

## O VETOR ESTRANGEIRO E A MINERAÇÃO NO BRASIL DO SÉCULO XIX: ENGENHEIROS E TÉCNICAS NUM PROCESSO DE CRIAÇÃO ADAPTATIVA<sup>1</sup>

Tânia Maria Ferreira De Souza<sup>2</sup>

João Antônio De Paula<sup>3</sup>

Isabella Aparecida de Azevedo Oliveira<sup>4</sup>

**Resumo:** O artigo constrói uma “história” dos modos de fazer e pensar a tecnologia no Brasil do século XIX, a partir da influência da engenharia europeia e americana na implantação dos cursos de engenharia no Brasil oitocentista. Neste período, a educação formal dos engenheiros ocorria nas mais prestigiosas escolas europeias e essa onda educacional atingiu o Brasil no XIX, quando a instrução formal em engenharia de minas começou a ser desenvolvida na Escola Militar do Rio de Janeiro e na Escola de Mineração e Metalurgia de Ouro Preto (Decreto de 06 de novembro de 1875). A Escola de Minas de Ouro Preto constituiu-se a primeira tentativa institucional de superar o *gap* tecnológico, por meio do intercâmbio intelectual/técnico com estudiosos franceses. Ao lado de europeus e americanos, os saberes e práticas da engenharia não puderam desenvolver-se à margem do que já existia no país, ou seja, não foram simplesmente importados originalmente mas tiveram de ser modificados para se adaptar e se adequar, fosse às demandas de uma economia em crescimento, via Estado, fosse às demandas das companhias estrangeiras *in loco*.

**Abstract:** This paper aims to construct a history of the practice and theory behind technology in 19th century Brazil and will thus take into consideration the influence of European and American engineering on the Brazilian courses of the era. At this time, the formal education of engineers took place in the most prestigious European Schools of Engineering. This model reached Brazil in the 19th century when mining engineering courses were introduced at the Military School of Rio de Janeiro and at The Ouro Preto School of Mining and Metallurgy (Decree of 06 November 1875). Besides considering the institutionally significant role of the Ouro Preto School of Mines and Metallurgy, in the gradual overcoming of the technological gap, it is relevant to highlight how such a process was influenced by the intellectual exchange between French, German, English and American scholars and how their knowledge and technical practice were used and adapted in the Brazilian mining economy during the 19th century. In fact, the foreign engineering teachers never simply borrowed ideas or approaches from Europe or United States, but had to adapt and modify the knowledge in order to fit the specific circumstances and demands of Brazil.

**Palavras-chave:** Engenharia - Tecnologia – Mineração de Ouro – Século XIX.

**Key Words:** Engineering - Technology – Auriferous Mining –Nineteenth century.

<sup>1</sup> Este artigo está baseado em pesquisa em andamento de residência pós-doutoral, intitulada “Invenções, Inovações Técnicas e mudança tecnológica na mineração aurífera nas Minas Gerais do século XIX”, junto ao CEDEPLAR/FACE/UFMG, sob a orientação do Professor João Antônio de Paula e aprovada conforme Ofício ECO 089/2014, de 17 de março de 2014. Os autores responsabilizam-se por todos os erros e omissões nesta versão do texto.

<sup>2</sup> Prof<sup>a</sup> Adjunto III do Departamento de Ciências Econômicas/ICEG – PUC Minas e Doutora em História Econômica/USP.

<sup>3</sup> Professor do CEDEPLAR/FACE/UFMG e Doutor em História Econômica/USP.

<sup>4</sup> Economista, Assistente da pesquisa em questão e Assistente de Pesquisa do Núcleo de Pesquisa em História Econômica e Demográfica – CEDEPLAR/UFMG.

## 1. Introdução

O artigo constrói uma “história” dos modos de fazer e pensar a tecnologia no Brasil do século XIX, a partir da influência da engenharia europeia e americana na implantação dos cursos de engenharia no Brasil oitocentista. Neste período, a educação formal dos engenheiros ocorria nas mais prestigiosas escolas europeias e essa onda educacional atingiu o Brasil no XIX, quando a instrução formal em engenharia de minas começou a ser desenvolvida na Escola Militar do Rio de Janeiro e na Escola de Mineração e Metalurgia de Ouro Preto (Decreto de 06 de novembro de 1875). A Escola de Minas de Ouro Preto constituiu-se a primeira tentativa institucional de superar o *gap* tecnológico, por meio do intercâmbio intelectual/técnico com estudiosos franceses. Ao lado de europeus e americanos, os saberes e práticas da engenharia não puderam desenvolver-se à margem do que já existia no país, ou seja, não foram simplesmente importados originalmente mas tiveram de ser modificados para se adaptar e se adequar, fosse às demandas de uma economia em crescimento, via Estado, fosse às demandas das companhias estrangeiras de mineração *in loco*, atraídas pelas jazidas de metais preciosos, principalmente o ouro, cujas condições técnicas de exploração até o século XVIII, ainda encontravam-se distantes do padrão tecnológico dos países mais avançados e especializados no setor.

## 2. O ensino de engenharia no Brasil numa perspectiva histórica

A engenharia, quando vista na perspectiva de uma arte, é extremamente antiga segundo Telles (1994) que, ao considerá-la como conhecimento científico, registra seu frescor, que se faz sempre presente. Mostra, ainda, que seu nascimento, como ciência moderna, fez-se no progresso militar, que exigiu mudanças na construção de fortificações demandando profissionais mais capacitados. Foi na Revolução Industrial e no Iluminismo que essa ciência evoluiu e se desdobrou em seus mais diversos campos.

No Brasil, Telles (1994) observa que muitos foram os fatores que atrasaram sua chegada e lista estes entraves: distância, isolamento político e falta de meios de

comunicação. Devido a esses fatores, pode-se dizer que o ensino de engenharia é relativamente recente, assim como a engenharia voltada para a mineração.

Antes do seu ensino formal, muitos profissionais construtores vieram ao Brasil, a partir de 1549, de acordo com Telles (1994), mas todos sem formação em engenharia; muitos eram mestres de obras e mestres pedreiros. Telles (1994) destaca, ainda, que, além dos profissionais construtores, a utilização da mão de obra escrava e indígena foi de extrema importância para tornar realidade as construções coloniais. De forma convergente, Nagamini (1994) observa que parte das construções coloniais era de responsabilidade de engenheiros militares e de muitos padres, cujo conhecimento matemático viabilizou a participação dos mesmos em obras rurais e urbanas. A contratação de padres ilustra a situação do Brasil como colônia de um país da Europa, onde o conhecimento, nesta época, ainda era de domínio da Igreja e de difícil acesso a outras camadas da população. Maciel e Shigunov Neto (2006) mostram que esta relação de dependência era natural à época, quando a Companhia de Jesus assumiu o modelo de ensino Português, também transferido para o Brasil, assim como os profissionais moldados nesse sistema de ensino.

Telles (1994) e Santos e Silva (2008) afirmam que um dos primeiros contatos do Brasil com a ciência foi no período de 1648-1650, por meio do holandês Miguel Timermans, engenheiro de fogo<sup>5</sup>, contratado para difundir seus conhecimentos sobre fortificações. Além de Timermans, outro importante engenheiro-militar do período colonial foi o Brigadeiro José F. P. Alpoim, que esteve no Brasil em 1738, responsável por diversas construções do período.

A necessidade de se importar mão de obra decorria da falta de profissionais. O ensino superior no Brasil e seu desenvolvimento teve trajetória particular e lenta, ao compararmos com outros países. De acordo com Amorim (2012), o Brasil apresenta um caráter de exceção dentro do continente. Enquanto a Espanha difundiu por suas colônias o ensino superior, Portugal adotou uma posição mais restritiva. Mendonça (2000) afirma que as colônias espanholas tinham por volta de 26 a 27 universidades, enquanto Portugal abriu espaço somente para Coimbra e Évora, ambas localizadas na Metrópole.

