

Fecha de presentación del Informe: Día Mes Año **1. Datos generales del Proyecto**

Código del proyecto: 6165			
Título del proyecto: <i>Ferrerías colombianas durante el siglo XIX: campo o comunidad técnica en el aprendizaje tecnológico</i>			
Facultad o Instituto Académico: Facultad de Ciencias Sociales y Económicas			
Departamento o Escuela: Departamento de Ciencias Sociales			
Grupo (s) de investigación: Sociedad Historia y Cultura			
Entidades:			
Palabras claves: Tecnología, ferrerías, siderurgia, transferencia, saber – hacer, campo tecnológico, comunidad técnica			
Investigadores ¹	Nombre	Tiempo asignado	Tiempo dedicado
Investigador Principal	CARLOS ALBERTO MEJÍA SANABRIA		
Coinvestigadores			
Otros participantes	Harold Mauricio Nieto		

2. Resumen ejecutivo:

Se espera que describa el proyecto, planteamiento del problema, objetivos, metodología, principales resultados obtenidos y las conclusiones. La extensión debe ser de máximo de 500 palabras (en español y en inglés).

¹ Todas las personas relacionadas en el informe y que participen en el proyecto deben haber suscrito el acta de propiedad intelectual de acuerdo con los formatos establecidos.

El proyecto se propuso investigar por el origen, prácticas y características de comunidades o campos tecnológicos constituidos en el montaje de las ferrerías construidas en Colombia en el siglo XIX, partiendo de *transferencias de saber-hacer técnico* portadas por ingenieros y técnicos extranjeros, principalmente ingleses, franceses, alemanes y norteamericanos, hacia nacionales interesados en el aprendizaje de técnicas de la siderurgia y la metalmecánica. Como ferrerías se conocieron los establecimientos en las empresas que entre 1820 y 1930 extrajeron hierro en Colombia para fabricar herramientas y máquinas, destacándose Pacho y La Pradera en Cundinamarca, Samacá en Boyacá y Amagá en Antioquia, haciendo una importante contribución al desarrollo técnico nacional, aunque luego fracasaron.

El *marco teórico* examina la idea de *comunidad técnica* frente al *campo tecnológico* propuesto por Pierre Bourdieu y postula verificar empíricamente interacciones entre ciencia y tecnología en el trabajo de las ferrerías. El enfoque de *sistemas tecnológicos* de Hughes, combinando humanos, instalaciones, máquinas y entornos naturales, fue útil para definir paradigmas tecnológicos adaptados a partir de idea de paradigma científico. Nociones de *innovación* centradas en los últimos adelantos de la técnica, al ocultar las *tecnologías en uso* propuestas por David Edgerton como las realmente utilizadas en industrias, empresas y vida cotidiana, pierden capacidad explicativa por ocuparse solo parcialmente del universo tecnológico en que interactuamos. Leroi Gourhan formula que la naturaleza del material a trabajar determina la forma y la función de las herramientas utilizadas, suponiéndose que una mejor comprensión de estos temas ampliaría la perspectiva de científicos, ingenieros y empresarios.

El objetivo general propone identificar comunidades técnicas o campos tecnológicos a partir procesos de transferencia de *saber-hacer* técnico relacionados con siderurgia y metalmecánica, ocurridos entre ingenieros y técnicos extranjeros y nacionales interesados en su aprendizaje durante el siglo XIX colombiano. Los objetivos específicos buscan describir y explicar prácticas técnicas específicas de las primeras ferrerías, identificar fenómenos de producción de conocimiento técnico nuevo y nuevos artefactos técnicos, constitución de empresas, procesos de acumulación de capital, además de identificar interrelaciones entre campos tecnológicos y comunidades técnicas, ciencia y tecnología y precisar el concepto de innovación.

Metodología: exploró pedagogías de aprendizaje técnicos en metalurgia, identificando *momentos* de transferencia de calificaciones mediante consultas de informes, memorias técnicas, actas de juntas directivas, correspondencia, manuales, planos, diseños (prototipos y gráficos representando piezas, máquinas o herramientas), periódicos, revistas, principalmente *Anales de Ingeniería* de la Sociedad Colombiana de Ingenieros (SCI), libros, tesis nacionales y extranjeras, expedientes judiciales y observación de antiguas ferrerías como La Pradera y Samacá. Los documentos serán consultados en el



Archivo General de la Nación, Bibliotecas Nacional de Colombia, Luis Ángel Arango, SCT y antiguo FAES en EAFIT de Medellín.

Resultados esperados: identificó procesos específicos de enseñanza y aprendizaje de técnicas metalúrgicas puestos en marcha e implementados por *ironmasters* que transfieren modos operatorios, identifican dificultades de aprendizaje e inculcan ética laboral y disciplina fabril. Como *estrategia de comunicación*, se publicará un texto en la serie *Documentos de Trabajo* y en la Biblioteca Virtual de CLACSO. Del informe final, socializado en el Departamento de Ciencias Sociales, se redactará un artículo a publicarse en revista indexada. Se presentará una ponencia en el XI Congreso Nacional de Sociología de Medellín en agosto de 2014.

3. Síntesis del proyecto:

En una extensión máxima de 5 páginas, se debe mostrar el cumplimiento de los objetivos del proyecto y debe incluir:

Tema

El proyecto investigó por el origen y las características de las ferrerías que se establecieron en Colombia entre 1820 y 1930 para la extracción y transformación del hierro, proceso que se tradujo en los primeros intentos más o menos exitosos por fabricar máquinas, herramientas y aparatos en el país. Las ferrerías establecidas fueron Pacho y La Pradera en Cundinamarca, Samacá en Boyacá y Amagá en Antioquia que, en el transcurso del siglo XIX y parte del XX, hicieron notables contribuciones al despegue de la industria moderna en Colombia, aunque luego fracasaron.

