

Electro Metallurgica Brasileira: História da Ciência e da Técnica como Objeto de Estudo e de Ensino¹

Marcelo Luis de Brino

Pedro Wagner Gonçalves

Daniel Ferraz Chiozzini

Natalina Aparecida Laguna Sicca

Resumo

Este trabalho considera a História da Ciência como campo multidimensional que pode contribuir para interconectar diferentes disciplinas por meio da integração curricular. O ponto de partida do ensino e da aprendizagem contextualizados foi a história da Electro Metallurgica Brasileira, foi um empreendimento que reuniu cafeicultores e ações governamentais para criar uma siderúrgica em Ribeirão Preto, interior de São Paulo na década de 1920. A história dessa usina mostra os desafios e as tomadas de decisão diante das controvérsias tecnológicas da época quanto ao uso de alto forno elétrico, melhor combustível e redutor (carvão mineral ou vegetal), bem como a localização da siderúrgica. Dois engenheiros (João Pandiá Calógeras e Luis Felipe Gonzaga de Campos) com forte formação geológica e metalúrgica tiveram papel de importante na definição e orientação de políticas de desenvolvimento industrial mas divergiam quanto às melhores opções para criar a siderurgia nacional. A discussão dessas controvérsias ajuda a compreender que o desenvolvimento científico não é progressivo, nem linear embora esteja vinculado a necessidades tecnológicas e econômicas.

Palavras-chave: História da Ciência, Ensino de Ciências, História da Técnica, siderurgia, História do Brasil

Abstract

History of science is a multidimensional area of knowledge in order to connect different disciplines upon a curricular integration. The point of start to situate the teaching and the learning is the technological history of the iron and steel enterprise of Ribeirão Preto steelworks happened in 1920's years. The coffee farmers and government authorities promoted the effort to create the steelworks in the county of the country. The challenge was to choose by the kind of industrial technology. That time, researchers disagreed about the place, the technique, the kind of fuel which would be used with better utility. Two engineers with a strong geological and metallurgical formation exemplified the technological controversies: João Pandiá Calógeras and Luis Felipe Gonzaga de Campos. They advocated differently on electrical furnace, kind of steel converter, as well as the place of the enterprise. The main findings shows up the history of science helps to understand the challenges of the past and the controversial side of scientific development.

Keywords: history of science, teaching of sciences, history of technic, iron manufacture, history of Brazil

INTRODUÇÃO

A história dos dilemas, obstáculos e desafios postos no começo da industrialização brasileira pode ser recuperada por meio da História da Ciência e da Técnica. O estudo do caso da Electro

1 Este trabalho foi apresentado no 1º Congresso Internacional de História da Ciência no Ensino (1CIHCE), Vila Real (Portugal), 30 de maio a 1º de junho de 2019.

Metallurgica Brasileira (Usina Epitácio Pessoa) - empreendimento realizado em Ribeirão Preto - indica como o levantamento da História Econômica, História da indústria e História regional ilumina como eram as explicações científicas de determinada época.

O modo como se combinaram e interagiram as forças econômicas e políticas regionais para promover novas atividades econômicas como a indústria ultrapassa muito os limites desta pesquisa. O que pretendemos tratar é das possibilidades e alternativas tecnológicas que estavam à disposição dos empreendedores.

O Grupo de Pesquisa colaborativa Universidade e Escola teve uma trajetória que conduziu a selecionar eixos curriculares para promover nexos entre campos diferentes de conhecimento. Um desses eixos é valorizar o local e a cidade como pontos de partida de estudos de todas as disciplinas do ensino básico. Isso conduz a buscar locais de interesse, usualmente percebidos como ordinários para fazer levantamentos que ampliam as ideias de tempo (do tempo histórico para o tempo da natureza), reconhecem os fluxos e as transformações da natureza e destas as inter-relações sociais, econômicas e culturais.

Ao longo do desenvolvimento desse Grupo de Pesquisa diferentes focos foram selecionados para desenvolver unidades didáticas. Enchentes no centro da cidade, abastecimento público de água, matas urbanas (Bosque Fabio Barreto e Mata de Santa Tereza), Fazenda Baixadão e sua incorporação à teia urbana, etc. Cada um desses focos admitiu inter-relacionar disciplinas e desenvolver o currículo para formar a cidadania e à consciência do ambiente por meio de eixos curriculares chave (teoria de sistemas, processos e tempo geológico, transformações e ciclos).

Esse caminho persegue selecionar outros locais da cidade e buscar novos vínculos. Dessa forma, o patrimônio histórico e cultural representado pelas ruínas da Electro Metallurgica Brasileira abriu novo campo educacional. Se por meio dos locais e alternativas anteriormente definidos, foi possível explorar as transformações, caminhos e fluxos da água e da areia, a siderúrgica ampliou para o tratamento do ferro. Dentro da abordagem do Grupo de Pesquisa, ferro pode ser tratado desde sua origem no interior das estrelas, sua concentração na crosta terrestre, os inúmeros usos do ferro durante a história da humanidade.

Em diferentes momentos e temas, a História da Ciência e da Técnica colaboraram no desenvolvimento do ensino e promoveram a aprendizagem. Nos limites dessa argumentação pretendemos demonstrar que a construção do conhecimento científico é o resultado de explicações e tecnologias conflitantes. A competição entre técnicas siderúrgicas e metalúrgicas do começo do século XX é um exemplo desse tipo de construção do conhecimento.