---

<sup>5</sup> Engenheiro de fogo era um profissional especialista no preparo de bombas. Disponível em [http://www.dec.eb.mil.br/historico/pdf/A\\_Engenharia\\_Militar.pdf](http://www.dec.eb.mil.br/historico/pdf/A_Engenharia_Militar.pdf)

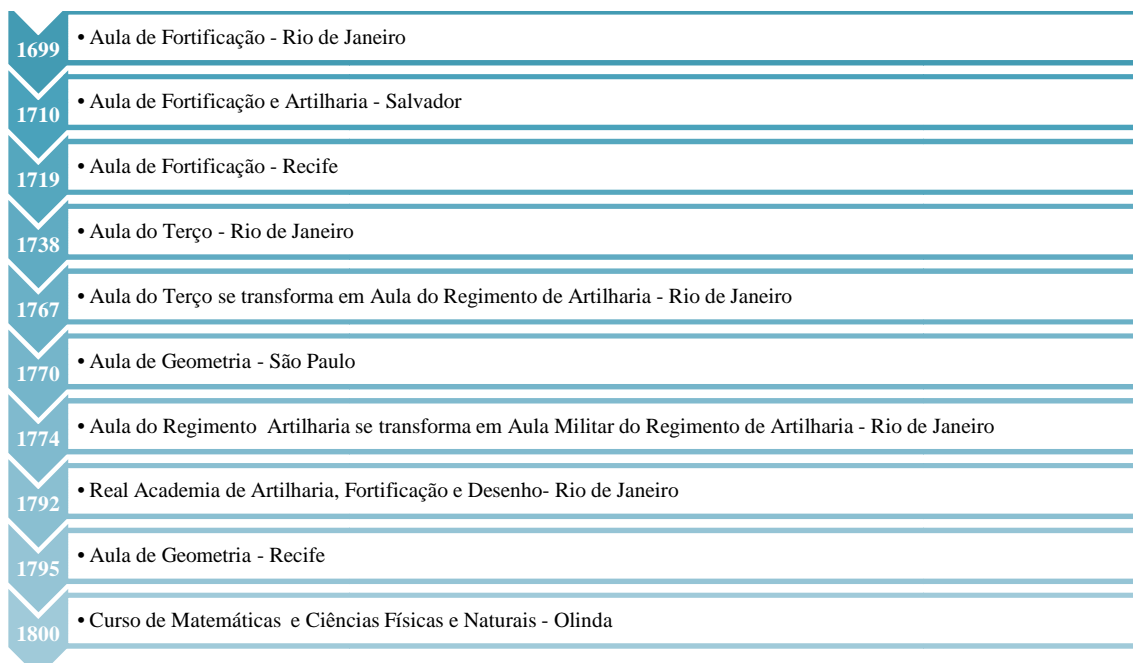
Na visão de Nicol (2011), a nossa educação foi moldada com base no que era praticado na Metrópole e a necessidade da educação técnica formal foi se acentuando com o decorrer do tempo, pois estes eram os profissionais capazes de conectar ciência com tecnologia.

As tentativas de implantação do ensino superior no Brasil foram realizadas nesse período, como a ampliação do ensino dos colégios jesuítas, de acordo com Mendonça (2000). Amorim (2012) observa, ainda, que as iniciativas de ministrar cursos superiores foram uma realidade, porém todas frustradas e essa restrição tinha um caráter intencional: sustentar a relação de dependência com as universidades da Metrópole.

Um importante acontecimento ocorreu em Portugal e trouxe consequências positivas ao Brasil: foi a reforma educacional promovida pelo Marquês de Pombal, que possibilitou um rompimento do vínculo entre jesuítas e ensino. Maciel e Shigunov Neto (2006) afirmam que a Reforma Pombalina foi um primeiro passo para uma mudança profunda, em que a educação passou a ser responsabilidade do Estado. Analisando os impactos desta mudança, Telles (1994) e Carvalho (2002) registram que o incentivo a área científica cresceu e duas grandes consequências para o Brasil foram: a distribuição de obras científicas a baixo custo e a formação de brasileiros na universidade, que viriam a se tornar posteriormente personagens importantes da história do país, como José Bonifácio de Andrada e Silva e Manuel Ferreira de Câmara. Varela (2009), analisando a trajetória desses importantes homens públicos, revela que, além de estudar Direito Canônico e Filosofia Natural na Universidade de Coimbra, eles viajaram por dez anos pela Europa, aprendendo mineralogia e metalurgia de forma teórica e prática.

Antes da criação de uma instituição voltada exclusivamente para o ensino, muitas disciplinas eram ministradas isoladamente. De acordo com Telles (1994) e Santos e Silva (2008), no Rio de Janeiro existia, em 1699, a Aula de Fortificação e, de forma semelhante, criou-se em 1710 a aula de Fortificação e Artilharia em Salvador. Mendonça (2000) e Santos e Silva (2008) registram que a criação das instituições e cursos para formações de profissionais não enfatizava o caráter técnico-científico e sim a defesa militar da colônia, portanto a tecnologia gerada era voltada para segurança. Abaixo, segue uma linha do tempo mostrando a cronologia e a evolução dos cursos e das disciplinas isoladas:

**FIGURA 1 - Cronologia das disciplinas criadas até 1800**



**FONTE:** Baseado em Telles, 1994, p. 84-87.

Observa-se que, utilizando a cronologia elaborada por Telles (1994), o caráter militar no ensino prolongou-se até o século XIX. Telles (1994) analisa que a aula que mais sofreu modificações no decorrer do tempo foi a Aula do Terço<sup>6</sup>, de 1738, tendo por último o nome de Aula Militar do Regimento de Artilharia, aula que tinha como objetivo formar artilheiros e oficiais técnicos de engenharia. No decorrer dos anos, novas aulas foram inauguradas e é perceptível, uma evolução e um viés menos militar como a Aula de Geometria em São Paulo e Recife, e o Curso de Matemáticas e Ciências Físicas e Naturais, em Olinda. Mas, dentre todas as aulas e cursos criados no período analisado, na visão de Telles (1994) e Rocha et al (2007), a criação da Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho no Rio de Janeiro, em 1792, é considerado o marco do começo do ensino formal de engenharia no Brasil, uma vez que era inegável o posicionamento defensivo da Metrópole em criar cursos superiores no Brasil.

A Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho estruturou o curso com seis anos de duração, em que o último ano era totalmente voltado para a engenharia

<sup>6</sup> A Aula do Terço recebeu esse nome por ser ministrada no Terço de Artilharia do Rio de Janeiro (Telles, 1994, p. 85)

civil. Telles (1994) mostra ainda, que, os livros adotados eram todos franceses, mostrando a influência e relevância da França nos estudos de engenharia.

Em 1808, a chegada da corte ao Brasil foi um marco histórico, principalmente para o ensino técnico. Mendonça (2000) indica que, a princípio, a resistência de implantação de cursos superiores era perceptível, como por exemplo, a negação do pedido feito pelo comércio local de fundação da Universidade Literária na Bahia, cidade onde a família real se instalou a princípio. Quando a corte se dirigiu ao Rio de Janeiro, começaram movimentos mais sólidos de criação de instituições que viriam a se caracterizar como ensino superior formal, como mostra Mendonça (2000). Em 1810, é criada a Academia Real Militar no Rio de Janeiro. Telles (1994) mostra que o curso, apesar de militar, apresentava uma vasta grade curricular, possibilitando a formação de engenheiros, geógrafos e topógrafos. O curso da Academia Real Militar era de sete anos, e seu estatuto era semelhante a da *École Polytechnique de Paris*; de acordo com Telles (1994), nesse curso foi iniciado os primeiros contatos com ensinamentos referentes a mineração: no quinto ano de curso, os alunos aprendiam docimasia<sup>7</sup> e, no sexto ano, havia a disciplina de mineralogia<sup>8</sup>. Mendonça (2000) e Nicol (2011) listam outras disciplinas e cursos implantados após a chegada da Corte: em 1808, Academias Médica e Cirúrgica no Rio de Janeiro e Salvador e a Aula de Economia na Bahia; em 1809, o curso de Medicina no Rio de Janeiro e Salvador e a Aula de Matemática Superior em Pernambuco; em 1812, a aula de Agricultura na Bahia; em 1813, a Academia de Medicina e Cirurgia do Rio de Janeiro; em 1817, a aula de Desenho Técnico na Bahia; em 1821, a Aula de Retórica e Filosofia em Paracatu, Minas Gerais. Sobre esses cursos, também, comenta-se:

“(...) todos eles marcados pela mesma preocupação pragmática de criar uma infraestrutura que garantisse a sobrevivência da Corte na colônia, tornada Reino-Unido.” (Mendonça, p.14, 2000)

Telles (1994), Magalhães (2003) e Santos e Silva (2008) registram a criação de instituições dedicadas ao ensino e a ciência, como por exemplo, o Museu Real de 1818 e o Gabinete Topográfico de 1835; o primeiro era um museu dedicado a história natural e o segundo formava topógrafos, engenheiros e medidores de estrada. Lopes (2010)

<sup>7</sup> Docimasia: Ciência que ensina a determinar a proporção dos metais contidos nos minérios.