En el mismo orden, se indagó por las prácticas y comunidades técnicas o campos tecnológicos constituidos a partir del montaje de las ferrerías mencionadas, particularmente atendiendo a las *transferencias de saber-hacer técnico* portadas por ingenieros y técnicos extranjeros, principalmente ingleses, franceses, alemanes y norteamericanos, hacia nacionales interesados en el aprendizaje de técnicas de la siderurgia y la metalmecánica.

Objetivos

General

Establecer formas específicas de constitución de comunidades técnicas nacionales a partir de procesos de transferencia de *saber-hacer técnico*, operados desde ingenieros y técnicos extranjeros hacia grupos de nacionales interesados en el aprendizaje de técnicas de extracción y transformación de mineral de hierro durante el siglo XIX en Colombia.

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones

Específicos

- 1- Describir y explicar las prácticas específicas de transferencia de tecnología generadas en empresas de transformación de mineral de hierro, conocidas como las primeras ferrerías constituidas en el país.
- 2- Identificar procesos de producción de conocimiento técnico nuevo a partir de las ferrerías.
- 3- Identificar formas de constitución de empresas de transformación de mineral de hierro a partir de las primeras ferrerías constituidas en el país.
- 4- Describir y explicar la presencia de artefactos técnicos e identificar nuevas formas de organización y relación social como sociedades anónimas y contratos relacionados con la actividad de las ferrerías.

Metodología

La estrategia metodológica desarrollada dependió de reflexionar sobre los referentes teóricos que sirvieron de marco conceptual al proyecto, de forma simultánea con la revisión de un acervo de información secundaria sobre ferrerías, que se sintetizó en el estado del arte del proyecto. A partir de teorías relativas a la tecnología y conocimientos ligados al nacimiento, desarrollo y cierre de los establecimientos objeto de estudio, formulamos la pregunta de investigación y los objetivos del proyecto.

la investigación intentó reconstruir procesos de configuración de comunidades técnicas, constituidas como grupos sociales interesados en resolver problemas planteados por la exigencia de transformar mineral de hierro mediante técnicas específicas y uso de artefactos especiales organizados en sistemas técnicos. Se identificaron momentos de hibridación de tecnologías provenientes de países y tradiciones técnicas diversas, que dieron lugar al ensamblaje de técnicas como el uso de locomotoras como máquinas fijas de vapor en la Ferrería de Samacá.

La teoría de los sistemas tecnológicos elaborada por Thomas Hughes resultó útil como herramienta teórica y metodológica para explicar socialmente el funcionamiento de comunidades que combinan hombres, máquinas, conocimientos técnicos y científicos, infraestructuras físicas, saberes y sistemas contables, producidos en espacios físicos determinados (Hughes, 1997: 51-53), en este caso, las ferrerías objeto de estudio.

Herramientas teóricas esbozadas en el marco conceptual y el conocimiento relativamente adecuado de la historia de las ferrerías objeto de estudio, permitieron abordar el análisis de formas organizativas y empresariales que asociaron hombres y capitales en las primeras sociedades anónimas del país, analizar el arribo al país de técnicos e ingenieros extranjeros para la construcción de instalaciones y la puesta en marcha de la

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones

transformación del hierro y su conversión en máquinas, herramientas y aparatos; emprender el aprendizaje de la metalurgia y profundizar en los factores que condujeron al fracaso de estos emprendimientos.

Resultados obtenidos

El estudio más importante sobre ferrerías en Colombia: Mencionamos el más reciente, elaborado por Alberto Corradine (2012), que sintetiza la experiencia de las distintas ferrerías existentes en el país, para concentrarnos en el trabajo de Alberto Mayor Mora titulado “¿De artesanos a técnicos?”, que constituye el capítulo tres de su libro *Cabezas duras, dedos inteligentes* publicado inicialmente por Colcultura en 1997, que se complementa con otros capítulos del mismo texto como el capítulo uno referido a “La reorganización de los oficios de cara al siglo XIX” y el capítulo cuatro, titulado “Las escuelas de artes y oficios en el siglo XIX: un ejercicio de cronología”. *Digamos, de entrada, que el mencionado capítulo tres, referido al tránsito de artesanos a técnicos, constituye la pieza más elaborada de la literatura existente sobre las ferrerías en Colombia.*

Primer alto horno construido en Suramérica: Alberto Corradine puntualiza que el primer alto horno construido en Suramérica no fue el de Pacho en 1837 sino el de Ipanema en Brasil en noviembre de 1818 (Corradine, 2012: 142), no obstante, el científico español Andrés Manuel del Río había construido uno de treinta pies en México, en la Ferrería de Coalcomán en Michoacán en 1808, basándose en modelos franceses de La Peyrouse y en el de la Forja de San Mauricio en el Canadá francés. Sobre el hecho escribe un ingeniero mexicano en 1891: «Con un soplo excelente, un martinete muy bueno, con un barro aceptable y con una construcción bien meditada y perfecta, se comenzó a fundir el 29 de abril de 1807, siendo los primeros lances dirigidos exclusivamente por el Sr. del Río y los jóvenes alumnos de Minería que lo acompañaron» (Ramírez, 1891: 32-33).

Innovación tecnológica, tránsito de la forja catalana al alto horno: con el método de forja catalana se produjo por primera vez hierro fundido y maleable en la ferrería de Pacho, a partir de 1830 (Safford, 1989: 292). Sólo hasta 1837 logra establecerse allí un alto horno construido por el director de ferrerías francés Cipriano Medard Merlín, con el apoyo de operarios franceses experimentados (Mächler, 1984: 114)

Hibridación de tecnología francesa e inglesa: Diferente es la situación de las ferrerías de Pacho y Amagá que usaron en sus comienzos, carbón vegetal como combustible, como correspondía a la tradición de Europa continental y de Francia, de donde provenían los técnicos de estas ferrerías. En consecuencia, quizá en la siderurgia colombiana del siglo XIX se habrían hibridado dos tradiciones técnicas diferentes: una inglesa y otra francesa con sus especificidades.

