo para el Departamento que incluso no encontraría personal calificado para operar innovaciones tecnológicas complejas y riesgosas. (Informe del Ingeniero Oficial del Ferrocarril de Antioquia, sobre variación de las pendientes máximas y cambio del sistema de tracción. En AI. No. 64-65, abril, mayo de 1893. pp.155, 159, 160).

Pero el aspecto más importante de ese documento se refiere a que Torres Mariño se pronunció de manera rotunda y quizá por segunda vez en la historia de esa línea, a favor de la construcción de un túnel del cual adelantó algunas especificaciones, igualmente reprodujo apartes de una conversación personal con Cisneros sobre el sistema de cremallera en la cual, éste se muestra favorable a él (Ibid. pp. 146, 148, 160).

Decimos que por segunda vez en la historia hubo un pronunciamiento técnico autorizado sobre el túnel, ya que el primero lo había relizado el ingeniero norteamericano Anthony Jones en un estudio contratado por el Departamento en 1892. Al extenso artículo de Torres Mariño, respondió Ch. T. Spencer, con un amplio documento en el cual demostraba como las autoridades mundiales de

la ingeniería estaban de acuerdo con el sistema de tracción en pendiente de Abt. (Réplica al Último Informe del Ingeniero Oficial. Medellín, octubre 14 de 1893. pp. 7 a 32. Ferrocarril de Antioquia. Recopilación de Documentos).

Ingeniería victoriana e Ingeniería norteamericana

Los dos símbolos más claros del declinar de la ingeniería victoriana en Colombia frente a la Escuela Práctica Norteamericana, son en primer lugar el descenso de las ventas de locomotoras inglesas y el aumento de la compra de máquinas norteamericanas en 1885, debido en parte a la opinión de Ramos sobre la mayor accidentalidad e inadaptación de las primeras, y en segundo término, la entrevista realizada el 3 de Agosto de 1892 en Medellín entre los ingenieros William Ridley y Charles T. Spencer de Inglaterra y Anthony Jones, de Estados Unidos (Conferencia entre el Sr Anthony Jones y los Sres William Ridley y Charles T. Spencer. También correspondencia previa, Agosto 1, 2, 3 de 1892. FCA, Recopilación de Documentos. pp. 110 a 113).

Se realizó ésta en el Grande Hotel a instancias de la Gobernación y fueron testigos los señores Camilo y Lucio Restrepo, junto con Antonio Villegas, representante del Gobernador; luego de la refinada acogida de los ingleses, se confrontaron las dos versiones del proyecto final de la construcción del Ferrocarril de Antioquia, infortunadamente sin la presencia de Rudyard Kipling, quien de seguro, hubiera compuesto una oda a la locomotora y a los ingenieros, naturales embajadores de la Reina Victoria y el ferrocarril.

Spencer leyó las "Especificaciones" del trazado ejecutado por Jones, pero Ridley objetó la construcción de alcantarillas en piedra sin usar mezcla, por ser trabajo incompleto y de poca duración, a lo que Jones contestó que había construido así miles de ellas; otra pregunta por el bajo costo calculado para los trabajos de rocería y limpia fue absuelta, pero como Ridley objetara el escaso número de apartaderos, Jones replicó que era un sistema usado en los Estados Unidos con eficacia. Una observación del inglés sobre insuficiencia de material rodante fue rebatida por Jones y Camilo Restrepo (Ibid).

En posterior comunicación, los dos ingleses añadieron a las objeciones el excesivo uso de madera en vez de hierro en los puentes de Jones, lo que refleja la diferencia en la selección de materiales que caracteriza las tradiciones tecnológicas de esas dos naciones (Ibid). No obstante, el problema central no se tocó: Jones proponía un túnel a 200 metros de la cumbre de La Quebra, mientras que Ridley era partidario de tres tramos de cremallera. Quizá allí empezó a oscilar, por vez primera, el péndulo de los negocios, la economía y las obras públicas de la nación hacia la Estrella Polar.