<sup>8</sup> Mineralogia: Ciência que tem como objeto o estudo dos minerais.

destaca ainda que, o Museu Real, transformado em Museu Nacional anos depois, foi um órgão consultor de geologia, mineração e recursos naturais.

Diante de todas as mudanças e evoluções que ocorriam no contexto nacional, seria natural a evolução dos cursos criados em instituições de ensino superior, focadas na educação formal e desenvolvimento de conhecimento científico. Na visão de Telles (1994), Mendonça (2000), Santos e Silva (2008), a fragmentação da Escola Militar em 1874, deu espaço, assim, a Escola Politécnica do Rio de Janeiro, instituição voltada somente ao ensino, que se constitui a síntese da verdadeira ruptura da educação com o escopo militar, marcante nestas instituições.

Na Escola Politécnica, havia os cursos de Ciências Físicas e Naturais, Ciências Físicas e Matemáticas, Engenheiros Geógrafos, Engenheiros Civis, Engenheiros de Minas, Artes e Manufaturas, como lista Telles (1994). Além de formar engenheiros com especialidades distintas, havia cursos que formariam bacharéis em ciência. A marca da Escola Politécnica era o seu perfil plural, que possibilitava diferentes formações. Deve-se destacar, ainda, que o primeiro curso formal de engenharia de minas no Brasil surgiu nesta instituição de ensino, anos depois da evolução de toda a construção do arcabouço para o ensino superior.

A partir da Escola Politécnica do Rio de Janeiro, o ensino superior no Brasil encontrou terreno favorável para a concepção de novas escolas, como a Escola de Minas de Ouro Preto. Telles (1994) afirma que a ideia da criação da escola é antiga e uma evidência disso foi o Alvará de 13 de maio de 1803, em que o governo aconselha a criação de uma instituição que ensine metalurgia e mineralogia. Após o alvará, nada ocorreu até a independência, e na Constituinte de 1823, de acordo com Menezes (2005), Manuel Ferreira da Câmara Bittencourt e Sá apresentou um projeto em que seria criada uma Universidade Central no Rio de Janeiro e instituições anexas, como a Academia Montanística, Docimástica e mais Doutrinas da Metalurgia em Minas Gerais. Menezes (2005) destaca que a Constituinte de 1823 foi encerrada e a proposta não entrou em vigor, mas a ideia de uma escola de minas em Minas Gerais nasce ali. Menezes (2005) e Telles (1994) mostram que, somente em 1830, o Conselho Geral da Província de Minas Gerais apresentou um plano de ensino, sendo este último sancionado em 1832; todavia, a Escola de Minas seria inaugurada após uma lacuna de 44 anos, ou seja, em 1876.

Carvalho (2002) e Souza (2009) compreendem que a criação da Escola de Minas de Ouro Preto foi um projeto totalmente de Dom Pedro II, na tentativa de conhecer e explorar melhor as riquezas minerais do Brasil. Na visão de Menezes (2005), o projeto pode ser atribuído ao governo de forma geral, que buscava conhecer as minas e controlar as concessões das mesmas, além de promover uma evolução na infraestrutura.

Telles (1994), Carvalho (2002) e Souza (2009) entendem que, como a economia brasileira girava em torno da exploração do café e do açúcar, sob o trabalho da mão de obra escrava, havia um ambiente sem incentivos para a pesquisa científica que não estivesse atrelada a principal atividade econômica. De forma convergente, a visão de Nicol (2011), de que existe uma correlação entre educação e desempenho industrial, enquadra o modelo econômico agrário vigente à época como restritivo a demanda por profissionais como engenheiros de minas. Carvalho (2002), ainda, completa essa abordagem, afirmando que geólogos e engenheiros de minas não se constituíam uma demanda da economia brasileira à época, cuja dinâmica estava mais sintonizada com a necessidade de engenheiros civis, militares e agrônomos. Disso tudo, se pode concluir que a fundação da escola foi mais uma decisão de interesse político do que de mercado. Os detalhes da implantação da escola, primeiros currículos e alterações curriculares subsequentes, no período de 1875 a 1885, foram tratados detalhadamente no relatório da pesquisa, assim como a influência da *École des Mines* de Paris na construção dos mesmos e a inserção de Claude Henri Gorceix.

### **3. A educação técnica superior na Inglaterra, Alemanha, França e EUA no século XIX: um exercício comparativo entre os países e seu grau de influência**

Um olhar sobre o nível de instrução formal dos europeus, em geral, da Europa Ocidental do século XVIII, revela quão limitado seria esse acesso para a população em sua maioria, mesmo porque, na visão de Landes (1994), “não fazia tanta diferença, no século XVIII, quanta instrução um homem havia recebido”. As bases para o recrutamento do talento revelavam as mesmas oportunidades para escolarizados e não escolarizados, segundo a mesma fonte, que aponta o aprendizado pela prática ou o autodidatismo como estratégias muito comuns para absorver os conhecimentos e habilidades necessárias ao mundo do trabalho. Landes (1994) observa, no entanto, que



com o avanço da industrialização e a proliferação da burocracia nos negócios e no governo, a educação formal assumiu maior relevância, induzindo ao fortalecimento da escolarização como regente deste processo de recrutamento de talentos. Pensando principalmente no setor industrial e na escassez de trabalhadores qualificados e de capital de risco para os ramos mais novos, Landes (1994) afirma que esta qualificação se adquire com a educação e a define, a partir de quatro tipos de conhecimento:

(1) a capacidade de ler e escrever e calcular; (2) as qualificações profissionais do artesão e do mecânico; (3) a combinação de princípios científicos e treinamento aplicado do engenheiro; (4) o conhecimento científico de alto nível, teórico e aplicado. (Landes, 1994, p. 349)

Em termos comparativos, no âmbito da mesma análise, registra que a Alemanha se destacava em toda a Europa na transmissão destes 04 (quatro) tipos de conhecimento e a Inglaterra se distanciava atrás, talvez com exceção da segunda área, ou seja, das “qualificações profissionais do artesão e do mecânico”. Conforme palavras do próprio Landes (1994), pode-se comparar o que chamou de “crescimento tardio e atrofiado da instrução técnica e científica na Inglaterra, em contraste com o vigoroso sistema alemão precocemente desenvolvido”, o que pode ser comprovado no quadro 1.

Na pesquisa, base deste artigo, e de forma convergente com Nicol (2011), as duas últimas habilidades apontadas por Landes (1994) – “(3) a combinação de princípios científicos e treinamento aplicado do engenheiro; (4) o conhecimento científico de alto nível, teórico e aplicado” - são consideradas fundamentais na análise da influência estrangeira na formação da engenharia nacional e mais especificamente da engenharia de minas e metalúrgica. E, como tal, por se constituírem frutos de processos educacionais muito específicos, na visão de Nicol (2011), devem ser analisadas no contexto da evolução do ensino superior na sociedade brasileira e, portanto, das próprias escolas de engenharia implantadas no século XIX, implantação esta tardia, se comparada com suas congêneres europeias e americanas (quadro 1).

A nação inglesa se orgulhava da mística da experiência prática que conduziu sua história econômica e sobre a qual havia erigido sua hegemonia durante os séculos XVIII e XIX; uma história repleta de experimentadores práticos, cujas carreiras, permeadas por um mínimo de instrução formal, favoreceram uma série de “*self-made men*” que,

juntos, fizeram uma Revolução Industrial. Nas palavras de Landes (1994), ilustrando esta legião de práticos, cita os exemplos do barbeiro Arkwright, do clérigo Cartwright, do produtor de instrumentos James Watt, do “inventor amador” profissional Bessemer e milhares de mecânicos anônimos que haviam sugerido e executado o tipo de aperfeiçoamentos das máquinas, fornalhas e ferramentas, que acabaram por levar a uma revolução industrial. De fato, não há controvérsia na literatura especializada sobre o fato de que o sistema inglês enaltecia a formação prática, pincelada, em alguns casos, com algum conhecimento teórico mais avançado. Essa era a realidade da educação técnica na Inglaterra durante o XIX.