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones

Altos salarios y condiciones laborales: política de altos salarios, similares a los de Estados Unidos, cobrados por operarios norteamericanos o ingleses, que se encarecían cuando estos trabajaban en el exterior, afectó negativamente las finanzas de las ferrerías, se trataba de poseedores de un saber-hacer técnico especializado en siderurgia y metalmecánica imposible encontrar en nacionales que carecían de tales conocimientos, por lo que se recomendó su cambio por ingleses. La Ferrería de Pacho debió competir en el muy estrecho mercado nacional del equipo ferroviario con poderosas empresas laminadoras de riel inglesas (*La Industria*, 1884: 662).

Un obstáculo de carácter técnico, relativo a la productividad, se revela en las reflexiones que consideran que el quintal métrico de arrabio al pie del horno en La Pradera, está aún muy lejos de obtenerse al moderado precio al que se obtiene en algunas fábricas de Francia, en donde cuesta 9 o aún 7 francos (*La Industria*, 1884: 623). El desarrollo tecnológico de la siderurgia inglesa, francesa y de otros países de Europa resultó fatal para La Pradera.

Brecha tecnológica entre países desarrollados y no desarrollados: el desarrollo desigual de la técnica en los países centrales y en los periféricos hace que las innovaciones tecnológicas se difundan con celeridad. Los convertidores *Thomas* y *Bessemer*, Inglaterra y Estados Unidos iniciaron entre 1869 y 1873 el remplazo de rieles de hierro por acero, de mayor duración, dureza, flexibilidad y economía, inaugurándose época del *acero barato* (Rosenberg, 1979: 222; 1994, 19) que desplazó al riel de hierro fabricado en La Pradera.

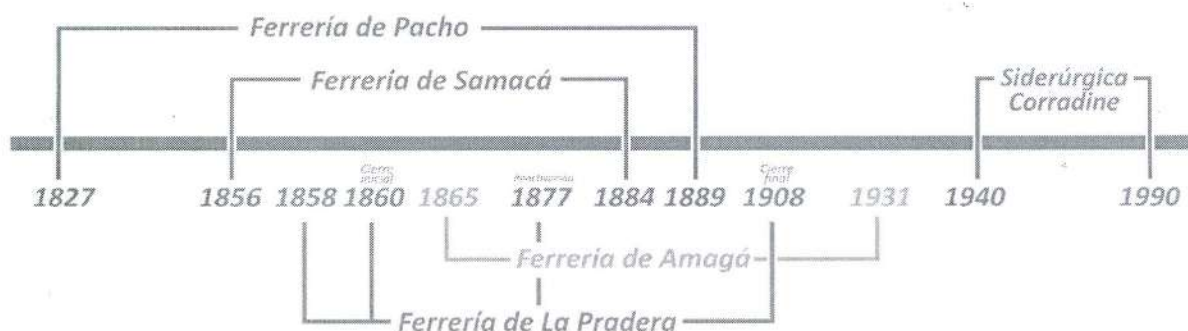
Comunidad técnica a partir de Freiberg o de Wolverhampton: En el origen de las técnicas modernas de trabajo del hierro en Colombia, antes que Wolverhampton en Inglaterra, punto de origen de los técnicos de las primeras ferrerías colombianas, estuvo la Bergakademie, una escuela de minas fundada en Freiberg, en Alemania en 1765, a fines del siglo XVIII, en un importante centro minero de Sajonia que rápidamente adquirió prestigio internacional. Freiberg representaba para el siglo XVIII la vanguardia de la minería mundial (Laing, 2002: 56).

Comunidad técnica o campo tecnológico: como recuerda Williams, la comunidad científica está constituida por múltiples lazos en los cuales las polémicas, los encuentros, los impresos, sean estos libros, folletos, periódicos, planos u hojas volantes, serán importantes a la hora de difundir conocimientos técnicos o de controvertirlos (Williams, 2004: 145). A pesar de las dificultades relacionadas con el insuficiente conocimiento de la técnica, la carencia de capitales, cierto aislamiento, y cierta ansiedad derivada del deseo de que sus obras públicas fueran consideradas de alta calidad, aunque resultaran antieconómicas, podemos concluir que para fines del siglo XIX contábamos con una comunidad técnica relativamente consolidada.

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones

Breve historia de las ferrerías colombianas

Gráfico No. 1
Línea de tiempo de las Ferrerías en Colombia 1827- 1990



Fuente: Elaboró Johnny Navia con base en datos del autor

En sus *Pensamientos Políticos*, escritos quizá en 1792, Pedro Fermín de Vargas, menciona como causas del escaso desarrollo de la minería en el país, la falta de instrumentos y de máquinas, la escasez y carestía del hierro y la carestía de esclavos negros para trabajar las minas, destacando la ausencia de un cuerpo de minería como el existente en Perú y Nueva España (Vargas, 1968: 60).

El rey de España, Carlos III, solicitó en 1787 al príncipe elector de Sajonia ocho mineralogistas competentes para trabajar al Nuevo Reino de Granada en minas de toda clase, fueron ellos: Emmanuel Gottlieb Dietrich, Christian Friedrich Klein, Jacob Benjamín Wiesner, Johann Abraham, Friedrich Bar, Johann Bruckard, Johann Samuel Borman y Johann Nengrictz, quienes arribaron a Cartagena en 1788 (De La Peña, 1877: 207- 208- 211-216, 219).