Fue éste último, el conflicto técnico fundamental que produjo el rompimiento del contrato, que dejó a Antioquia en una situación comprometida, precipitado por una carta de septiembre de 1893 dirigida al Ministro de Gobierno, por el

vicepresidente Caro quien según Cisneros no era partidario del sistema *Abt*, aconsejando rescindir el contrato bajo la justificación de que a nuestras riquezas naturales incalculables, ya la paz asegurada por largos años, se añade la existencia de ingenieros nacionales que saben construir ferrocarriles y que demuestran su competencia con obras construidas bajo su dirección, las mejores de su clase en Colombia (Ibid. pp. 49 a 52).

Las controversias técnicas de Alejandro López

Alejandro López, considerado con razón, un visionario y figura importante, ya no sólo de la ingeniería sino de la vida nacional, prácticamente un estadista de gran capacidad de reflexión sobre problemas nacionales, participó con singular brillo en polémicas sobre ferrocarriles, destacándose la relativa a la tracción eléctrica; pensamos sin embargo que su mejor contribución al problema de la técnica aplicada a nuestros ferrocarriles se encuentra en su artículo "Sobre locomotoras" que adelante analizamos.

Desde el fin del siglo XIX (1899), había presentado, para optar al título de ingeniero civil de la Escuela Nacional de Minas, una tesis en principio rechazada y luego aceptada por el apoyo de Pedro Nel Ospina denominada "El Paso de la Quiebra en el Ferrocarril de Antioquia". Defendió en polémicas encendidas, la perforación de túneles, frente a quienes discutían la posibilidad de construir ferrocarriles de cremallera, o eléctricos como Jose Maria Villa. En los Anales, se decía que el sistema de cremallera, a diferencia del túnel, garantizaba mayor adhesión y ventajas de distancia, tiempo y dinero que se ahorrarían en la Quiebra en 2 millones de pesos (AI. No. 74, febrero, 1894. p. 42).

La tracción eléctrica

Fue ésta una polémica importante pero de menor envergadura que las anteriores; enfrentó a Alejandro López y José Maria Villa, notable ingeniero antioqueño constructor del puente de Santafé de Antioquia, con motivo de proponer éste último que el Túnel de la Quiebra se evitara acudiendo a las locomotoras de tracción eléctrica para alta pendiente, tratándose de un país nuevo y atrasado como el nuestro; López le responde que precisamente por ser un país nuevo no puede tener ideas propias sobre temas tan complejos.

Examina luego, la controversia de los ingenieros extranjeros, partidarios de la tracción eléctrica o de vapor, anotando que el motor eléctrico reemplaza la tracción animal y de vapor gracias a su velocidad, limpieza, y silencio, sólo en líneas urbanas o suburbanas de tranvías, y para públicos refinados, lo que no ocurre en las grandes vías férreas por la dificultad de transmisión de energía a distancia, aún en vía de experimentación. Así la mayoría de líneas norteamericanas

no pensaban aun adoptar la nueva tecnología en el comienzo del siglo (AI. No. 175, sept. 1907, pp. 95,96).

Anales de Ingeniería continuó publicando el punto de vista de López, en el que insistió que este tipo de tecnología, útil en las vías rápidas, no se consideraba indispensable en las líneas de carga mucho más lentas y características de Suramerica, mostrando cómo, a pesar de que las montañas andinas favorecían, el uso de energía hidráulica, a ningún empresario se le había ocurrido éste tipo de solución (Ibid. pp. 262, 263).

Con referencia al Ferrocarril de Antioquia, introdujo dos elementos que consideró extraños a la obra y en su opinión obstáculos, el primero el haberse iniciado una colonización al revés, desde Puerto Berrío, lo que causó que “...las fuerzas vivas de Antioquia fueran destrozadas por el paludismo” lo que es lógico si uno de los principales médicos de ese Ferrocarril no cree que la enfermedad la transmita un mosquito, y el segundo que tuviera que emprenderse la enseñanza de un pueblo en lo que era perfectamente ignorante (Ibid. p. 263).