**QUADRO 1 - Data de fundação das Escolas Técnicas de Engenharia: Inglaterra, Alemanha, França e Brasil (1737-1885)**

Ano/País	Inglaterra	Alemanha	França	Brasil
1737		Gottinghem		
1765		TU Freyberg		
1783			École des Mines de Paris	
1816			École des Mines de Saint-Etienne	
1821		Berlim		
1825		Karlsruhe		
1827		Munich		
1828	University College - Londres	Dresden		
1829		Stuttgart		
1831	King's College	Hanover		
1835	University of Durham	Braunschweig		
1836		Darmstadt		
1843			École des Mines d'Ales	
1845	Royal College of Chemistry			
1851	Owen's College e Royal School of Mines			
1870		Aachen		
1871	Royal Engineering College			
1873				Escola Politécnica do Rio de Janeiro
1874	Yorkshire College			
1876	University College - Bristol			Escola de Minas de Ouro Preto
1878			École des Mines de Douai	
1880	Mason College			
1881	Finsburg College			
1881	Nottingham University College			
1881	University College - Liverpool			
1884	Firth College			
1885	Central Institution			

**FONTE:** Elaborada a partir de TELLES, P.C. da Silva. *História da Engenharia no Brasil*. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1984; POMBO VEJARANO e RAMÍREZ, 2002, p. 9 e École des Mines de Paris - <http://www.mines-paristech.fr/>; École des Mines de Saint-Etienne - <http://www.mines-stetienne.fr/fr/>; École des Mines d'Alés - <http://www.mines-ales.fr/>; École des Mines de Douai - <http://www2.mines-douai.fr/>.

Embora se reconheça os avanços econômicos derivados da Revolução Industrial, Pombo Vejarano e Ramírez (2002) afirmam que muito pouco desses avanços resultou em melhorias na educação técnica inglesa. Observou-se a tentativa, segundo a mesma fonte, de implantação das Escolas Mecânicas, cujo insucesso pode ser tributado a falta de apoio financeiro e ao limitado nível da educação básica. Argles citado por Pombo Vejarano e Ramírez (2002) realça que “o maior obstáculo à implantação de um sistema de educação Técnica na Inglaterra em 1851 foi a quase completa ausência da educação básica no país como um todo” (Pombo e Ramírez, 2002, p.4-5). Ainda assim, merece destaque no século XIX, a fundação de 02 escolas do mais alto nível de educação técnica: *The Royal College of Chemistry*, em 1845 e a *Royal School of Mines*, em 1851 (quadro 1). Mas a despeito desses esforços, a educação técnica superior inglesa, neste período, processou-se predominantemente pelo treinamento dos engenheiros no próprio local de trabalho, por meio de estágios e treinamento no cenário de práticas. Em resumo, segundo Pombo Vejarano e Ramírez (2002), pode-se concluir que, no século XIX, as habilidades práticas destes técnicos eram aprendidas mais no mundo do trabalho do que na escola e, portanto, tornaram-se uma educação técnica ofertada mais pelas empresas do que pelo estado (tabela 1), cujo apoio, nesse tocante, foi muito baixo.

**TABELA 1 - Datas de fundação de Escolas de Engenharia e da criação da cátedra de Engenharia na Inglaterra do XIX - 1831-1885**

INSTITUIÇÃO	CIDADE	DATA DE FUNDAÇÃO (1)	DATA DE CRIAÇÃO DA CÁTEDRA DE ENGENHARIA (2)	HIATO DE TEMPO ENTRE (1) E (2)
King's College	Londres	1831	1839	8
University College	Londres	1828	1841	13
University of Durham	Durham	1835	1838	3
Owens College	Manchester	1851	1868	17
Royal Engineering College	Londres	1871	1871	-
University of Cambridge	Cambridge	Idade Média	1875	-
Yorkshire College	Leeds	1874	1876	2
University College	Bristol	1876	1878	2
Mason College	Birmingham	1880	1882	2
Firth College	Sheffield	1884	1884	-
Finsbury College	Londres	1884	1884	-
Nottingham University	Nottingham	1881	1885	4

College				
University College	Liverpool	1881	1885	4
Central Institution	Londres	1885	1885	-

FONTE: Elaborada a partir de POMBO VEJARANO e RAMÍREZ, 2002, p. 9.

A predominância de um ideal do *laissez-faire* e de uma doutrina da autossuficiência limitou a intervenção do governo nesta área, criando restrições ao desenvolvimento e melhoria da educação técnica. Pela tabela 1, percebe-se, a redução do hiato de tempo entre a data de abertura de escolas de engenharia e a implantação da cátedra específica da área de conhecimento ao longo do século XIX, principalmente após 1874. Registre-se, também, conforme Pombo Vejarano e Ramírez (2002), que muitas destas cátedras eram ofertadas pelos próprios fabricantes locais, verdadeiros mantenedores da educação técnica em muitas escolas universitárias provinciais nos anos 1880.

Os mesmos autores dividem a história da educação técnica na Inglaterra em 03 períodos: antes de 1851, entre 1851 e 1881 e entre 1881 e 1902. O divisor de águas, em termos da necessidade imperiosa da promoção de uma educação técnica de nível superior, foi, de fato, o **ano de 1851**, quando a Grande Exposição no Crystal Palace em Londres, em que muitos países expuseram seus produtos manufaturados, revelou à Grã-Bretanha a dimensão de seu atraso técnico em relação aos países da Europa Continental. Essa exposição deixou uma mensagem clara para os ingleses, na visão de Pombo Vejarano e Ramírez (2002): a necessidade de uma educação técnica mais qualificada tornara-se obrigatória, diante do atraso tecnológico inglês em relação aos padrões dos países europeus continentais. Ainda, assim, pela tabela 1, observa-se que, embora o Owens College, por exemplo, tenha sido implantado na data supracitada, ou seja, **1851**, em Manchester, foram necessários 17 anos para a criação da primeira cátedra de engenharia na referida escola (1868). Glynn (1998, p.7), se referindo aos dados do Censo de 1851, diz que, embora ele fosse certamente incompleto, listava 1.017 instituições literárias e científicas na Inglaterra e País de Gales e, também, 1.545 escolas noturnas para adultos, com 39.783 alunos. Entretanto, segundo esta mesma fonte, nenhuma destas escolas poderia ser enquadrada na classificação moderna de educação superior. De toda forma, a abrangência conceitual dos níveis da educação no século

XIX fica comprometida, segundo a literatura especializada, considerando que apenas uma minoria atingia o nível mínimo de uma educação rudimentar e muitos poucos experimentavam uma educação que se podia reconhecer como de nível secundário. Na Inglaterra, conforme análise de Glyn (1998), a educação básica somente foi universalizada nos anos de 1890.

Embora a primeira cátedra de engenharia seja datada de 1839, segundo os dados da tabela 1, Buchanan (1985) registra que a organização da profissão de engenheiro começou, de fato, em 1771, quando a Sociedade de Engenheiros Civis, fundada por John Smeaton (Figura 2) passou a ser considerada, pela literatura especializada, uma precursora do **Instituto de Engenheiros Civis**, fundado em 1818.

**FIGURA 2** - John Smeaton (1724-1792) - considerado o “pai da engenharia civil” e, portanto, patrono da engenharia, foi associado da Sociedade Lunar.



**FONTE:** JOHN SMEATON. In: BRASIL. VANDERLÍ FAVA DE OLIVEIRA (Org.). Trajetória e estado da arte da formação em engenharia, Arquitetura e Agronomia – Volume I: As engenharias. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2010. 304p. Disponível em <http://www.publicacoes.inep.gov.br/portal/download/713> Acesso em 28 de jun 2015.