Wiesner dio comienzo al incipiente desarrollo metalúrgico de nuestro país:

“Certificó que el año 1814, siendo yo amanuense de los dos alcaldes de esta parroquia, presentó usted a ellos el pasaporte que traía para buscar minas de plomo, cobre y otros metales, por orden del Sr. presidente, Antonio Nariño, pasó usted luego al sitio de Algodonales y al de San Miguel, i habiendo hallado mineral de plomo, fabricó usted una enramada i fundió i extrajo plomo y descubrió que también había una gran mina de hierro y aparente para acero, e hizo usted todos los ensayos en el hierro i en el acero, i vi las barras de estos metales que usted

envió al gobierno. En el año de 1823 volvió usted a esta parroquia, con el objeto de principiar los edificios de establecimiento de la fábrica de herrería [...] hizo usted un horno y fundió allí mineral de hierro. Mariano Barragán" (De La Peña, 1877: 207- 208-211-216, 219).

En el origen de las herrerías y la industria del hierro en Colombia, antes que cualquier idea de progreso material pacífico, el impulso inicial proviene de las confrontaciones bélicas que buscaban la independencia del país.

En el grupo de herrerías establecidas durante el siglo XIX, destacó inicialmente la Ferrería de Pacho que prometía cubrir este tipo de demanda junto con otras relativas al diseño y elaboración de herramientas agrícolas sencillas.

La segunda hipótesis de este trabajo, no en el sentido de que haya sido el primer estudio en mencionar los intentos que por resolver la carencia de armas y de municiones para librar la Guerra de Independencia de España, realizaron Nariño y Caldas, sino quizá en advertir explícitamente la relación entre la guerra, la primera producción de hierro de carácter industrial y el nacimiento de la industria siderúrgica en Colombia.

Ferrería de Pacho

El congreso de Colombia concedió por decreto de 21 de agosto de 1827 privilegio exclusivo por quince años a los Leandro Egea y Bernard Daste para elaborar minas de "fierro" en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, constituyéndose la Compañía Franco Colombiana. El artículo 5° dice "quedará obligada la compañía a recibir en cada una de sus oficinas doce jóvenes naturales de Colombia, en calidad de aprendices sin exigirles cosa alguna por el aprendizaje" (AGN folio 00191).

Buchet de Martigny contrató en París a Cipriane Medard Merlín, director de fábricas de hierro, para que viniera a Bogotá a construirlo y este contrató un buen maestro albañil, un fundidor y un moldador para fundir utensilios de fierro. De Merlín se decía que conocía «especulativa y prácticamente la fabricación del hierro, lo mismo que la construcción del horno alto pues cuando se comprometió a venir a Bogotá se hallaba ocupado en dirigir uno» (Establecimiento de una Ferrería, 1833: 3).

Para 1837, año de la erección del alto horno, se cuenta con los siguientes operarios: dos ferrones franceses, dos fundidores moldeadores, uno francés y otro inglés, un carpintero mecánico inglés, tres negros libertos que "han aprendido algo" de las operaciones necesarias para preparar el crisol de las forjas, fundir el mineral y llevar el hierro al martinete, siendo necesario contratar otros operarios con experiencia en fundición y en hacer maleable el hierro fundido (Mächler, 1984: 85-94).

En 1870 el inglés Percy Brandon firma un contrato con Thomas Eyre, natural de Bilston con el objeto de que este preste sus servicios como para amoldador en la ferrería de Pacho a órdenes de superintendente de otro empleado que corresponda, el trabajo deberá hacerlo bien, sobriamente, además de atenerse a las leyes del país (AGN. Convenio Brandon - Eyre, 1870, 2 páginas).

En la Ferrería de Pacho, establecida formalmente en 1827 pero que producía de 1814, había ocurrido un proceso de transferencia de tecnología exitoso en donde los colombianos portaban ya el conocimiento suficiente en materia de transformación del hierro y producción comercial del mismo respecto de la producción individuos.

Ferrería de Samacá

Desde 1855 los ingleses Martin Perry y Santiago Bruce pusieron en marcha la Ferrería de Samacá en Boyacá sin mucho éxito, construyeron un horno alto, uno de puddler y uno de reverbero con los cuales trabajaron algún tiempo, obteniendo bastante cantidad de fundición de hierro en lingotes y en piezas amoldadas y alguna de fierro maleable que producían con medios imperfectos (Peña, 1880: 23). En 1878 es subvencionada y luego comprada por el gobierno de Boyacá presidido por José Eusebio Otálora, quien establece un contrato con Charles Otto Brown y Levy D. York de Nueva York (Pineda, 2009: 141) (Peña, 1880: 21).

El alto horno tenía una parte nueva de 6 metros de altura, un crisol nuevo, una turbina de 25 caballos de fuerza, cubilote para fundir 30 quintales de hierro, horno de reverbero, máquina de vapor de 10 caballos de fuerza, máquinas para aserrar madera, cepillar hierro, hacer tornillos y acerar. Aunque la compañía trajo 14 obreros, 9 regresaron a su país por lo que se contrataron dos nuevos, un americano y otro europeo, planeándose contratar 6 obreros hábiles en Inglaterra. Su propósito era fabricar rieles (Mateus, Et. Al., 1879: 4-6). En 1880 la Ferrería contaba con 200 obreros, entre ellos personal calificado: dos maquinistas, un herrero, un moldador, dos albañiles, dos sobrestantes, dos carpinteros, 20 canteros y 167 peones. Solo hasta 1882 logró fundir 120 toneladas de hierro antes de que se dañara el alto horno (Pineda, 2009: 139-140).

Sobre la fuerza de trabajo calificada informa el ingeniero Trófilo Verany luego de su visita a Ferrería de Samacá: *"Para todas estas operaciones ha faltado siempre, hasta el día de hoy una inteligente dirección técnica y buenos obreros instruidos en el trabajo de estos hornos, cosa muy difícil de encontrar en estos países, pero abundantes en el extranjero, por tanto, tendremos que ocurrir a ellos quienes en poco tiempo educarán obreros del mismo país"* (Verany, Diario Oficial, 1875: 3567, 3570).