Aquí, López parece contradecirse, pues en otro documento había elogiado el método americano de tender vía férrea consistente en iniciar la construcción de la obra a partir de la orilla de un río navegable evitando costos y dificultades y tendiendo los primeros metros de riel que inmediatamente se habilitan para una locomotora y carros de transporte y construcción. El otro aspecto hace parte de un proceso natural, pues si un pueblo desconoce una tecnología no queda más remedio que enseñársela, a pesar de las dificultades del aprendizaje (Ibid. p. 263).

Hay ambivalencia en algunos planteamientos de López, pues considera a veces mal invertidos los dineros usados en capacitar ingenieros, artesanos y obreros y a veces como ganancia; la inversión es mala en el caso de los materiales pedidos sin especificaciones técnicas o los que resultaron inadecuados como algunas locomotoras y carros, error que el mismo dice haber cometido.

A pesar del importante papel jugado por los extranjeros en su formación, López toma distancia respecto de ellos, destacándose aquí, la clara coincidencia de su posición con la SCI respecto de los ingenieros foráneos. Así hablará de:

“ la venida de tanto mister de pacotilla” o “la introducción de extranjeros para los montajes de empresas industriales ha dado casi siempre malos resultados: en el Ferrocarril exceptuado Cisneros, la obra de los otros no resulta benéfica”. (Ibid. p.264).

Digna de mención es la veleidad e inconstancia latina que no ha dominado una técnica cuando ya se embelesa con otra, así se dolerá de cómo, cuando apenas hemos llegado a un cierto dominio de la construcción de vías férreas convencionales, ya pensamos en la tracción eléctrica, siendo que en el país no hay un ingeniero electricista capaz de hacer unas especificaciones completas para un ferrocarril eléctrico, ni siquiera para pedir un carro (Ibid. p. 264).

El siguiente párrafo, seguramente relativo a la época en que López trabajaba para *Baldwin Locomotive Works*, a órdenes del superintendente Samuel Vauclain (AI. No. 188, octubre, 1908. p. 110), que más tarde, en 1923 será Presidente de la firma, cuando ésta es la mayor exportadora de locomotoras del mundo, revela comparativamente el grado de aprehensión de la técnica ferroviaria por parte de ingenieros y operarios de uno y otro país:

“Cuando estuve en Filadelfia inspeccionando la hechura de un carro de pasajeros para el Ferrocarril, tuve ocasión de ver como inspeccionan las Compañías Ferroviarias la construcción de sus materiales. Me llamó la atención ver que cada Compañía importante mantiene tres inspectores, distribuidos así: uno para inspeccionar la construcción del vehículo, herraje y madera; otro para la parte eléctrica, y otro para la pintura. ¡Y nosotros por acá ni siquiera especificamos que barniz ni qué color debedárseles! Con razón, pues, allá cuadran perfectamente la teoría y la práctica, porque allá se está hasta en los menores detalles del arte; se sabe, y ese saber está respaldado por los recursos y está engastado en voluntades fuertes que lo emplean cuando se debe, y no cuando las circunstancias lo permiten. ¡Y hay tanto que aprender! ¿Por qué no se hacen las cosas como deben ser, y porque no aprendemos las cosas en perfección? Esto nos daría mejor resultado que un simple cambio de tracción”. (Ibid. p. 264).

López desespera de la inconstancia de los colombianos, incapaces de esfuerzos de largo aliento, y recuerda cuando se refiere a la tracción, que no hemos aprendido el arte del vapor cuando ya estamos cambiando a tracción eléctrica. Es interesante registrar en sus conceptos frente a la indisciplina, tanto en el aprendizaje de la técnica como en el manejo de las empresas, factores sociales y psicológicos analizados por teóricos de la tecnología como Solo, Usher, o Ruttan.