Na época, entre fins do século XIX e primeiras décadas do XX, inúmeros problemas técnicos e explicações desafiavam pesquisadores e industriais:

- Diminuir o gasto de energia no alto forno, ou seja, atingir temperaturas mais elevadas com menos combustível (carvão) ou baixar a temperatura das reações químicas que ocorrem no alto forno.
- Aumentar a produtividade do alto forno (aumentar a altura, a largura) e produzir aços com melhor qualidade (mais regularidade nas suas propriedades materiais).
- Conseguir aproveitar melhor o minério, tanto o que possui fósforo, quanto o que possui quartzo.
- Produzir ferro fundido e aço com menor quantidade de energia (melhorar os conversores de ferro gusa).
- Testar materiais que pudessem produzir aços com características especiais (p.ex., cromo, vanádio e tungstênio).

Além disso, há a particularidade da industrialização tardia do Brasil. A produção de ferro e aço do final do século XIX era irrisória diante da importação. No começo do século XX, foi se tornando mais clara a enorme jazida de ferro (do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais), o que despertava interesse internacional e trazia o dilema de se especializar na exportação de minério ou criar uma indústria de base nacional. Na mesma época, as jazidas de carvão de Santa Catarina também chamaram atenção. Apesar disso, a malha de transporte servia fundamentalmente à monocultura cafeeira e não facilitava o transporte nem do ferro, nem do carvão. Aspecto intensamente debatido era a melhor localização para as siderúrgicas: perto das jazidas de ferro, ou perto das jazidas de carvão.²

Para conduzir estudantes a refletir sobre esses desafios técnicos, científicos e econômicos foi esmiuçado um levantamento sobre a Electro Metallurgica Brasileira. Foram feitos levantamentos em arquivos públicos e privados de Ribeirão Preto (Estado de São Paulo) e São Sebastião do Paraíso (Estado de Minas Gerais); documentos oficiais de órgãos governamentais; revistas de Geologia Econômica cujos artigos do começo do século XX tratavam de minério de ferro, sobretudo minério de ferro do Brasil; documentos da Companhia de Força e Luz (principal proprietária da siderúrgica); discursos, palestras e artigos científicos publicados em revistas científicas brasileiras. Esses materiais serviram para construir unidades de ensino para o nível básico e para formação de professores.

O presente texto descreve o papel da História da Ciência e da Técnica na elaboração dessas unidades de ensino.

OBJETIVOS

2 Rabello, C.N. A Electro-Metallurgica do ferro. *Revista Politécnica*. São Paulo. nº11. 1906: 249-269.

Carvalho J.M. *A escola de Minas de Ouro Preto: o peso da glória*. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2010.. 196p. Acesso SciELO Books 21/01/2018 <http://books.scielo.org>.

O texto pretende mostrar como um estudo de caso sobre a história da tentativa de implantar a siderurgia no Brasil revela controvérsias tecnológicas. Estas aclaram problemas e desafios do início do século XX e, ao mesmo tempo, ajudam a compreender como a ciência e a tecnologia se desenvolvem por meio de controvérsias.

O estudo que é o resultado de um esforço de integração curricular promovido por um grupo de pesquisa colaborativo universidade e escola valoriza o patrimônio histórico e cultural, promove o desenvolvimento do currículo e a formação dos professores por meio da História da Ciência.³

O trabalho pretende revelar, ainda, como descobertas científicas e técnicas foram interpretadas e adaptadas por engenheiros nacionais. Esse conhecimento crucial é extraído de trabalhos de dois brasileiros: João Pandiá Calógeras e Luis Felipe Gonzaga de Campos. Eles servem de referência para a incorporação de tecnologias às condições brasileiras, embora outros pesquisadores da época desempenharam papel semelhante.

O texto busca indicar como a História local e regional pode colaborar na integração curricular. Trata-se de uma tentativa de construir unidades educacionais que tratam a natureza sob o ponto de vista da Ciência do Sistema Terra.

QUESTÕES CHAVES QUE DIRIGEM A ATIVIDADE EDUCACIONAL

Certo conjunto de perguntas decisivas orientam o exame de documentos e a interpretação que será dada pelos participantes da atividade educativa ao conjunto de documentos e informações que acompanha o estudo de caso.

- *Por que foi criada um siderúrgica em Ribeirão Preto (por que não foi criada em outro lugar do Estado ou do País)?*
- *Quais eram as opções tecnológicas e econômicas para implantar a siderurgia no Brasil nas primeiras décadas do século XX?*
- *Sabemos que a porcentagem média de ferro em todos os minerais da crosta terrestre é de 5% (para se ter uma comparação, o oxigênio representa cerca de 50%). Jazidas de ferro são locais onde a concentração de ferro é superior a 55% (locais que a concentração elevada permite a exploração econômica). Quais são os mecanismos responsáveis pela concentração anômala de ferro das jazidas?*

ELECTRO METALLURGICA BRASILEIRA: OPÇÕES TÉCNICAS E DESAFIOS

3 Ribeirão Preto. Prefeitura Municipal de Ribeirão Preto. CONPACC. Processo de tombamento nº02 2003 026116-0. Tombamento do prédio que pertenceu a Companhia Electro Metallurgica Brasileira com data de 2004.