La transferencia de tecnología a nuevos espacios industriales debe superar obstáculos de todo género, desde los económicos, geográficos, culturales y sociales, hasta los

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones

científicos y físicos, así, en Samacá los antiguos hornos de puddler existentes antes de la llegada de Brown y York no dieron resultado por lo que fueron demolidos por York, quien construyó un nuevo horno de reverbero, que tuvo de abandonar porque no calculó en su construcción las condiciones de presión debidas a la altura de Samacá sobre el nivel del mar, diferentes de las que él usaba en sus cálculos en los Estados Unidos. Peña critica además que una locomotora que compró la Ferrería sea usada como máquina fija, aunque esté bien montada (Peña, 1880: 20, 23).

Aun así, las dificultades para transferir tecnología desde países desarrollados a otros en trance de iniciar procesos de industrialización, generan proceso de aprendizaje de la técnica. En diversas ocasiones, ingenieros extranjeros y nacionales de la *Sociedad Colombiana de Ingenieros* en Bogotá, discutieron acerca del funcionamiento y rendimiento de máquinas de vapor móviles o locomotoras, a nivel del mar o a grandes alturas, con el objeto de establecer momentos de transferencia y adaptación de este tipo de artefactos hacia la incipiente industria nacional del siglo XIX.

En 1881 Alejandro Posse observa transferencias de tecnología como el hecho de que un nuevo director había ordenado la fabricación de ladrillos refractarios con diferentes formas y combinaciones necesarias, dando al modelo y las reglas bajo las cuales deben fabricarse de modo que en la carpintería se han hecho los moldes apropiados para ello y se ha conseguido la arcilla y arena apropiadas, mientras que los técnicos Hansen y Webber armaban y montaban cuatro calderas, elaborando in situ anillos y piezas roscadas. El director ha calculado matemáticamente los planos sobre los cuales se edificará la parte interior del alto horno y que para ese trabajo ha seguido prescripciones científicas y, ha tenido en cuenta las observaciones de acreditados autores (Posse, 1884: 9, 11, 12).

En 1884 la Cámara de Representantes estableció una comisión conformada por Liborio Zerda y Vicente Restrepo que redactó un informe negativo sobre la Ferrería de Samacá. Afirma que se han construido sin solidez y sin garantía de duración, grandes y costosísimos edificios, amenazados de ruina, sino que los depósitos o yacimientos de minerales que debían beneficiarse en la Ferrería son pobres en rendimiento unos y escasísimos en cantidad otros, mediando además la gravísima circunstancia de que el hierro que de ellos se podría extraer es de mala calidad, por estar mezclado el mineral con sustancias que no se le pueden separar y lo hacen inadecuado para la fabricación de hierro maleable. Los miembros de la comisión midieron las dimensiones y el volumen de los yacimientos, encontrando 922. 60 metros cúbicos explotables con un peso de 3.505 toneladas y sólo alcanzaría para una campaña de seis meses (Informe de una Comisión, 1884: 4).

Tercera hipótesis: el fracaso de la Ferrería de Samacá, que se precipitó en 1884 al suspenderle la Cámara de Representantes unos auxilios que le suministraba tuvo móviles políticos. La decisión se basó en un informe que suscita interrogantes:

- 1- El Informe fue manipulado por parte de políticos de la Cámara de Representantes.
- 2- Uno de los miembros de la comisión, el técnico altamente calificado, experto en ferrerías, Nepomuceno Rodríguez, se apartó de la comisión de la que hacía parte y rindió un informe independiente de tono positivo para la continuación de la obra.
- 3- El representante a la Cámara Carlos Calderón, se apartó del punto de vista mayoritario de la comisión de esa Institución
- 4- El veredicto de la comisión respecto de la calidad del hierro y del volumen de sus yacimientos fuera insuficiente, aparece contradicho por científicos y especialistas como los ingenieros y hombres de ciencia ingleses, norteamericanos y cubanos, Trófilo Verany, Thomas B. Nichols y Carlos Manó, respectivamente, y por los ingenieros colombianos Manuel H Peña y Rafael Espinosa.
- 5- La participación del Secretario de Fomento en la comisión científica, que se supone independiente, arroja dudas sobre la autonomía e independencia de la misma.
- 6- El muy duro enfrentamiento político contra el principal promotor de la ferrería, José Eusebio Otálora, hacen pensar que el fracaso de la ferrería está asociado a la virulencia del enfrentamiento político partidista antes que a factores técnicos y científicos.
- 7- Algunas décadas después el ingeniero Olimpo Gallo descubrió enormes yacimientos de hierro de muy buena calidad no muy lejos, en la misma región, que dieron origen a la compañía Acerías Paz del Río, cuya puesta en marcha debió enfrentar en su momento una dura oposición que solo se detuvo ante la movilización popular en Boyacá.

Ferrería de la Pradera

Situada en Subachoque, en la sabana de Bogotá, esta Ferrería, cuyos impulsores, Samuel Sayer, John James y Raphael Forest, intentaron ponerla en marcha desde 1855, contó con mejor suerte. En 1877, bajo la gerencia de Thomas Agnew, Lorenzo Codazzi y Carlos Manrique, fue reorganizada valiéndose de la experticia de un ingeniero inglés de Wolverhampton llamado W. E. Worrall, produciendo rieles de hierro que se usaron en el Ferrocarril de la Sabana (Nieto Paris, 1889: 1- 24).