Coincide con el primero en la necesidad de secundar a ingenieros nacionales o extranjeros que dominen una técnica con un factor principal, la necesidad de **que haya aptitudes congéneres en escala descendente que fuesen también capaces**, frase confusa que quizá significa el reclamo por la existencia de técnicos calificados a diverso nivel. Respecto de ello, dirá que ciertas reparaciones del FCA no se han podido realizar con el personal actual, debiéndose pedir del exterior hasta lo más elemental, ilustrando las dificultades de aprendizaje técnico: **“Un muelle de locomotora es obra trivial de herrería, y nosotros tuvimos que pedir una gran cantidad porque los obreros disponibles no fueron capaces de hacerlos”** (AI. No. 179, enero, 1908. p. 223).

Con los segundos, en el proceso de convertir la técnica ya no en una experiencia reflexionada, lo que es propio del aprendiz, sino en una práctica inmediata resultante de la aplicación automática, casi inconsciente de destrezas aprendidas e interiorizadas (Ibid. pp. 264, 265).

López rechazó también el carácter provisional de la solución propuesta por Villa para La Queiebra, con trenes para pendientes del 6 % reivindicando la suya de un túnel definitivo de 3500 metros de longitud, aunque a veces dudó de esta obra, emprendiendo con el General Lucio A. Restrepo estudios sobre la construcción de un ferrocarril a la orilla del río Nechí que costaría igual que la solución de La Queiebra (Ibid. p. 266).

No obstante su conocimiento de Antioquia, de su economía, de la idiosincrasia de sus gentes, y del tema del ferrocarril, algunos de sus juicios en materia tan importante como la relativa al porvenir de la principal línea del FCA, fueron claramente equivocados, lo que de ninguna manera empaña su mérito; al respecto dice que:

“... contando conque a su tiempo se vería como inútil trasmontar la Queiebra, porque cada día que pase nos probará más y mejor que la vía de Puerto Berrío buena como ramal secundario, no será económicamente aceptable para nuestra comunicación con el Extranjero en un futuro de pocos años” (Ibid. p. 266).

Por el contrario, la experiencia histórica nos muestra que tal vía, aún al momento de darse al servicio sus primeros kilómetros luego de 1874, ha jugado un papel estratégico en el desarrollo antioqueño hasta hoy en 1995, a pesar de la práctica desaparición del medio, al punto que luego de un siglo largo, Antioquia no podría prescindir hoy de esa línea del FCA, sin sufrir tropiezos en su sistema de transporte.

Regresando a la polémica un tanto exótica —pues no había posibilidad real de adoptar la tracción eléctrica, por ausencia de tecnología adecuada, personal capacitado a todo nivel, y capital—, el debate continuó contra Villa especialmente por el tipo de locomoción a usarse, una suerte de material rodante compuesto de carros autopulsados por motores en sus ejes, casi desconocidos en Estados Unidos, que éste recomendaba para La Queiebra, sin siquiera pensar en un presupuesto o en la escasacapacidad local generadora de electricidad (AI. No. 178, diciembre, 1907. pp. 181, 182, 184).

Como Torres Mariño escribiera una memoria para ingresar a la SCI, argumentando ventajas de la tracción eléctrica por el menor peso muerto de las locomotoras eléctricas frente a las de vapor, mejorando su velocidad, López lo rebatió, señalando que aquí no había gran desigualdad entre peso total y peso adherente en las máquinas y que para las condiciones de un país pobre no se requerían altas velocidades dada la escasa densidad de tráfico. Recomendó como solución más óptima, el uso de locomotoras articuladas *Malleto Shay*, pero destacó que no sólo se trataba de subir pendientes sino de bajarlas, por lo cual instó a Villa para que se esforzara en que el FCA generalizara el uso de frenos de aire comprimido ya difundidos en Estados Unidos (Ibid. pp. 183, 184, 186).

En otro artículo, continuó criticando a Villa, por no pensar en un presupuesto de la electrificación del FCA, además de suministrar datos interesantes sobre tráfico de esa línea que no había transportado más de 24 y 31 pasajeros diarios en uno y otro sentido, en dos trenes diarios en enero de 1908, es decir cerca de 55 pasajeros/día o unos 1700 pasajeros/mes, señalando como grave error comparar esa empresa con las europeas. Entretanto, el Ferrocarril de La Sabana, transportando unos 40.000 pasajeros al mes, más de 1300 diarios, no requería velocidades mayores a los 30 Kms/Hora (AI. No. 179, enero, 1908. pp. 223, 224).