Infelizmente há um quadro fragmentado e incompleto do empreendimento siderúrgico dos fazendeiros de Ribeirão Preto, da década de 1920. Durante perto de dez anos, uma multiplicidade de iniciativas envolveu desde a construção e revitalização de ramais ferroviários; aquisição de minas de ferro e dolomito; compra, venda e diversos tipos de concessão combinando recursos públicos e da iniciativa privada em torno do sonho de criar uma siderúrgica.

O estudo de caso da Electro Metallurgica Brasileira revela uma combinação de ações ambiciosas de criar a indústria de base no interior paulista e os dilemas e limites técnico-científicos. Fazer uma siderúrgica trouxe o desafio de importar o alto-forno sueco, bem como contratar a empreiteira que construiu o prédio da fábrica. Evidentemente faltavam engenheiros e metalúrgicos que pudessem operar máquinas e equipamentos e, na mesma época, pôr o empreendimento para funcionar dependia de adaptações às matérias primas diferentes daquelas empregadas na Suécia.

Um conjunto esparso de fontes e algumas publicações secundárias largamente reproduzem sucessivamente às mesmas informações. O engenheiro Flávio de Mendonça Uchôa mudou-se para Ribeirão Preto no final do século XIX. Ali se envolveu em inúmeros empreendimentos vinculados à infraestrutura (desde abastecimento de água e luz, pavimentação de ruas, transporte, etc.). Isso o conduziu a uma posição de destaque na *Companhia de Força e Luz* que foi responsável pela produção e distribuição de energia elétrica em diferentes cidades da região.⁴

A criação de uma siderúrgica em Ribeirão Preto foi uma espécie de desdobramento da Companhia de Força e Luz e, ao mesmo tempo, diversificação da aplicação de capital dos fazendeiros em um momento especialmente favorável em virtude das restrições de importação de ferro e aço devido à Primeira Guerra Mundial.

Sobretudo nos governos dos presidentes Epitácio Pessoa e Artur Bernardes importantes mudanças institucionais alteraram a regulação para exploração mineral (especialmente ferro e carvão) e incentivaram a criação de siderúrgicas (Brasil, 1917, 1918, 1925).

A Companhia Electro Metallurgica Brasileira foi criada em 28 de fevereiro de 1920. A Ata da Assembléia de criação mostra diferentes iniciativas anteriormente tomadas para estabelecer o

4 Flávio de Mendonça Uchôa nasceu no município de Estância, Sergipe, em 1870. Descendente de fidalgos portugueses radicados na capitania de Pernambuco no século XVI. Formado engenheiro na Escola Politécnica do Rio de Janeiro em 1892. Em 7 de dezembro de 1892 foi nomeado para exercer o cargo de auxiliar da 1ª Seção do Serviço de Obras Públicas da Cidade de São Paulo. Aportou em Ribeirão Preto para ser gerente da fazenda Guataparará, propriedade da Família Prado, casando-se com uma das filhas, empreendeu na cidade obras de higienização e limpeza urbana, construção de hidrelétrica na região de Ribeirão Preto, concebeu a Empresa de Força e Luz, se tornou fazendeiro, idealizador da Electro Metallurgica Brasileira. (Paziani & Mello 2011). Paziani R., Mello R.C. de. De Pioneiro a empreendedor: Um estudo da Trajetória de Flávio Mendonça de Uchôa em Ribeirão Preto (1898-1930). *Dialogus*, Centro Universitário Barão de Mauá, Ribeirão Preto (2011): 93-122.

empreendimento industrial (Ribeirão Preto, Empresa de Força e Luz de Ribeirão Preto, v. II, São Paulo: Casa Graphica, 1921, p.93-127).

Os sócios constituíram uma sociedade anônima para explorar a indústria do ferro. A ideia era aproveitar todos os subprodutos da fusão e os elementos componentes da fabricação do mesmo ferro. Instalaram dois fornos elétricos para esse fim na cidade de Ribeirão Preto:

A sociedade tem por fim: a) fabricar ferro gusa do minério das jazidas situadas no município de Jacuhy, Estado de Minas Geraes, pelo processo de altos fornos electricos, e transformar essa gusa em aço por esse ou outro qualquer sistema; b) montar oficinas de moldagem para aplicação do ferro gusa e aço que fabricar; c) instalar um serviço de laminação para transformar o aço fabricado em bitolas comerciais; d) montar fornos para transformação da madeira em carvão aproveitando os subprodutos da madeira; e) montar e explorar uma fabrica de cimento para aproveitamento das escorias do alto forno elétrico e gases da madeira; f) adquirir ou construir uma estrada de ferro para o transporte da matéria prima necessárias aos seus diversos ramos industriais; g) adquirir terras marginais da estrada de ferro que construir ou comprar para plantação de eucaliptos em quantidade suficiente e uma cultura perene, de acordo com as exigências industriais. § único. A sociedade montará os altos fornos, suas dependências e demais instalações na cidade de Ribeirão Preto. Art. 3o. A duração da sociedade será de cinquenta anos a contar desta data. (...) - (Empresa Força e Luz de Ribeirão Preto, 1920).⁵

O Presidente da Empresa Sr. Dr. Ernesto Ramos informou que o gerente (Flavio Uchôa) visitou EUA, Inglaterra e Suécia para estudo da fusão do minério de ferro, visitou grandes instalações siderúrgicas e consultou especialistas. Levantou orçamentos de fabricantes de fornos. O projeto foi submetido a estudos de uma das maiores autoridades no assunto Sr. Dr. Gonzaga de Campos tendo dele recebido elogios (Empresa Força e Luz de Ribeirão Preto, 1921).