A ênfase deste Instituto de Engenheiros Civis na instrução e cooperação profissional conferiu-lhe tamanha originalidade como novo tipo de organização, que se institucionalizou e recebeu aprovação oficial, por meio de uma Carta Régia, em 1828<sup>9</sup>. Pelo menos, virtualmente, como diz Buchanan (1985), “todos os engenheiros britânicos seniores eram associados obrigatoriamente”. Entretanto, o mais interessante, era o processo de seleção dos engenheiros associados. Pautava-se por rigoroso escrutínio de

<sup>9</sup> A Carta Régia Original foi emitida pelo Rei George IV em 03 de Junho de 1828. Ela tinha o poder de estabelecer o escopo e o papel da instituição, o desenho da estrutura de sua governança e permitir a elaboração dos documentos fundamentais para a implementação de suas diretrizes como: estatuto, regimento e normas de funcionamento.

um conselho, mediante análise das cartas de referência dos candidatos, apresentadas por membros definitivos da instituição, que confirmassem uma competência/experiência prática reconhecida e comprovada, como aprendiz ou “pupilo/aluno”, por mais de 03 ou 04 anos, de algum engenheiro sênior, antes da atuação como engenheiro assistente júnior. Segundo Buchanan (1985), este foi o sistema prevalecente de treinamento e certificação profissional do engenheiro, durante o século XIX, e foi modelar e referência, em termos regionais e nacionais, não somente na Grã-Bretanha, mas também em muitos outros países, carentes de uma estrutura organizacional para o eixo profissional da engenharia. Considerando que a literatura especializada não faz menção a outra instituição mais geral de engenharia na Inglaterra do século XIX, além daquelas mais específicas por subárea do conhecimento, como mostrado na tabela 2, provavelmente seja este o exame a que Nicol (2011) se refere, ao analisar o sistema de formação inglês:

Quem pretendia tornar-se engenheiro trabalhava durante vários anos como aprendiz numa empresa de engenharia, (...) e prestando, caso fosse necessário, o exame da ordem. Em outras palavras, o sistema inglês enfatizava a formação prática, com a adição de algum conhecimento teórico. (NICOL, 2011, p.203, grifo nosso)

De forma muito convergente com a historiografia do período, os dados da tabela 1 e tabela 2 dialogam, confirmando que o último quartel do século XIX foi muito profícuo para a engenharia inglesa, seja pela fundação de escolas de ensino superior, seja pela rapidez na criação da cátedra de engenharia, seja pelo reflexo de ambos os aspectos, não só no registro de engenheiros nas instituições disponíveis à época, mas também na proliferação de institutos em várias categorias da profissão, incluindo, também, aqueles vinculados a mineração e metalurgia, a partir do final do século (1890). Nesse processo de proliferação e tendo em vista as demandas do processo de industrialização em curso na Europa Ocidental e nos EUA, inclusive aqueles da industrialização retardatária, que desafiavam os ganhos técnicos da Revolução Industrial inglesa, observa-se que as categorias com maior número de registros de afiliados nos respectivos institutos, foram, sem sombra de dúvida, conforme Buchanan (1985): a engenharia civil, a engenharia mecânica e a engenharia elétrica. Sobre essa proliferação de instituições, de um registro de apenas 02 (duas) até meados do século (1847), até o final do período, em 1897, elas já somavam 17 (dezessete), em vários ramos da

engenharia (tabela 2). Estes engenheiros ingleses ofertaram os necessários equipamentos mecânicos e o conhecimento técnico para a construção de pontes e canais, estradas de ferro, portos, geração de energia e iluminação elétrica, aperfeiçoamentos nas comunicações, como o telégrafo, viabilizando, assim, o desenvolvimento urbano e estreitando os mercados mundiais. Guagnini citada por Pombo Vejarano e Ramírez (2002) registra que o **Instituto de Engenheiros Civis** cresceu de forma significativa, nos anos de 1840 e 1850, devido à expansão das ferrovias, que demandou, certamente, muitos técnicos e engenheiros, principalmente aquelas construídas por empresas privadas. Em números absolutos, os engenheiros afiliados, praticamente, mais que dobraram entre 1850 e 1870 (tabela 2), registrando um crescimento próximo de 139%, no período. Se estendermos a comparação para 1890, este crescimento ainda é mais significativo em relação a 1850, atingindo aproximadamente 614%, somente para esta entidade. Em termos comparativos, o desempenho dos registros deste Instituto supera todos os demais, ao longo do século XIX (gráfico 1).



**TABELA 2 - Número de membros associados das Instituições Britânicas de Engenharia  
1850 – 1914**

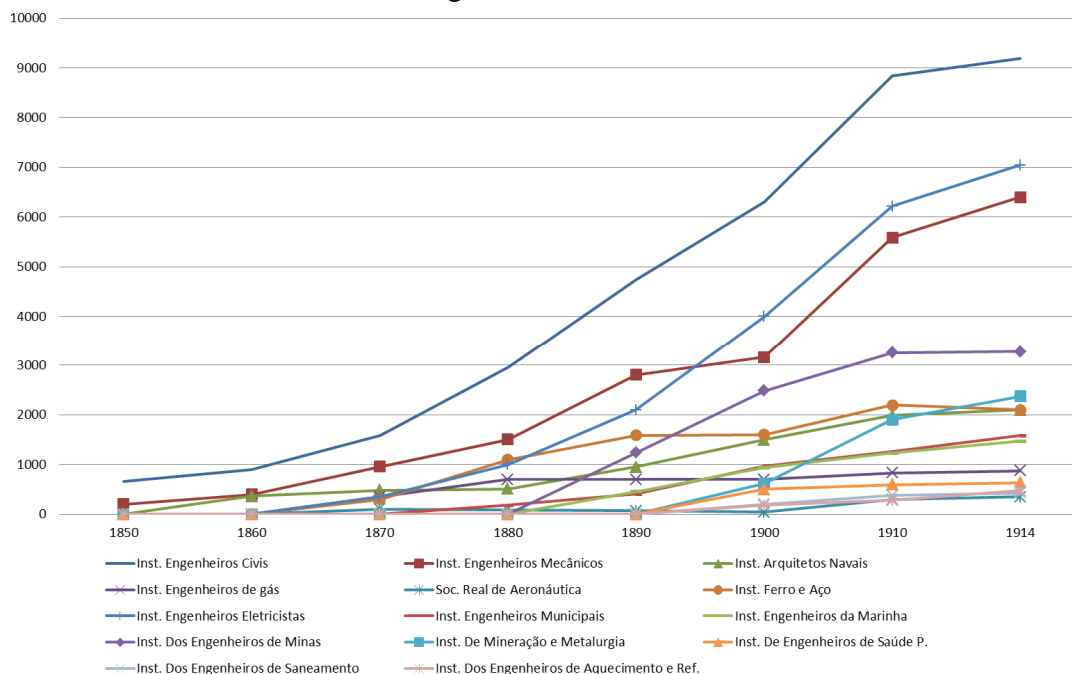
Instituições	Data de Fundação <sup>1</sup>	1850	1860	1870	1880	1890	1900	1910	1914
1. Instituto dos Engenheiros Civis	1818	664	894	1589	2960	4739	6303	8843	9194
2. Instituto dos Engenheiros Mecânicos	1847	201	400	957	1507	2805	3165	5583	6400
3. Instituto de Arquitetos Navais	1860	-	365 (1861)	480	510	950	1500	1990	2100
4. Instituto de Engenheiros de Gás	1863	-		350	700	700	700	829	875
5. Sociedade Real de Aeronáutica	1866	-		100	90	65	40	291	348 (1912)
6. Instituto do Ferro e Aço	1869	-		300	1100	1590	1600	2200	2100
7. Instituto dos Engenheiros Eletricistas	1871	-		352 (1871)	1000	2100	4000	6218	7045
8. Instituto dos Engenheiros Municipais	1873	-		-	180	403	966	1257	1583
9. Instituto dos Engenheiros da Marinha	1889	-		-	-	452	938	1228	1467
10. Instituto dos Engenheiros de Minas	1889	-		-	-	1239	2482	3254	3277
11. Instituto de Mineração e Metalurgia (I.M.M)	1892	-		-	-	-	615	1902	2372
12. Instituto de Engenheiros da Saúde Pública	1895	-		-	-	-	500	591	635
13. Instituto dos Engenheiros de Saneamento	1896	-		-	-	-	200	376	422
14. Instituto dos Engenheiros de Aquecimento e Ventilação	1897	-		-	-	-	180	278	476
<b>Total<sup>2</sup></b>	-	865	1.659	4.128	8.047	15.043	23.189	34.840	38.294

FONTE Modificada de BUCHANAN, R. A. Institutional Proliferation in the British Engineering Profession, 1847-1914, *Economic History Review*, n.1,v.38, Feb.1985, p. 44.

NOTA: (1) Foram incluídas apenas as instituições fundadas dentro do século XIX.

(2) do total, foram excluídas, as instituições de outros ramos da engenharia fundadas, respectivamente, em 1906, 1908 e 1911, a saber: Instituto de Engenheiros Automotivos, Instituto de Engenharia Estrutural e Instituto de Engenheiros Ferroviários.

**GRÁFICO 1 - Número de membros associados das Instituições Britânicas de Engenharia - 1850-1914**



**Fonte:** BUCHANAN, R. A. Institutional Proliferation in the British Engineering Profession, 1847-1914, *Economic History Review*, n.1, v.38, Feb. 1985, p. 44.