Sobre locomotoras

Como se indicó arriba, una de las principales contribuciones de López al desarrollo y difusión de conocimientos sobre tecnología ferroviaria, junto con su tesis y que muestra su conocimiento de la ingeniería mecánica, lo constituye su artículo "Sobre locomotoras" que publicaron los *Anales de Ingeniería* en 1908.

En él señaló que resultaba interesante seguir de cerca la polémica que se había desatado a partir de las recientes innovaciones introducidas en la construcción de locomotoras en 1907, particularmente en el campo de la electricidad aplicada a las mismas. La innovación eléctrica de la locomotora, si bien significaba un triunfo frente a las anteriores formas de tracción, en cuanto a velocidad, comodidad y limpieza, no por ello dejaba de tener problemas que, presentes en la locomoción a vapor, se consideraban superados para las máquinas eléctricas (AI. No. 188, octubre de 1908. p. 108-109).

Era el concepto que primaba de manera arrogante entre los constructores del nuevo tipo de locomotoras, pero López se percataba de que la tecnología no avanza a grandes saltos que borran la anterior tecnología usada sino de manera evolutiva, de modo que las locomotoras eléctricas heredaron de sus antecesoras de vapor problemas técnicos que éstas habían prácticamente resuelto (Ibid. p. 109).

Estas dificultades técnicas se relacionan principalmente con lo siguiente:

1- Excesivo peso muerto que debe arrastrar la locomotora perdiendo capacidad de tracción, pues el otro peso, el adherente que hace posible la tracción se ve limitado por el anterior.

2- Excesiva longitud de la base rígida de la locomotora lo que impide que ésta se inscriba adecuadamente en las curvas.

3- Centro de gravedad de la locomotora demasiado bajo, lo que implica que las pestañas de las ruedas, es decir su borde lateral externo choque

permanentemente contra la cara interior del riel causando el desclavamiento de los rieles del polín, deteriorando rápidamente la vía (Ibid. pp. 110 a 115).

Los partidarios de la locomotora eléctrica, preocupados solamente por alcanzar mayores velocidades, debieron regresar a la anterior tecnología del vapor que tenía ya soluciones a estos problemas, para hacer sus máquinas más flexibles: así los problemas de peso muerto y mayor velocidad se resolvían con una relación adecuada entre el tamaño de las ruedas y la velocidad dependiente de la capacidad de los motores. López decía que **se estaba efectuando un movimiento de regresión de la locomotora eléctrica hacia la del vapor** por los problemas anotados (Ibid. p. 110).

Respecto de la base rígida demasiado larga, se mitigaba su efecto con el uso de locomotoras de varios ejes en cuyos extremos iban adosadas las ruedas. En el caso de las locomotoras *Consolidation* o de ocho ruedas acopladas, éstas no dañaban la vía si tenían el centro de gravedad bastante alto, lo que antes y de manera equivocada se consideraba peligroso para la estabilidad de la máquina, cometiéndose costosos errores aun en el FCA.

López criticó a Rafael Torres Mariño por afirmarse en el error del centro de gravedad bajo de las calderas, para centrarse luego en el ingeniero jefe del Ferrocarril de Antioquia F.F. Whittekin quien pidió en la última década del siglo XIX, dos locomotoras *Consolidation a Baldwin* con el centro de gravedad lo más bajo posible, las Nos. 9 y 10, lo que resultó un fiasco técnico pues si bien, las máquinas nunca descarrilaban, tuvieron que salir del servicio por su propensión a destruir una vía mal mantenida y de rieles poco pesados como consecuencia del golpeo lateral de las pestañas de la rueda contra el interior del riel (Ibid. pp. 111, 114).