O projeto de siderúrgica previu instalar dois fornos para produção diária de 30 toneladas de gusa cada um. Este material deveria ser transformado em aço laminado de diversas bitolas comerciais de 0,06 para baixo: um trem laminador de 400 mm e outro de 250 mm (Empresa Força e Luz de Ribeirão Preto, 1921).

A Diretoria examinou e decidiu que o melhor local para instalar a fábrica é nas proximidades de Ribeirão Preto. Trata-se de eixo ferroviário ligado aos estados de Goiás, Mato Grosso e Minas Gerais. Depois de executada a ligação ferroviária projetada, encontrava-se a 140 km das jazidas de

⁵ Empresa de Força e Luz. Ata de fundação da Companhia Electro Metallurgica Brasileira. São Paulo: Casa Ghaphica, 1921. p.93-127. Localização: Arquivo Público e Histórico de Ribeirão Preto. Fundo: Companhia de Força e Luz.

ferro e dolomito de Jacuy (São Sebastião do Paraíso, MG). Nas proximidades, existiam terrenos com matas que poderiam ser adquiridas por preços módicos para serem transformadas em carvão. Nos mesmos terrenos era possível plantar eucalipto para produzir carvão. A Empresa também dispunha de energia elétrica necessária para a futura indústria (Empresa Força e Luz de Ribeirão Preto, 1921).

A Empresa Força e Luz de Ribeirão Preto comprou um imóvel rural que se estende do Morro do Ferro e abrange todas as terras dos outorgantes, imóvel denominado “Fernando Paz”, situado no distrito de paz de Santa Cruz das Areias, município de Jacuhy, confronta com João Luiz Correia, Arlindo Martins Pereira, Antonio Alves de Barros, Benjamin Clementino de Queiroz, Paulino Francisco da Silva, Joaquim Correia Tristão. Foi pago 10 mil no ato, 10 mil entre 15 e 30 dias, 30 mil em 31 de dezembro de 1919 com juros de 8% ao ano (Escritura de compra e venda. Município de Jacuhy, 13-08-1918).

O presidente da Empresa, Ernesto Ramos informou, ainda, que a Empresa de Força e Luz incorporou a Companhia Electro Metallurgica Brasileira e iniciou negociações para aquisição de uma estrada de ferro para facilitar o transporte e com esse intento procurou a liquidante The San Paulo and Minas Company Limited, de Londres, para efetuar a compra dos bens da Estrada de Ferro S. Paulo & Minas entre Bento Querino e S. Sebastião do Paraíso. Foi feito o acordo quanto ao preço de 100.000 libras, parte a vista e parte a prazo em cinco anos, com juros entre 7 e 9% ao ano (Empresa Força e Luz de Ribeirão Preto, 1920).

As operações da Usina Epitácio Pessoa da Companhia Electro Metallurgica Brasileira começaram em 1922. Dois alto fornos elétricos, suecos, usando carvão de madeira como redutor. Integrados a dois conversores Bessemer, um forno elétrico de refino “Ludlum” e dois trens de laminação (Empresa Força e Luz de Ribeirão Preto, 1921; Barros, 2012).⁶

Felicíssimo Junior (1969) argumenta que apesar da excelente qualidade de seus produtos, a usina nunca chegou a operar em plena capacidade. Para ele, o problema principal foi a escassez de recursos financeiros disponíveis, dos meios e do suprimento de energia e de uma adequada proteção alfandegária. A Usina Epitácio Pessoa cessou suas atividades em 1929, quando a situação do fornecimento de energia elétrica tornou-se crítica. Mas em 1924, a usina bateu o recorde do País ao laminar 5.000 toneladas de ferro fazendo jus ao prêmio de cento e cinquenta contos (150:000\$000 reis)

6 Empresa de Força e Luz. *Escrituras da organização da...* São Paulo: Casa Graphica 1921. Localização: Arquivo Público e Histórico de Ribeirão Preto. Fundo: Intendência Municipal; Grupo: Desenvolvimento rural e urbano; Subgrupo: Uso e ocupação do solo e obras públicas. Barros, G. O desenvolvimento do setor siderúrgico brasileiro entre 1900 e 1940: criação de empresas e evolução da capacidade produtiva. *CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE HISTÓRIA ECONÔMICA*, 4, São Paulo, 09-11/10/2012. Versão eletrônica, p.1-23. URL: <http://cihe.fflch.usp.br/node/15> Acesso: 17/03/2014.

instituído pelo Governo Federal para incrementar as indústrias siderúrgicas nacionais (Felicíssimo Junior, 1969).

É importante mencionar que essa foi uma das queixas de Flavio Uchôa: de fato, esse prêmio nunca foi pago pelo governo.