Buchanan (1985), analisando o processo de surgimento destes institutos, enquanto entidades de classe, reconhece que sua criação respondia a mais variadas demandas colocadas pelo crescimento econômico e sugere uma tipologia para se entender esta multiplicação, assumindo que havia uma certa progressão cronológica e que os estímulos, embora pulverizados no espaço, surgiam em tempos diferentes. A primeira pressão efetiva, segundo esta mesma fonte, surgiu com a identificação de novas áreas de especialização da engenharia, à semelhança do que havia acontecido com a engenharia civil. Assim foi o caso do surgimento da engenharia mecânica em 1847 e da arquitetura naval em 1860. Um segundo momento de desenvolvimento institucional ocorreu nos anos de 1860 e 1870, com antigas indústrias, velhas conhecidas da Revolução Industrial inglesa e já estabelecidas, como ferro e aço, carvão e metais, sedentas de um enfoque mais científico e de um conhecimento mais especializado, na condução dos seus processos produtivos, cuja dinâmica ainda não era ditada pelas mãos de engenheiros profissionais. Entretanto, nas palavras de Buchanan (1985), ao explicar como estas entidades profissionais passaram a capacitar os

profissionais de engenharia e ofertar um conhecimento especializado em vários ramos da profissão:

o desenvolvimento das ciências aplicadas da metalurgia, da engenharia química, da engenharia de minas, associada à urgência crescente de se minimizar acidentes, em face dos requisitos legais, passaram a exigir gestores que tivessem alguma *expertise* nestes campos do conhecimento. (BUCHANAN, 1985, p.46).

Desta forma, estas instituições e as rotinas já estabelecidas para os engenheiros em seu ofício regular serviam de modelo a serem seguidos por todos.

A terceira motivação, segundo a tipologia de Buchanan (1985), nasceu da eletricidade, como exemplo marcante, que começou com umas poucas companhias de telégrafos elétricos e expandiu-se, regularmente, com as possibilidades da geração de energia, a iluminação elétrica e da visível tração elétrica.

Finalmente, um quarto espectro originou-se de rupturas nas instituições existentes, embora tenham acontecido menos que o esperado e em pequena escala; porém, como era comum se associar a mais de um instituto, simultaneamente, este processo de pulverização deve ser avaliado com cautela. Segundo o autor, o que se pretendeu com esta análise foi propor uma tipologia que fosse uma moldura para se discutir o processo de proliferação destas instituições. E conclui que, a despeito de suas diferenças, elas seguiram um padrão similar de desenvolvimento:

Da criação ao processo de constituição; a definição de sistema de hierarquização para avaliar os associados e sua qualificação para se associar; a aquisição do status de membro da corporação; o recebimento do privilégio de uma Carta Régia, em alguns casos. (BUCHANAN, 1985, p.47).

Neste âmbito, sejam quais fossem suas especificidades, todas elas tinham em comum o fato de serem formatadas segundo um caráter civil e não militar, como predominou nos primórdios de toda a formação de engenharia, em, praticamente, todos os países analisados nesta pesquisa.

O período 1881-1902 assistiu a mudanças, capitaneadas pelo crescimento da indústria e pelo surgimento de novas, baseadas em novos métodos de produção, como a eletricidade, indústria naval e de motor a combustão. A necessidade de impulsionar o nível da instrução técnica, segundo Pombo Vejarano e Ramírez (2002), levou a dois fatos importantes à época: em 1881 foi nomeada a Comissão real para a Instrução Técnica (*Royal Commission on Technical Instruction*) e, em 1887, foi criada a Associação Nacional para a Promoção da Educação Técnica (*National Association for*

*the Promotion of Technical Education*). Além disso, é digno de nota a cobrança de uma taxa – “The Whisky Money” -, por meio do Ato de 1889 (*The Technical Instruction Act of 1889*), que incidia sobre o consumo de whisky, para financiar a educação técnica. Essa taxa permitiu, segundo a mesma fonte, a ampliação das escolas politécnicas e da erudição da sociedade, mas, ainda assim, o apoio financeiro governamental pode ser considerado baixo, se comparado aos padrões europeus continentais. Somente, ao final do século XIX, após algumas tentativas frustradas do setor privado, a oferta de uma educação técnica superior passou a ser uma questão de política pública e, portanto, de estado na Inglaterra.

No caso da França, Amadeo e Schubring (2012) mostram que os ideais da Revolução Francesa foram o motor de transformação, no método de ensino francês. Por meio da educação, as principais bandeiras da Revolução foram defendidas, o ensino seria de livre acesso a todos, promovendo a igualdade e a liberdade e levando a nação ao progresso. Amadeo e Schubring (2012) relatam, também, que as mudanças pretendidas começaram, primeiro, com a criação da *École Normale*, para formação de professores e, posteriormente, as demandas de infraestrutura do Estado levariam a criação de escolas para formação de técnicos.

Segundo Pombo Vejarano e Ramírez (2002), após a Revolução Francesa, a educação na França esteve a cargo do governo central e, em 1794, foi implantada uma das mais importantes escolas técnicas do país: a *École Polytechnique*, cujo principal escopo era treinar/capacitar os membros do corpo técnico do Estado. Amadeo e Schubring (2012) destacam que o primeiro nome dessa escola foi *École Centrale des Travaux Publics*, que mostrava definitivamente a relação de instituição com o Estado; um ano depois, a escola foi rebatizada como *École Polytechnique*. De forma complementar, Shinn (1987) afirma que a profissão de engenheiro, assim como a educação, era, de fato, um “monopólio do Estado”. Além da *École Polytechnique*, afirmam Pombo Vejarano e Ramírez (2002), também existiam escolas mais avançadas, as chamadas escolas especializadas – *écoles d’application* – tais como, *École des Mines*, a *École des Ponts et Chaussées*, a *École du Génie Maritime* e a *École de l’Artillerie et du Génie*, que formavam técnicos graduados, para o setor público. Estas grandes escolas marcam a formação francesa em engenharia, caracterizada por Nicol

(2011), por um viés em abrigar cursos que privilegiavam o conhecimento teórico em detrimento do lado prático.

Nicol (2011), Wengenroth (2000) e Pombo Vejarano e Ramírez (2002), concordam na visão de que as escolas militares francesas, assim como as escolas de minas austríacas e alemãs e as mais novas escolas politécnicas (Institutos de Tecnologia alemães), geravam mais servidores públicos. Pombo Vejarano e Ramírez (2002) afirmam, que, em contraste com a Inglaterra, destaca-se este importante papel do Estado francês no treinamento dos engenheiros, ratificando o que realçou Grelon citado pela mesma fonte, ou seja, o fato do “estado na França ter uma tradição longa de envolvimento em todos os aspectos da educação” (Grelon apud Pombo Vejarano e Ramírez 2002, p.18). Wengenroth (2000) complementa, ainda, que no modelo institucional francês de ensino superior, “mais que em qualquer outro lugar do mundo, engenheiros ao serviço do Estado eram separados dos engenheiros a serviço da indústria”. (Wengenroth, 2000, p.12). Para Shinn citado por Wengenroth (2000), essa distinção na categoria ocupacional, em termos do exercício do ofício de engenheiro, e o grande *gap* separando as duas categorias, constituem o principal tema na discussão do desenvolvimento da engenharia francesa entre 1750 e 1880, uma vez que a indústria beneficiou-se muito pouco da *expertise* gerada pelas prestigiosas *écoles* parisienses.

Entre 1830 e 1880 somente 10% dos graduados pela politécnica, eventualmente, empregaram-se na indústria. Muitos deles o fizeram na indústria de mineração (27%), na indústria química (22%) nas companhias de estradas de ferro (18%). (Wengenroth, 2000, p. 12)

Entretanto, há quem pense, como Daviet citado por Wengenroth (2000), que estes engenheiros eram mais apreciados como administradores nestas empresas, do que propriamente como engenheiros ou cientistas. Portanto, nesse tocante, em termos comparativos, até a segunda metade do século XIX, a literatura especializada assume, de acordo com Wengenroth (2000), que na Europa continental a educação tecnológica superior foi destinada mais a servir ao estado do que a indústria.