Inició explotación de yacimientos de la hacienda La Pradera con un pequeño alto horno, además del derroche de energías y capacidad de organización de ingenieros, obreros especiales, maquinaria, herramientas y enseres, provenientes de Norteamérica y de Europa (Pereira, 1919: 59-60). Con cierta frecuencia, sus propietarios viajaban al exterior

para aprender procesos de beneficio del mineral de hierro, asegurando de paso la educación de los obreros colombianos de la Ferrería (Mächler, 1984: 120).

Manuel H. Peña y Rafael Espinosa presenciaron una fundición, resultante de la mezcla de hierro, coque y carbón de leña, que demostraba combustión incompleta, lo que indicaba que para el año de la visita aún no se dominaba de manera suficiente la técnica de fundir hierro, por lo que usaban un cubilote hierro de fundición producido en otra parte para moldear algunas piezas (Peña, 1880: 28)

Un ingeniero inglés apellidado Miller era notable dibujante de gráficos de alta precisión, dueño de técnica depurada y de altas capacidades que generaban respeto y confianza. Jóvenes bogotanos de buena familia, trabajaban allí como operarios sometiéndose a la labor dura de recibir enseñanza práctica, entre ellos Tomás Arango o el contador de la firma, Francisco Jordán, un ingeniero militar (Pereira, 1919: 62).

Pereira relata que en la Pradera «se sentía uno transportado a los centros fabriles de otros países: el humo de las chimeneas, el resoplar de las máquinas y el movimiento activo de los trabajadores» y que, durante la primera época, en la Ferrería se construyeron toda clase de máquinas, entre ellas los primeros motores de vapor hechos en Suramérica, junto con motores hidráulicos, rieles de ferrocarril y trapiches para surtir el interior del país. Sobre el personal anota que de allí salieron multitud de moldeadores, fundidores y mecánicos prácticos que difundieron su saber, evidenciándose que el obrero colombiano es capaz de un trabajo si no superior por lo menos igual al del operario extranjero, como se vio entre pudeladores, cilindrerros y otros que superaron a los obreros ingleses de modo innegable (Pereira, 1919: 64).

Rafael Nieto Paris describe científicamente la fabricación de rieles y a la construcción de la primera máquina de vapor en La Pradera, a través de complejos cálculos matemáticos relacionados con calidad del hierro requerido para fabricar rieles, resistencia de materiales, pruebas relativas a los pesos que deberán soportar y características de la máquina de vapor (Nieto Paris: 1889). En 1888 la Ferrería fabricó una máquina de vapor por primera vez en la historia tecnológica del país lo que, junto a los rieles y a las ruedas de regular calidad que elaboraba para los carros de carga de los trenes (Anales de Ingeniería. No. 29, 1889: 182).

Para 1890 el periódico El Relator registra que la maquinaria para la fabricación de rieles fue toda construida en La Pradera con excepción del motor de vapor que luego se construyó para mover el tren de laminación de rieles y que resulta similar a los fabricados en Inglaterra y Estados Unidos. Respecto de la formación de una fuerza de trabajo calificada se registra lo siguiente: *“Dichos trenes de laminación son servidos por obreros del país, educados todos en La Pradera y cuentan con el número suficiente de hornos de pudlar y de calentar, los cuales también están servidos por colombianos [...] en la*

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones

moldería de La Pradera se funden actualmente cinco toneladas de hierro en todas formas, los empleados que en ellas ocupan son todos colombianos y, fuera del director, han sido todos educados en La Pradera."

La Ferrería de Amagá

De acuerdo con Roger Brew, el hito clave de las manufacturas en Antioquia durante el auge minero del siglo XIX fue el establecimiento de una modesta industria del hierro, de maquinaria y de herramientas. El hierro producido en la Ferrería de Antioquia, fundada en 1865 y más conocida como Ferrería de Amagá, sirvió poco a la minería del carbón porque operaba en escala reducida, pero facilitó el desempeño de otros tipos de minería y de industrias relacionadas, dado que producía lingotes a precio menor que los importados, mientras otras fundiciones existentes como Sitio Viejo y Sabaletas debían importar los lingotes que utilizaban (Brew, 2000: 341).

La Ferrería y las fundiciones mencionadas dotaron al obrero antioqueño de destrezas y calificaciones en técnicas metalúrgicas y mecánicas, facilitando su desempeño en la industria moderna del siglo XX. (Brew, 2000: 341). Luego de 1893 la Ferrería recibía excursiones de estudiantes de la Escuela Nacional de Minas de Medellín (Mayor, Mora, 2001: 70).

Principales conclusiones

- En el origen de las técnicas modernas de trabajo del hierro en Colombia, antes que Wolverhampton en Inglaterra, punto de origen de los técnicos de las primeras ferrerías estuvo la Bergakademie, una escuela de minas fundada en Freiberg, en Alemania en 1765, a fines del siglo XVIII, en un importante centro minero de Sajonia que rápidamente adquirió prestigio internacional. Freiberg representaba para el siglo XVIII la vanguardia de la minería mundial (Laing, 2002: 56).
- La primera hipótesis que plantea esta investigación es que, a pesar del enorme impacto de la revolución industrial inglesa a que hemos hecho antes alusión, del papel de Wolverhampton como centro de la industria siderúrgica inglesa de importancia y de los muchos especialistas ingleses que vinieron a Colombia a trabajar o a fundar ferrerías como Martin Perry o Santiago Bruce, realmente el origen de esa industria estaba en el capital cultural portado por personajes como el español Fausto D'Elhuyar y el alemán Jacob Benjamin Wiesner, adquirido en Freiberg.
- La reflexión respecto de la relación entre la guerra y la siderurgia en Hobsbawm, McNeill, Arrighi, Rosenberg y Bessemer, quizá permita proponer que, por analogía, en el origen de las ferrerías y la industria del hierro en Colombia, antes

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones

que cualquier idea de progreso material pacífico, el impulso inicial proviene de las confrontaciones bélicas que buscaban la independencia del país.