Os governos federal, estadual e municipal (de Ribeirão Preto e de São Sebastião do Paraíso) deram diversos tipos de incentivos à Companhia Electro Metallurgica Brasileira: desapropriação de terras, concessões de diferentes natureza e empréstimos. Largamente foram regulados dentro de políticas que promoviam a mineração e a siderurgia. O arranjo desse quadro político e institucional teve um intenso envolvimento de Luiz Felipe Gonzaga de Campos e João Pandiá Calógeras .

O próprio arranjo institucional e político permite identificar o conjunto de limitações e dificuldades que os empreendimentos siderúrgicos tiveram nas primeiras décadas do século XX: capital privado e empréstimos governamentais escassos, muitos problemas institucionais quanto à propriedade do subsolo (apesar das iniciativas do período, só após a Revolução de 1930 e a promulgação do Código de Mineração a exploração do subsolo encontra certa estabilidade por algumas dezenas de anos). Um debate que envolveu as autoridades e a academia (a intelectualidade da época) tratou dos dilemas de tipo de alto forno, tipo de conversor de gusa em ferro fundido e aço, combustível do alto forno (carvão mineral ou vegetal), capacitação dos técnicos (engenheiros formados no Brasil) e operários, localização das siderúrgicas em relação aos centros consumidores, minério de ferro e carvão. Os desafios mostraram quase intransponíveis: de mais de 20 siderúrgicas instaladas no período quase todas faliram. A Companhia Electro Metallurgica Brasileira foi uma das que fechou deixando enorme prejuízo para os investidores e para o governo que forneceu crédito.

VISÃO DE PANDIÁ CALÓGERAS SOBRE A SIDERURGIA NACIONAL E SOBRE A MINERAÇÃO

João Pandiá Calógeras se graduou na Escola de Minas de Ouro Preto na 12ª turma em 1890 (A³em Semop 2009).⁷

7 João Pandiá Calógeras nasceu no Rio de Janeiro, em 1870, formado pela Escola de Minas de Ouro Preto, em 1890. Elegeu-se deputado federal pela primeira vez em 1897 pelo Partido Republicano Mineiro (PRM). Por estar em conflito com o presidente da República, Prudente de Moraes, não conseguiu reeleger-se no pleito seguinte. Em 1903, após passagem pela Europa, ganhou projeção nacional com a publicação de "As minas do Brasil e sua legislação", obra na qual fazia a distinção entre a propriedade do solo e a propriedade do subsolo, defendendo o direito do governo de desapropriar o subsolo para explorá-lo. Essa tese, mais tarde, foi transformada na chamada Lei Calógeras. Reelegeu-se sucessivamente, tornou-se uma das figuras de maior prestígio no Congresso. Com a posse de Venceslau Brás na presidência da República, em novembro de 1914, assumiu o Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, permanecendo no cargo até julho de 1915. Assumiu então a pasta da Fazenda, onde realizou detalhado trabalho de saneamento das finanças do país. Em 1918, voltou à Câmara por um breve período. Nesse mesmo ano integrou e depois chefiou a delegação brasileira à Conferência de Paz de Versalhes, ao término da Primeira Guerra Mundial. Ao retornar ao Brasil foi nomeado ministro da Guerra pelo presidente Epitácio Pessoa, sendo o único civil a ocupar essa pasta na Primeira República. Sua gestão no ministério foi

Calógeras argumentou sobre a localização da siderúrgica e também a utilização do combustível a ser utilizado, comparando o processo a países europeus:

“Dentro da fórmula dominante hoje, a questão só poderia vir resolvida com altos fornos “no littoral”, elaborando hematitas de Minas e importando hulha própria para coke. Foram feitos estudos nesse sentido, dos quaes se deduziu que a lucta seria possível com o material importado. Assim acontecendo, morreriam impreterivelmente os arremedos industriaes existentes, e dominaria o mercado o estabelecimento littoraneo” (Calógeras, 1928).⁸

Calógeras defendeu que as siderúrgicas fossem instalados no litoral, mais especificamente no Rio de Janeiro onde o minério de ferro mineiro viria pela da Estrada de Ferro Central com bifurcação em Barra do Pirahy para São Paulo e Minas. Ao mesmo tempo, a importação de carvão mineral da Inglaterra ou da Alemanha seriam facilitadas pelo porto:

“Assim se reproduziria, em sentido inverso, a norma seguida na Inglaterra: lá, o minerio vindo da Hespanha e elaborado no alto-forno inglez com o combustível local; aqui, o minerio de Minas, reduzido com o coke preparado com a hulha ingleza ou allemã importada. Si se levar em conta os pesos transportados por mar nos dous casos e os respectivos fretes, se verá que as soluções se equilibram; haverá até vantagem em nosso favor, si o pagamento da hulha importada se fizer, exportando peso equivalente de minerio de ferro.” (Calógeras, 1928, p.197).⁹

Calógeras reconhecia duas origens importantes de minério de ferro no Brasil, apesar de existirem muitas jazidas. Eram conhecidas ocorrências da Bahia até o Norte, mas que não tinham utilidade econômica. As jazidas de origem sedimentar se localizavam em Minas e em Goiás (as camadas de itabiritos, sendo dominante o sesquióxido de ferro) e as de origem magmática da região sul (nas quais predominava a magnetita). (Calógeras, 1928, p.64)