A *École Polytechnique* recebeu investimentos do Estado e formou profissionais bem sucedidos, na visão de Amadeo e Schubring (2012), e sua influência em outros cursos criados no mundo é tão relevante, que seu modelo foi reconhecido em diversas instituições. Esse fato se torna mais concreto ao analisarmos a influência francesa nos primórdios da constituição da Escola de Minas de Ouro Preto, em 1876, sob a gestão do

francês Henri Gorceix, não somente em termos da estrutura acadêmica da instituição, dos cursos e currículos ofertados em seus primeiros anos, mas também do perfil da demanda pelos recém-formados. Henri Gorceix trouxe para a EMOP, além de métodos de ensino e similaridades na estrutura, criações da *École Polytechnique* que julgou serem importantes, como a criação de periódicos, de acordo com Amadeo e Schubring (2012). Na *École Polytechnique* havia o *Journal de L'École Polytechnique* e, para a EMOP, Gorceix criou o *Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto*. Analisando o caso francês, de desenvolvimento do ensino superior de engenharia, percebe-se, também, no caso brasileiro, a importação, se assim pode-se dizer, do mesmo perfil de demanda para a inserção destes graduados, ou seja, é replicado no Brasil este modelo de aproveitamento desta *expertise* gerada pela EMOP. Analisando a inserção dos ex-alunos formados pela EMOP, Carvalho (2002), escreve:

03 áreas dominaram a ocupação dos recém-formados na EMOP: (i) Ensino, quase sempre na Escola; (ii) Engenheiros do Estado, das províncias/Estados ou do Governo Central/Federal, na área de engenharia civil; em geral, Diretores de obras públicas, incluindo, principalmente, construção de estradas, saneamento e, obras contra as secas, fiscalização de obras, etc.; (iii) Estradas de ferro, com destaque para a Pedro II, posteriormente Central do Brasil. (CARVALHO, 2002, p. 82, grifo nosso)

Portanto, poder-se-ia dizer que nos moldes europeus e considerando-se as limitações do contexto socioeconômico do Brasil do século XIX e suas características de um país de industrialização retardatária, a educação tecnológica superior também foi destinada, inicialmente, a servir mais ao Estado do que a indústria. Isso porque num processo de industrialização limitado, há um *gap* entre o desenvolvimento do setor de bens de consumo final e o setor de bens de capital, esse último, ainda muito tardio em seu processo de implantação no Brasil.

Finalmente, deve-se observar que a influência francesa não atravessou o Atlântico para influenciar somente o Brasil, mas, também, o modelo educacional americano. Nesse âmbito e segundo Seely (1999), vários oficiais do exército americano estudaram na *École Polytechnique* e outros visitaram Paris em visitas técnicas de inspeção. Um dos delegados dessas visitas de inspeção às escolas francesas, Sylvanus Thayer, foi nomeado, em 1817, o superintendente do que pode ser considerada, para Seely (1999), até os anos de 1820, a primeira escola formal de engenharia dos EUA –

*United States Military Academy at West Point*. Como de praxe e similar a outros países, West Point era inicialmente uma escola do exército para formação em artilharia e engenharia e sua fundação seguiu exclusivamente o modelo das instituições francesas. O mais interessante, neste contexto, é a força do exercício da análise comparativa, entre o Brasil e os EUA, no âmbito da história da técnica e da tecnologia. À semelhança, de Henri Gorceix, na EMOP, no mesmo século, Sylvanus Thayer também importa das *Écoles* francesas uma política de ensino e contrata seus graduados como professores, selando, também, o débito americano com a influência da escola de engenharia francesa. Seely (1999), ao avaliar as contribuições europeias para a formação americana em engenharia, reconhece, ainda, uma fusão entre o velho e o novo, uma vez que os professores americanos de engenharia jamais poderiam importar ideias ou enfoques da Europa sem antes modificar ou adaptar as técnicas francesas e britânicas às especificidades dos EUA.

Analisando o sistema alemão, Nicol (2011) registra que constituiu uma mescla do sistema inglês e do francês, contemplando o treinamento na empresa com uma sólida formação universitária. O esforço alemão pode ser enquadrado na visão conjunta de vários países europeus de que o ensino superior da ciência e tecnologia, como diz Wengenroth (2000), poderia promover sua indústria nascente. Além disso, todos os países se esforçavam, também, “para equiparar-se a indústria britânica, uma vez não detentores, ainda, de uma riqueza de fábricas e oficinas, como a Grã-Bretanha, que pudesse servir como instituições educacionais para o aprendizado prático” (Wengenroth, 2000, p. 11). Mais uma vez, as instituições educacionais militares servirão de modelo, tanto na França (*École des Ponts et Chaussées*, em 1747 – a escola de engenharia civil; e a *École du Genie Militaire*, em 1748 – escola de engenharia militar). No mesmo período, **as escolas de mineração reais** no continente europeu vão ganhando destaque, na visão de Wengenroth (2000), por serem as mais antigas instituições de ensino superior e constituírem a espinha dorsal da geração de renda real oriunda da produção de prata e cobre, desde os primórdios da idade moderna.

Dois séculos de pesquisa sistemática em tecnologia de mineração e metalurgia viabilizaram a fundação de Escolas de Minas em Freiberg (Saxônia), Berlim e Schemnitz (Eslováquia), em 1770. Essas escolas, juntamente com a *École Polytechnique* do Exército Revolucionário francês (1795), formaram o pano de fundo e o modelo para as instituições de ensino

superior na Europa Continental, durante a era da reforma pós-napoleônica. (Wengenroth, 2000, p. 11).

Wengenroth (2000) e Pombo Vejarano e Ramírez (2002) observam que no caso alemão, muitas destas escolas de ensino superior, fundadas entre 1821 e 1836, tiveram um formato próprio e começaram como Institutos de Tecnologia, e assim, como as politécnicas francesas, formavam engenheiros para trabalhar no estado. Os governos locais, como em outras experiências de ensino, investiam nesta educação técnica porque precisavam desenvolver sua região e, portanto, demandariam mão de obra mais qualificada para construir estradas, ferrovias, canais, pontes e outros itens de infraestrutura. Na verdade, Scholl e Gispén citados por Wengenroth (2000) afirmam que, até a metade do século XIX, autodidatas superaram os engenheiros formados na indústria privada alemã, ou seja, pode-se dizer que o setor privado alemão também era dominado por engenheiros práticos, no que se assemelha ao sistema inglês.

Devido à fragmentação política da Alemanha até 1871, a pulverização de escolas técnicas, por cidade e região, era grande, graças à autonomia de cada uma para criar sua própria escola. Entretanto, neste contexto, tanto o estado quanto o setor privado se engajaram na implantação de escolas técnicas, dando o tom intermediário de um sistema de ensino, em que, nas palavras de Nicol (2011), se mantinha um vínculo estreito entre a empresa e a escola, reduzindo o tempo entre as inovações alcançadas pelos laboratórios e sua aplicação na indústria. A exceção foi a Prússia, cuja hegemonia econômica no império alemão, segundo Pombo Vejarano e Ramírez (2002), pode ser atribuída à orientação de sua educação técnica para o setor privado. Foi esse sistema híbrido e de indiscutível excelência educacional pela historiografia, que permitiu a Alemanha assumir a condição de carro-chefe dos setores emergentes, líderes do capitalismo, na segunda metade do século XIX: indústria química, de motores a combustão interna e de engenharia elétrica.

No caso dos EUA, o aspecto central na história do ensino americano de engenharia tem sido considerado sua grande diversidade e variedade de enfoques, revelando, desde 1850, em seu estágio inicial, para Seely (1999), uma confiança mais restrita nos modelos europeus. Embora desejassem, inicialmente, uma combinação entre o “estágio” do aprendizado britânico com as escolas francesas, as escolas americanas de



engenharia podem ser identificadas como eminentemente provedoras de uma educação prática.