- La segunda hipótesis de este trabajo, no en el sentido de que haya sido el primer estudio en mencionar los intentos que por resolver la carencia de armas y de municiones para librar la Guerra de Independencia de España, realizaron Nariño y Caldas, sino quizá en advertir explícitamente la relación entre la guerra, la primera producción de hierro de carácter industrial y el nacimiento de la industria siderúrgica en Colombia.
- En el proceso de constitución de las ferrerías durante el siglo XIX se encuentra evidencia suficiente de transferencia de tecnología y de aprendizaje de la técnica por arte de ingenieros, técnicos y operarios colombianos en la labor de extraer, fundir hierro y fabricar productos derivados de esa actividad en instalaciones modernas.
- Podemos concluir que para fines del siglo XIX contábamos con una comunidad técnica relativamente consolidada, aunque dividida por luchas regionales y debates técnicos o políticos, o enfrentamientos con ingenieros ingleses o norteamericanos con quienes se contendía por el control del campo de la técnica.
- En el fracaso de las ferrerías, antes que un problema de estrechez del mercado, parece configurarse un insuficiente espíritu empresarial que lleva en diversas ocasiones a que se abandonen empresas a pesar de la existencia de condiciones favorables para su desarrollo.
- El fracaso de la Ferrería de Samacá en Boyacá, parece relacionarse más con factores asociados a la pugna político partidista que a razones técnicas o económicas.
- Los primeros altos hornos siderúrgicos no fueron establecidos en Colombia sino en México en la primera década del siglo XIX.

4. Impacto actual o potencial:

Es relativamente reciente en el país el interés por la sociología, la historia, la filosofía o los estudios sociales de la ciencia y la tecnología, evidenciándose una creciente actividad en la constitución de grupos de investigación, cátedras universitarias, organización de simposios y congresos nacionales e internacionales y publicación de libros y revistas que tratan estos temas; en la medida en que se identifica el papel de la ciencia y la técnica como un factor decisivo en el aumento del poder y la riqueza de las naciones. La presente investigación contribuirá al desarrollo de estos debates.

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones



Los especialistas, particularmente ingenieros y planeadores del desarrollo del país, han avanzado en la comprensión puramente técnica o tecnocientífica de este tipo de problemas, lo que contrasta con un menor avance relativo de la comprensión de los fenómenos sociales y culturales que acompañan de modo universal los procesos de transferencia de tecnología. Aquí la producción teórica y empírica es menor y no siempre considerada de interés por quienes se dedican a la aplicación directa de la técnica en la solución de problemas específicos, de modo que pareciera existir una brecha que impide valorar las contribuciones de la ciencia social en temas cruciales a la hora de explicar las posibilidades de éxito o de fracaso de proyectos específicos de desarrollo científico y técnico del país. Se aspira a establecer lazos con ingenieros, científicos naturales y especialistas en los temas relacionados con esta investigación.

Es de esperar que la investigación propuesta tenga un valor intrínseco en términos de contribuir al avance de los estudios sobre la ciencia y la tecnología en el país y de aportar en términos de ampliar el campo de ciencias sociales como la historia o la sociología. Pero, además, la investigación aspira a lograr cierta difusión dentro de investigadores, profesores universitarios y especialistas de la ingeniería, la metalurgia y la teoría de la empresa, con el objeto de contribuir a crear cierta sensibilidad respecto de la necesidad de que sus programas de estudio y sus investigaciones introduzcan componentes sociales, históricos y culturales relativos a la tecnología, que contribuyan a acrecentar el acervo de experiencias históricas y sociológicas a tener en cuenta en el desarrollo de sus proyectos.

En síntesis, la investigación que proponemos intentará avanzar algo más allá de los relatos y análisis que ilustran los primeros intentos por industrializar el país que, a través de este tipo de entable industrial, han desarrollado economistas, sociólogos e historiadores, ahondando en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la técnica de la transformación del hierro en artefactos.

Divulgación de resultados:

- La revista *Universitas Humanística* de la Universidad Javeriana ha aceptado la propuesta de un artículo resultado de la síntesis de la presente investigación sobre ferrerías.
- Los resultados de la investigación fueron presentados públicamente en el espacio institucional de las charlas de los viernes que organiza la Facultad de Ciencias Sociales y Económicas en el Auditorio Antonio J. Posada, el día viernes 3 de noviembre de 2017 y fueron comentados por los profesores Carlos Ortiz y Carlos Osorio de las Facultades Ciencias Sociales y Económicas y de Ingeniería de la Universidad del Valle, respectivamente.

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones

5. Productos:

Tabla No. 1. Cantidad y tipo de productos pactados en el *Acta de Trabajo y Compromiso* y productos finalmente presentados

TIPO DE PRODUCTOS	No. de PRODUCTOS PACTADOS				No. de PRODUCTOS PRESENTADOS			
Productos de nuevos conocimientos								
Artículo en revista ISI-SCOPUS:	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
Artículo completo publicado en revistas indexadas	A1	A2	B	C	A1	A2	B	C
Libros de autor que publiquen resultados de investigación								
Capítulos en libros que publican resultados de investigación								
Productos o procesos tecnológicos patentados o registrados								
☐ Prototipos y patentes								
☐ Software								
Productos o procesos tecnológicos usualmente no patentables o protegidos por secreto industrial								
Normas basadas en resultados de investigación								
Formación de recursos humanos	No. de estudiantes vinculados		No. de tesis		No. De estudiantes Vinculados		No. De tesis	
Estudiantes de pregrado								
Semillero de Investigación								