No ano de 1928, Calógeras considerava que o problema siderúrgico brasileiro poderia ser solucionado com a utilização do forno Willian H. Smith, do fabricante General Reduction Corporation de Detroit, Michigan, Estados Unidos.

marcada pela modernização e ampliação do Exército, tarefa para a qual contou com a colaboração de uma missão militar francesa. Deixou o ministério em novembro de 1922, quando terminou o mandato de Epiácio Pessoa. Afastou-se, então, por algum tempo da vida política para dedicar a negócios particulares e atividades intelectuais. Em 1928, foi eleito presidente da Sociedade Brasileira de Engenharia. Em 1930 deu apoio à candidatura presidencial de Getúlio Vargas, derrotada nas urnas pelo situacionista Júlio Prestes, e ao movimento revolucionário liderado por Vargas que tomou o poder em novembro daquele ano. Após a implantação do novo regime, colaborou com o governo em questões relativas à legislação de minas. Em 1932, presidiu a Liga Eleitoral Católica (LEC) e, no ano seguinte, elegeu-se deputado federal constituinte pela legenda do Partido Progressista de Minas Gerais. Morreu em Petrópolis (RJ), em 1934.

A³em – Semop, *A escola de Minas – A tradição de ser ex aluno*. Belo Horizonte. 2009. URL: <http://semopbh.com.br/livros-de-ex-alunos>. Acesso 29/06/2018.

8 Calógeras, Pandiá, *Mineralurgia em São Paulo. Revista Politécnica* (1928).

9 Calógeras, Pandiá, *Mineralurgia em São Paulo. Revista Politécnica* (1928).

“[...] Os progressos para abater o custo da gusa consistiram em reduzir consumos pela melhoria da equação thermica do forno, quer augmentando-se suas dimensões, quer pelo preaquecimento, energico do ar comburente.[.]” (Calógeras, 1928, p.195)

10

Neste processo a transformação do ferro em aço ocorre pela redução, onde o resíduo é o ferro esponja, ao invés de ferro gusa, neste processo a redução gasosa dos minérios ocorre diminuindo o gasto de calor da fusão do metal e das impurezas. (Calógeras, 1928, p.69).¹¹

Calógeras defendeu que o combustível ideal para utilização nos alto fornos seria o carvão mineral ao invés do carvão vegetal como se fazia no Brasil, segundo ele isso havia resolvido o problema siderúrgico em países europeus.

“[...] Irrisorio seria pensar no carvão de madeira como substituto da hulha. Esta, ha mais de século, venceu definitivamente o combustível vegetal. Mais barato, dando producto mais compacto e resistente ao esmagamento das cargas, fornecendo temperaturas mais constantes em todo o forno pela melhor distribuição dos filetes gazosos e pela amplitude maior dos aparelhos, o coke permittiu produção immensamente maior por forno e, reduzindo despezas geraes, deu afinal custos unitários menores para a gusa [...]” (Calógeras 1928, p.195)¹².

Calógeras participou ativamente do debate relacionado à implantação da siderurgia no Brasil, contribuindo com seu conhecimento técnico.

VISÃO DE GONZAGA CAMPOS SOBRE A SIDERURGIA NACIONAL E SOBRE A MINERAÇÃO

Luiz Felipe Gonzaga de Campos se graduou na Escola de Minas de Ouro Preto em 1879 na 2ª turma. (A³em Semop 2009).¹³

Gonzaga de Campos indicou três locais como apropriados para instalar siderúrgicas no Brasil: porto do Rio de Janeiro, Vale do Rio Doce, Vale do Mucury e os Rios Jequitinhonha e Pardo. Esses eram atendidos pela Estrada de Ferro Vitória à Minas. Mas para ele outros locais poderiam ser

10 Calógeras, Pandiá, Mineralurgia em São Paulo. *Revista Politécnica* (1928).

11 Calógeras, Pandiá, Mineralurgia em São Paulo. *Revista Politécnica* (1928).

12 Calógeras, Pandiá, Mineralurgia em São Paulo. *Revista Politécnica* (1928).

13 Luis Felipe Gonzaga de Campos (1856-1925) formado na Escola de Minas de Ouro Preto estudou ferro, diamante e ouro de Minas Gerais e ouro de São Paulo. Foi Diretor do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil à época vinculado ao Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio.

A³em – Semop, *A escola de Minas – A tradição de ser ex aluno*, Belo Horizonte. 2009. URL: <http://semopbh.com.br/livros-de-ex-alunos>. Acesso 29/06/2018.

considerados, desde que, os custos fossem considerados e os produtos tivessem um preço final competitivo. (BRASIL, 1922, p.63).¹⁴

Gonzaga de Campos fez análises em Minas Gerais durante o período por nós estudado, nos fornecendo alguns dados:

“O minereo apresenta-se sob três formas diferentes: como rocha in situ, construindo o minereo de pedreira; como fragmentos providentes de desagregação das pedreiras, cobrindo as grandes áreas nas encostas das montanhas; e como um conglomerado, constituído pelos fragmentos e cimentados por limonita, que é o typo denominado canga”. “Pela pureza ocupa o primeiro plano o minereo de pedreira: grandes massas perfeitamente homogêneas, com o teor de 50 a 70% de ferro.” (BRASIL, 1922, p.76).¹⁵