En este artículo, López se valió ampliamente de los conceptos de su antiguo jefe en *Baldwin*, Samuel Vauclain inventor del diseño de las locomotoras *Compound*, consistentes prácticamente en una caldera colocada sobre dos conjuntos de ruedas o trucks que aunque articulados, poseen cada uno cierta autonomía de dirección, que les permite solucionar en parte el problema de la base rígida y las curvas estrechas. La *Compound*, contaba también con dos cilindros posteriores de alta presión y dos anteriores de baja presión (Ibid. pp. 110, 115).

Como solución integral, vuelve a recomendar sin mucho éxito—si miramos el escaso número de estos artefactos adquiridos por nuestros ferrocarriles—, las locomotoras *Shay Mallet* articuladas, además de unos carromotores a gasolina de reciente introducción en líneas de Utah. (Ibid. pp. 115, 117, 118). De la primera marca se compró una de mal desempeño y de las segundas se obtuvieron 5 máquinas (Arias De Greiff, Gustavo. 1986. p.133).

La construcción del Túnel de la Quiebra

Aunque el debate continuó, la opción tecnológica que se adoptó fue, la menos exótica y la de aparente mayor facilidad: la construcción del túnel de la Quiebra que hubo de esperar 34 años (1892-1926) al mayor desarrollo del país y de la técnica, destacándose, que lo ejecutó una firma Canadiense que operaba desde Nueva York, la *Fraser Brace Limited*.

La decisión estaba justificada, porque para establecer una solución de continuidad, se había construido una carretera que unía dos tramos férreos: el que venía de Medellín y el de Puerto Berrío, pero entre 1920-1926, época de crecimiento del país y de pago de la indemnización por Panamá, se abrieron numerosos frentes de trabajo en obras públicas, y el tráfico por la carretera de La Quiebra se duplicó pasando de 60.841 toneladas a 131.625, aumentándose los costos y otras dificultades por el trasbordo permanente; lo que impulsó una solución definitiva (AI. No. 504. febrero 1936: pp. 22-23).

El alarde técnico que significó la construcción de la obra, quizá la más compleja del país de esa época, aparece descrito en la traducción reproducida en AI., de la disertación realizada por el ingeniero jefe de aquella obra, sin precedente en nuestras montañas, señor C.E. Fraser, ante el *Engineering Institute of Canadá* que fue publicada en *The Engineering Journal*, en diciembre de 1933. Las consideraciones siguientes están basadas en ese documento, por ser el que más claves proporciona, sobre el desarrollo de este tipo de tecnología en el país y en Norteamérica.

Para la década de los años 20, El Ferrocarril de Antioquia había logrado convertirse en una pujante empresa, razón por la cual su capacidad de contratación se había hecho mayor, de ese modo, pudo diseñar un contrato complejo mediante el cual, conociendo el costo de la obra, por haberlo prospectado y por ser un proyecto considerado en el curso de largos años, contrató con la firma *Fraser Brace Limited* de tal forma que ésta actuaría como "Agente de Empleo" del Ferrocarril, a la vez que asumía la dirección y ejecución del túnel, por cuyos costos respondía el FCA.

La firma contratada recibía una suma estipulada, más un bono por economía y otro por velocidad. Este tipo de contrato fue presentado por los AI., como un modelo digno de imitación, porque se ejecutó en menor tiempo del previsto, sin que se hubieran presentado diferencias entre las partes, y fué un **ejemplo de adaptación de los métodos y prácticas norteamericanas a nuestras peculiares condiciones** (AI. No. 504, febrero de 1936. pp. 22 a 35).

Como hemos explicado, en el momento de ejecución de la obra, el volumen de carga se había duplicado de modo que el túnel vino a aumentar la velocidad de circulación de la mercancía, desde y hacia el interior del Departamento. Aunque el trabajo se inició con picas y palas, las máquinas cada vez más complejas, revelaron que se estaba pasando a una nueva fase de la energía aplicada

almovimiento mecánico, pues la tecnología del vapor se reemplazaba por electricidad y combustible fósil, que jugaban ahora un papel fundamental en la realización de obras.