Elaborado por: Vicerrectoría de Investigaciones

TIPO DE PRODUCTOS	No. de PRODUCTOS PACTADOS		No. de PRODUCTOS PRESENTADOS	
Estudiantes de maestría	1		1	
Estudiantes de doctorado				
Joven investigador				
Productos de divulgación				
Publicaciones en revistas no indexadas				
Ponencias presentadas en eventos (congresos, seminarios, coloquios, foros)	No. de ponencias nacionales	No. de ponencias internacionales	No. de ponencias nacionales	No. de ponencias internacionales
Propuesta de investigación				
Propuestas presentadas en convocatorias externas para búsqueda de financiación.	1		1	

Tabla No. 2. Detalle de productos

Para cada uno de los productos obtenidos y relacionados en la tabla anterior, indique la información solicitada para cada uno, anexando copia de las respectivas constancias. Como anexo a este formato encontrará el instructivo para la revisión de informes finales y productos

Tipo de producto:	Artículo
Nombre General:	Revista Universitas humanística No. 86 – en proceso de publicación
Nombre Particular:	Artículo "Ferrerías colombianas durante el siglo XIX: campo o comunidad técnica en el aprendizaje tecnológico"
Ciudad y fechas:	Ciudad y fecha de publicación o presentación del resultado.
Participantes:	Carlos Alberto Mejía Sanabria
Sitio de información:	Pontificia Universidad Javeriana

Formas organizativas:	Grupo de Investigación Estudios étnico raciales y del trabajo en sus diferentes componentes sociales.
-----------------------	---

Tipo de producto:	Libro de investigación en proceso de publicación
Nombre General:	Libro: Capital, industria farmacéutica y formas de acumulación flexible en la región del Valle del Cauca
Nombre Particular:	Libro: Capital, industria farmacéutica y formas de acumulación flexible en la región del Valle del Cauca
Ciudad y fechas:	En proceso de publicación
Participantes:	Carlos Alberto Mejía Sanabria y Estefanía Martínez
Sitio de información:	Programa editorial Universidad del Valle.
Formas organizativas:	Grupo de Investigación Estudios étnico raciales y del trabajo en sus diferentes componentes sociales.

Tipo de producto:	Libro de investigación en proceso de publicación
Nombre General:	Libro: Paisajes laborales postfordistas en el sur occidente colombiano: estudios del trabajo en el Valle del Cauca y el Norte del Cauca
Nombre Particular:	Libro: Paisajes laborales postfordistas en el sur occidente colombiano: estudios del trabajo en el Valle del Cauca y el Norte del Cauca
Ciudad y fechas:	En proceso de publicación
Participantes:	Carlos Alberto Mejía Sanabria
Sitio de información:	Programa editorial Universidad del Valle.
Formas organizativas:	Grupo de Investigación Estudios étnico raciales y del trabajo en sus diferentes componentes sociales.

Tipo de producto:	Libro de investigación en proceso de publicación
Nombre General:	Libro: Tecnología y nación, champanes, vapores fluviales, ferrocarriles, caminos y ferrerías en la historia de Colombia 1595 - 1990
Nombre Particular:	Libro: Tecnología y nación, champanes, vapores fluviales, ferrocarriles, caminos y ferrerías en la historia de Colombia 1595 - 1990



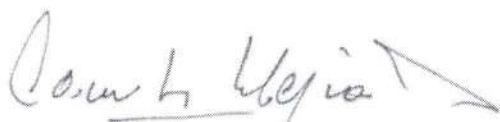
Ciudad y fechas:	En proceso de publicación
Participantes:	Carlos Alberto Mejía Sanabria
Sitio de información:	Programa editorial Universidad del Valle.
Formas organizativas:	Grupo de Investigación Estudios étnico raciales y del trabajo en sus diferentes componentes sociales.

Tipo de producto:	Ponencia
Nombre General:	Ponencia presentada en XI Congreso Nacional de Sociología – Diálogos críticos y redes de cooperación, PreALAS
Nombre Particular:	Ponencia: Conflictividad laboral en Colombia, 1990 - 2010
Ciudad y fechas:	Medellín. Del 26 al 29 de agosto de 2014.
Participantes:	Carlos Alberto Mejía Sanabria
Sitio de información:	Universidad de Antioquia
Formas organizativas:	Grupo de Investigación Estudios étnico raciales y del trabajo en sus diferentes componentes sociales.

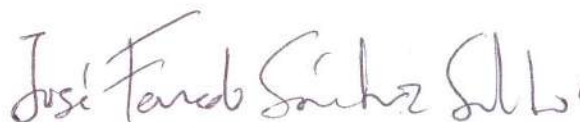
Tipo de producto:	Conferencia – Presentación de Informe de Investigación
Nombre General:	Conferencia – Presentación de Informe de Investigación
Nombre Particular:	Conferencia “Ferrerías colombianas durante el siglo XIX: campo o comunidad técnica en el aprendizaje tecnológico”
Ciudad y fechas:	Cali, noviembre 3 de 2017.
Participantes:	Carlos Alberto Mejía Sanabria
Sitio de información:	Universidad del Valle, Facultad de Ciencias Sociales y Económicas.
Formas organizativas:	Grupo de Investigación Estudios étnico raciales y del trabajo en sus diferentes componentes sociales.

Tipo de producto:	Cátedra abierta
Nombre General:	Cátedra abierta – Archivo Histórico de Cali
Nombre Particular:	Conferencia “Cómo se construían ferrocarriles en el siglo XIX: la historia del ferrocarril del Pacífico”
Ciudad y fechas:	Cali, noviembre 25 de 2014.
Participantes:	Carlos Alberto Mejía Sanabria
Sitio de información:	Centro Cultural de Cali
Formas organizativas:	Grupo de Investigación Estudios étnico raciales y del trabajo en sus diferentes componentes sociales.

La presente versión del informe contiene las observaciones de los evaluadores:



Firma del investigador principal



VoBo. Vicedecano de Investigaciones

Por favor presente su informe impreso y en formato digital en hoja tamaño carta, letra arial 11, con espacios de 1 1/2