No Brasil, os estados de Minas Gerais, Bahia e Goiás na sua maioria os minérios são hematitas; em São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Mato Grosso ocorre a predominância de magnetitas. (Brasil, 1922, p.55).¹⁶

Gonzaga de Campos vislumbrava eficiência do alto forno elétrico como solução para os problemas siderúrgicos brasileiros e de países com escassez de carvão mineral:

“Pode-se afirmar que os grandes progressos hoje apresentados pelo forno electrico industrial nasceram quase todos das tentativas naquele sentido. Stassano, Heroult, Kjelin, Girod, quase todos, começaram com experiências para fabricação de gusa. È bem verdade que posteriormente, cada um destes typos de fornos foi entrando na industria com applicação ao fabrico de ferro e aço e de ligas especiaes.” (BRASIL, 1922, p.65).¹⁷

Gonzaga de Campos indicou que o melhor combustível para o alto forno era o carvão mineral, mas devido à escassez deste no Brasil, assumia que o carvão vegetal e os alto fornos elétricas traziam vantagens por causa das extensas matas e da abundante força hidráulica:

14 Brasil. *Informações sobre a Industria Siderurgica*. Brasil. Ministerio da Agricultura, Industria e Commercio, Serviço Geologico do Brasil. Rio de Janeiro. *Boletim*, nº2. 1922. Empreza Brasil Editora. 117p. (Relatório de Luiz Gonzaga Campos).

15 Brasil. *Informações sobre a Industria Siderurgica*. Brasil. Ministerio da Agricultura, Industria e Commercio, Serviço Geologico do Brasil. Rio de Janeiro. *Boletim*, nº2. 1922. Empreza Brasil Editora. 117p. (Relatório de Luiz Gonzaga Campos).

16 Brasil. *Informações sobre a Industria Siderurgica*. Brasil. Ministerio da Agricultura, Industria e Commercio, Serviço Geologico do Brasil. Rio de Janeiro. *Boletim*, nº2. 1922. Empreza Brasil Editora. 117p. (Relatório de Luiz Gonzaga Campos).

17 Brasil. *Informações sobre a Industria Siderurgica*. Brasil. Ministerio da Agricultura, Industria e Commercio, Serviço Geologico do Brasil. Rio de Janeiro. *Boletim*, nº2. 1922. Empreza Brasil Editora. 117p. (Relatório de Luiz Gonzaga Campos).

“[...] muito pouco carvão de pedra e de qualidade inferior, grande quantidade de minereio de ferro, enormíssima riqueza em força hydraulica e, relativa abundancia de mattas para fabricação do combustível reductor. [...]”. (BRASIL, 1922, p. 7)¹⁸

Gonzaga campos com sólida formação técnica também contribuiu para o debate sobre o problema siderúrgico brasileiro.

HISTÓRIA DA CIÊNCIA, ELECTRO METALLURGICA BRASILEIRA E ENSINO

O estudo do caso Electro Metallurgica Brasileira revela o potencial da História da Ciência e da Técnica como instrumento multidisciplinar capaz de criar distintas formas de integração curricular, seja ao se voltar para a educação de jovens, seja para formar professores.

Os dilemas e o esforço de compreender as perguntas abre a possibilidade de aproximar disciplinas comuns do ensino básico: Biologia (por meio dos diversos modos de aparecimento e transformação do ferro nos seres vivos, pelo papel do ciclo do ferro nas atividades metabólicas, pela aproximação da história da vida, da Terra e da evolução, das dinâmicas de desmatamento usualmente ligadas à implantação de siderúrgicas e consumo de carvão vegetal).

A Geografia pode ser examinada pelos aspectos físicos e, ou, pelos econômicos. A história da siderúrgica permite explorar os fluxos de mercadoria e capital, as ligações da agricultura, monocultura cafeeira e ocupação do território, bem como as tentativas de diversificação da aplicação do capital por meio da história da ferrovia paulista e das iniciativas de industrializar e urbanizar os municípios.

Dentro desse quadro, a História vai além das questões da Ciência e da Tecnologia. A História regional permite diversificar as fontes de construção do conhecimento e isso é particularmente importante no ensino básico pois neste as abordagens conceituais geralmente são universais e sem contextualização. A história da siderúrgica aprofunda os modos de mostrar as mudanças econômicas, as formas de exploração da força de trabalho no mundo rural e suas diferenças com o ambiente urbano e industrial e quais são os elementos que se inter-relacionam ao desenvolvimento industrial. Em outros termos, a disciplina História tem um potencial de facilitar os nexos entre as disciplinas escolares.

A Química pode tratar de modo contextualizado inúmeros conceitos universais: reação química, características dos materiais e dos elementos químicos (ferro e carvão). Todos esses elementos que emergem da história da siderurgia admitem tratar quais são as transformações químicas que ocorrem para concentrar minério de ferro na crosta terrestre, bem como as mudanças dos íons de ferro na natureza e dentro do alto forno.

18 Brasil. *Informações sobre a Industria Siderurgica*. Brasil. Ministerio da Agricultura, Industria e Commercio, Serviço Geologico do Brasil. Rio de Janeiro. *Boletim*, nº2. 1922. Empresa Brasil Editora. 117p. (Relatório de Luiz Gonzaga Campos).