En la Quiebra se usaban motores eléctricos o de combustión interna para operar compresores y taladros neumáticos con motor de gasolina, locomotoras eléctricas de acumuladores, planta trituradora, ventiladores, grúas y elevadores generadores; planta hidroeléctrica, planta refrigeradora, mezcladoras, bombas y un equipo de sierras giratorias para madera, sin antecedente en Antioquia, en donde antes se usaban sierras manuales. El explosivo que se detonaba con chispa eléctrica, se llamaba dinamita gelatinosa, tan recordada por los colombianos de hoy.

También se usaron palas de poder o *Mucking Machines* consistentes en artefactos que una vez recogida la tierra excavada, no necesitan virar sobre sí mismos 180 o 360 grados, sino que vierten el material en tolvas situadas en su parte trasera lo que ahorra, tiempo, esfuerzo, combustible y permite operar en las incómodas condiciones de un túnel.

Como tiene más sentido saber, no QUE TECNOLOGÍA SE USA, SINO COMO SE USA, vale anotar que el especial diseño de esa máquina permitió elevar la productividad, generando economías en tiempo y en dinero: considérese que esta técnica, junto a un pequeño tren halado por locomotoras eléctricas, primeras en el país, reemplazó el rudimentario uso de mulas dentro del túnel, que no estaban acostumbradas a arrastrar trozos de roca, que era lo requerido sino a cargarlos. Así se extraían 120 yardas cúbicas de roca quebrada o 109.7 metros cúbicos cada ocho horas, lo que se convertía en 13.7 metros cúbicos/hora. Igualmente la introducción de la trituradora mecánica de piedra permitió avanzar desde la forma medieval de tallar piedra a mano, que era el modo usado en Antioquia antes 1926.

Se continuaba así, reemplazando la tracción mecánica muscular, animal o de “sangre” por tracción mecánica eléctrica, pero quizá lo más significativo consiste en que esa tecnología, responde a una mutación social que se expresa en la contracción de la oferta de mano de obra por cuenta del fenómeno nuevo de un Estado, que con estilo intervencionista, empleaba abundante mano de obra, haciéndola inelástica su oferta y por tanto, encareciéndola pues los jornales llegaban a 1,20 pesos.

La ausencia de fuerza de trabajo barata y abundante en el Túnel de La Quiebra, indujo entonces, su sustitución por tecnologías que como se ve, son sofisticadas y que generaron un sesgo ahorrador de mano de obra, lo que a su vez permitió fuertes economías.

Un fenómeno frecuente en el desarrollo de la tecnología, consiste en que la innovación en una de sus ramas, produce un efecto de realimentación en otras. Así el comienzo de la explotación y refinación de los yacimientos petrolíferos de

Barrancabermeja por la *Tropical Oil Company*, permitió operar en la Quebra generadores eléctricos alimentados por combustible *Diesel*.

Pero la innovación más importante consiste en que gracias a la posibilidad de obtener petróleo y a la capacidad de adaptar tecnología, las antiguas locomotoras de la sección oriental del FCA, variaron la fuente de alimentación de sus calderas, pasando del uso de leña y carbón mineral, a petróleo o uno de sus derivados llamado *Fuel-Oil*, elevando los rendimientos de la máquina: Esta innovación incremental, que se operaba en los ferrocarriles del mundo, se difundió luego por todos los ferrocarriles del país creemos que a partir de algún momento, situado entre los años 1926-1928, desde el Túnel de La Quebra.

Otra obra de gran importancia, fue la construcción de una represa capaz de generar energía eléctrica, que sirvió no sólo a la obrasino a pueblos vecinos como Santiago y El Limón, que recibieron ese servicio, entonces casi desconocido en el país, por cuenta del Ferrocarril. La Memoria Técnica de esa planta hidroeléctrica fue publicada por su autor, ingeniero L. A. Osterhoudt, el 14 de mayo de 1929 en *The Canadian Engineer*.

Dos datos curiosos se resaltan, primero que la firma canadiense, experta en túneles, no encontró personal especializado en esa clase de obras en su país, y tuvo que reclutarlos en Estados Unidos. El otro se relaciona con la experiencia minera en Antioquia, pues afirma Fraser que:

“La consecución de mineros hábiles fue siempre un problema, especialmente porque se necesitaba que tuvieran experiencia tanto para la roca dura como para la blanda... Al principio se ensayó la operación de cuatro taladros, dirigida por un sobrestante y con la ayuda de ocho colombianos. Sin embargo fue necesario poner dos extranjeros para este mismo trabajo para evitar las demoras en el aprendizaje”.

Aunque ya probadas en el FCA, formas adaptadas de taylorización tuvieron lugar en esta obra, así relata el autor, que despues que se empezó a trabajar en tres tandas de obreros, en Diciembre de 1928, se les dió un bono a todos los mineros, los operadores de las palas y demas mecánicos por cada pie que avanzara el túnel fuera de los primeros 75 pies pactados por semana, medida que tuvo gran efecto en acelerar el trabajo.

La polémica de los atajachispas

Aunque poco conocida, es intensa e involucra a sociedades como la de Agricultores de Colombia, y la de Ingenieros siendo inútiles los intentos que se hacen en el mundo para resolverla; se trata de que el humo que expulsan las locomotoras por la chimenea, lanza gran cantidad de chispas que incendian potreros, pajonales, casas de techo de paja y cultivos, al lado y lado de la línea,

con mayor frecuencia, en verano y en climas cálidos. Los mayores problemas se presentan en los FC. de Girardot y La Dorada.

En este último, por esta y otras razones, relativas al fenómeno social de la resistencia al cambio, ocurrió un grave accidente que provocó la muerte de un técnico extranjero, pues los habitantes de la región colocaban piedras sobre la línea lo que ocasionaba descarrilamientos.

En efecto, los dueños de predios afectados por incendios enviaron un memorial al Ministro de Obras Públicas en 1911, que se publicó en los AI. y en la *Revista de Agricultura* (AI. No. 228 de 1912). Diódoro Sanchez, cofundador de la SCI se aplicó a la solución del problema, y aprovechando un viaje por Europa, consultó el asunto a varios fabricantes como *WAGEMBAHN UND MASCHINEN-BANAUSTALDT BRESLAU* de Alemania, *SAINT LEONARD* de Bélgica, y *QUEEN VICTORIA* de Londres, además de difundir información pertinente del libro *THE LOCOMOTIVE UP TO DATE* de Mr. Chas, de 1904 (AI. No. 259-260, sep-oct, 1914. pp. 96, 97).

La solución más recomendada fue un artefacto inglés, marca *Schleyder*, el cual, al eliminar teóricamente el humo, evitaba la emisión de chispas; a su vez Jorge Páez recomendó un sistema llamado *Gaines*, empleado en Francia desde 1912 que no producía prácticamente humo, pero que resultaba difícil de adaptar, por lo estrecho de nuestras locomotoras (AI. No. 263 y 264. enero-feb. 1915. pp. 219 a 221).

El problema técnico descrito, jamás se pudo resolver, por lo menos mientras las máquinas usaron carbón vegetal o mineral como combustible para producir vapor; el cambio a *fuel-oil* logró superarlo. Se recomendó entonces, dejar suficiente espacio a los lados de la vía. Sin embargo la dificultad no era solamente nacional, pues en el mundo fueron patentados más de mil atajachispas en el siglo XIX, todos ellos inútiles (Basalla, G. 1991. p. 168).

Así, la controversia técnica, había contribuido a la introducción y difusión de nueva tecnología y a la formación de los ingenieros locales que, enfrentados o trabajando al lado de los extranjeros refinaron su capacidad técnica, aprendiendo a construir vías férreas, primero por el método de ensayo-error y luego combinando el conocimiento adquirido en la universidad con la labor práctica. La construcción de ferrocarriles condujo así, al país a una fase de modernización.