A Matemática pode examinar uma série de representações (linguagem) que interconectam as disciplinas já mencionadas.

A Engenharia e a Geologia se destacam como elos entre diferentes disciplinas pois abrem a discussão sobre os caminhos da natureza para a sociedade e a cultura (origem na crosta terrestre dos minérios de ferro e carvão, seu transporte até a fábrica e desta para o mercado consumidor com geração de diversos resíduos). Tratam, ainda, do intercâmbio experimental e teórico entre Metalurgia e Química. Tomar esse conjunto de explicações do ponto de vista da História da Ciência revela dilemas e desafios do conhecimento da época sobre as reações químicas, a termodinâmica e como as alternativas técnicas contribuíram para compreender melhor materiais e suas transformações, ao mesmo tempo, permitiram diversas melhoras no rendimento dos alto fornos e na qualidade do aço.

História da Ciência mostra-se como um campo multidimensional que ajuda a compreender o caráter humano da produção do conhecimento científico e a mudança histórica do conhecimento. Trata-se da humanização do conhecimento científico, da perspectiva mais clara de como questões sociais, econômicas e técnicas possuem intercâmbios com o conhecimento científico.

A literatura que trata de História da Ciência e Ensino (sobretudo de Ciências) mostra outras aproximações que podem ser exploradas pelo estudo de caso da siderúrgica de Ribeirão Preto (p.ex., abordagens construtivistas, estudos sobre a natureza da Ciência vistos sob o enfoque da alfabetização científica apoiada em História e Filosofia da Ciência, questões de Ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, etc.).

Nos limites das pesquisas conduzidas com alunos do ensino básico e formação continuada de professores, a História da Ciência conduziu ao foco nos processos terrestres responsáveis pela formação de jazidas de ferro (ferro bandado) que ocorreram no Arqueano. O estudo de caso forneceu o contexto local para entender múltiplos nexos da história da Terra e da vida.

O estudo de caso implicou a construção de unidades de ensino que revelam o conhecimento siderúrgico da época e as polêmicas que indicam que o conhecimento científico é o resultado do embate de explicações conflitantes.

As unidades de ensino recorreram a muitas técnicas e, algumas vezes, emprestaram linguagens típicas de uma área para outra. P.ex., uso de mapas para recuperar antigos ramais ferroviários para compreender reações químicas e bioquímicas que envolvem íons de ferro.

Houve uso de modelos e experimentação para entendimento de processos terrestres e fenômenos químicos, manipulação e identificação de amostras de minérios, uso de linguagem visual por meio de fotos e outras imagens.

A atividade de campo para visitar as ruínas da fábrica e o Morro do Ferro (antigo local de extração do minério de ferro) foi amplamente empregada para o ensino de diferentes disciplinas (de Geografia e História à Matemática e Química).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O campo multidisciplinar e multidimensional da História da Ciência abre inúmeras possibilidades de ligação entre saberes científicos facilitando elos com outros aspectos da cultura (arquitetura, saberes populares, etc.). O movimento ajuda a valorizar o patrimônio histórico e cultural da cidade iluminando bens que merecem ser preservados (as ruínas da siderúrgica).

Nos momentos em que foi possível articular diferentes professores, houve desenvolvimento e inovação curricular por meio da integração curricular (mudanças de conteúdos, rotinas escolares, intercâmbio de alunos e professores de diferentes escolas).

As diferenças de perspectiva quanto aos usos do minério de ferro e os tipos de alto forno e conversão de ferro gusa em aço defendidas por Pandiá Calógeras e Gonzaga de Campos revelam que a construção do conhecimento científico não é linear, nem progressiva. Ao mesmo tempo, os tomadores de decisão precisaram optar entre diferentes tecnologias àquela que parecia que melhor atendia às necessidades do local e do momento.

Não é possível determinar todas as variáveis que conduziram ao fracasso da siderúrgica de Ribeirão Preto, mas as dificuldades de capital, de transporte de matérias primas e decisões tecnológicas contribuíram que a usina nunca atingisse sua capacidade plena de produção de aço.

SOBRE OS AUTORES:

Marcelo Luis de Brino

Professor de História da rede estadual do Estado de São Paulo. Professor de História pelo Centro Universitário Barão de Mauá (Ribeirão Preto, SP). Mestre em Ensino e História de Ciências da Terra (Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas - Ig Unicamp).

marcelobrino@creci.org.br

Pedro Wagner Gonçalves

Professor do Programa de Pós-Graduação em Ensino e História de Ciências da Terra (Ig Unicamp). Geólogo pela USP. Doutor em Filosofia pela Unicamp. Livre Docente pelo Ig Unicamp.

pedrog@ige.unicamp.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6151-0926>

Daniel Ferraz Chiozzini

Professor do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação: História, Política, Sociedade. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Historiador pela Unicamp. Doutor em Educação pela Unicamp.

danielchiozzini@yahoo.com.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9607-8130>

Natalina Aparecida Laguna Sicca

Professora da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto. Universidade de São Paulo (aposentada).

Química pela USP. Doutora em Educação pela Unicamp.

nalsicca@yahoo.com.br