Uma estratégia foi enxertar uma educação técnica dentro das faculdades americanas existentes, segundo Seely (1999). Mas, de acordo com a mesma fonte, essas escolas não ofertavam cursos plenos de engenharia, apenas adicionavam um currículo clássico de alguma área do aprendizado formal exigido para qualquer engenheiro – matemática e trigonometria para levantamento topográfico, por exemplo, mas eram cursos que levavam a um grau de bacharel. Embora uma ampla literatura citada por Seely (1999) tenha negligenciado a formação destes cursos, este autor afirma que estes cursos parciais proporcionavam uma formação muito mais formal em engenharia do que se supunha. Isso aconteceu até 1850. Após esta data, muitas escolas expandiram suas oportunidades para o estudo técnico em faculdades, com destaque para Yale e Harvard, ao final dos anos 1840, e Dartmouth, em 1851. Eventualmente, como diz Seely (1999), muitas escolas de ensino superior tradicionais transformaram seus currículos gerais em cursos superiores: a Universidade de Michigan, por exemplo, foi uma típica faculdade estadual que adicionou novos departamentos e cursos técnicos, a partir de 1837. Após o ano de 1860, outras 25 instituições de ensino superior seguiram o mesmo caminho. Esse modelo, na visão de Seely (1999), não foi o mesmo adotado na Europa, onde a separação das escolas para o ensino técnico predominava. E na década de 1860, os EUA atingem sua especificidade com as escolas superiores agrícolas e os institutos técnicos, que ilustram, ao mesmo tempo, os ideais da democracia norte- americana, tanto quanto a limitada infraestrutura para o suporte educacional. Ambos os modelos, segundo Seely (1999), demonstram a importância contínua do pragmatismo, como o elemento determinante do modelo de educação técnica dos EUA.

As escolas agrícolas norte-americanas<sup>10</sup> foram o primeiro experimento destinado à promoção de uma educação superior, nas palavras de Seely (1999), de estilo democrático, para estimular as técnicas agrícolas e mecânicas. Esse foco numa

---

<sup>10</sup> Em 02/07/ 1862, o congresso americano aprovou a Lei Morrill (The Morrill Act), que destinou recursos federais para a criação de “*land-grant colleges*”, as chamadas escolas agrícolas, nos estados americanos, para estimular as técnicas agrícolas e mecânicas e a economia doméstica, enfim, ofícios que privilegiassem o enfoque na prática. Por esta lei, cada estado dos EUA destinaria 30.000 acres de terra devoluta para fundar uma escola que tivesse este perfil.

educação técnica e eminentemente prática foi concebida para atrair alunos das classes médias e trabalhadoras. Muitos estados não implantaram estas escolas até 1870, alguns aplicavam os fundos destinados a abertura delas para outras instituições já existentes. Para Seely (1999), a qualidade da instrução formal era muito baixa e, em algumas instituições, desprovida de qualquer conteúdo teórico; outras ofereciam apenas cursos básicos para formação de carpinteiros e ferreiros. E desde que o viés agrícola predominava muitas destas escolas eram conhecidas e rotuladas como “*cow colleges*”. Estas escolas contribuíram para a formação de engenheiros porque muitas instituições consagradas a esta área de conhecimento, como a Penn State e o MIT, nasceram com fundos destinados às escolas agrícolas; outras receberam um grande estímulo e, por volta de 1900, conforme tabela 3, as matrículas nas “*land-grant colleges*” já superavam as matrículas em outros ramos do estudo da engenharia e predominavam na formação de engenheiros nos EUA, com destaque para a engenharia mecânica, por exemplo, cujo percentual de participação representava cerca de 76% do total de matrículas nas escolas existentes. De fato, todas as matrículas nas escolas agrícolas superaram a marca de 60%, com exceção de arquitetura, cujo indicador também foi representativo e acima de 50%. Estes dados prenunciam o que a historiografia constatará mais tarde, no século XX, sobre a experiência norte-americana no ensino superior: o fato dos EUA fazerem uma mescla especial entre treinamento prático e educação formal, conforme Nicol (2011), não o distingue dos demais países, e sim, o **volume** de pessoas que chegou aos seus cursos universitários. Segundo Nicol (2011), os EUA foram o primeiro país a democratizar o ensino superior: “em 1950, enquanto países como Itália, França, Alemanha e Japão mandavam cerca de 4% a 6,5% de seus jovens para as universidades, os Estados Unidos mandavam 18,2%”. (Nicol, 2011, p.205). Entende-se que a proposta das escolas agrícolas possa ter contribuído muito para este resultado, principalmente, no que tange às matrículas nos cursos de engenharia.

**TABELA 3 - Matrícula nos cursos de Engenharia nos EUA - 1900**

	<b>Escolas Superiores Agrícolas</b>	<b>Todas as Escolas de Ensino Superior</b>
Engenharia Mecânica	3.398	4.459

Engenharia Civil	1.964	3.140
Engenharia Elétrica	1.617	2.555
Engenharia de Minas	822	1.261
Arquitetura	292	489

**FONTE:** DALBY apud SEELY (1999), B. European contributions to American engineering education: blending old and new, *Quaderns D'Historia de L'Enginyeria*, v.III, 1999, p.19.

No que concerne ao outro experimento, os **institutos técnicos**, Seely (1999) argumenta que eles tentaram contemplar tanto a formação prática e algum nível de formação científica, baseada nos fundamentos básicos em ciências, matemática e engenharia. Entretanto, segundo a mesma fonte, ainda a maior parte do tempo era dedicada às oficinas de máquinas e nenhum tempo sobrava para a educação geral e para aulas de humanidades. Os institutos técnicos e as escolas agrícolas tinham em comum uma forte ênfase na educação técnica e na prática, conforme Seely (1999), um traço compartilhado com todas as escolas de engenharia dos EUA, à época, que somente se diferenciavam pelo grau no tempo gasto pelos alunos na manipulação de ferramentas e máquinas. Qual a explicação para o desenvolvimento deste perfil? Além dos laços estreitos que muitas escolas estabeleciam com as indústrias locais e regionais, que demandavam alunos preparados para o mundo do trabalho, as escolas de ensino superior americanas absorveram a crença contínua na experiência prática. E o pano de fundo foi o eterno debate, desde a metade do século XIX, entre engenheiros e professores de engenharia, sobre a dose ideal de teoria e prática nos currículos das escolas de engenharia, o que sempre levava ao triunfo dos defensores do predomínio da prática.

Na virada do século, segundo Seely (1999), os livros-textos franceses já tinham desaparecido há muito tempo das escolas de engenharia americanas, embora muitos engenheiros do país continuassem acompanhando os avanços da área na Europa, seja por meio de publicações especializadas ou por meio de eventos científicos internacionais, em que participavam profissionais do país. Além disso, os americanos invejavam o status conferido pela formação em engenharia, desfrutado pelos colegas europeus. Uma estratégia de mudança precoce levada a cabo pelas escolas de ensino superior americanas foi tentar copiar as universidades alemãs no que tinham de melhor: a pesquisa do conhecimento como objetivo precípua. Dessa forma, as faculdades de

engenharia dos EUA, adotaram novas estratégias, copiando os europeus no que já praticavam com excelência, há muito tempo. A literatura especializada reconhece que o ensino de engenharia desenvolveu-se na Europa e nos EUA, em bases diferentes, construindo cada país suas especificidades. Entretanto, como mostra Seely (1999), a lucidez de um engenheiro americano de nome Robert Thurston já enxergava as vantagens e desvantagens de uma formação muito pragmática e apontava soluções para aprimorar o percurso de formação as escolas de engenharia americanas. Para Seely (1999), explicando a visão de Thurston da formação de engenharia:

Ele reduzia a ênfase na habilidade prática com máquinas ferramentas, ratificando a formação em cálculo. O mundo real não devia ser ignorado, mas Thurston entendia que o treinamento final de um aluno deveria vir, após a graduação, no mundo do trabalho e não na universidade. (SEELY, 1999, p.22).

Portanto, não há dúvida sobre as contribuições europeias para a formação dos engenheiros americanos e, durante o século XIX, não há dúvida que o legado europeu, em termos científicos não se compara aos feitos dos franceses e alemães. Calvert citado por Seely (1999) argumenta que não era usual, durante o XIX, que os engenheiros americanos reivindicassem algum crédito sobre sua contribuição científica para sua área de conhecimento e explica:

A engenharia mecânica surgiu na Europa antes dos EUA e foi também na Europa que a sua base teórica foi criada. A termodinâmica foi primeiramente explorada por engenheiros e cientistas franceses e alemães. A resistência dos materiais constitui outro assunto do campo de estudo do engenheiro mecânico e o trabalho de base foi feito por um francês de nome Navier. A teoria da elasticidade, da mesma forma, foi desenvolvida na França, por Poisson. Testes de resistência em componentes de máquinas foram criados por Weisbach, na Alemanha. Um engenheiro professor escocês, de nome Rankine, estudou a fadiga em metais e a ciência básica envolvida nos processos da máquina a vapor. Os EUA, por sua vez, não tiveram nenhum cientista-engenheiro para competir com estes pioneiros até o fim do século XIX. (Calvert apud SEELY, 1999, p. 21-22)

Esta visão de Calvert citado por Seely (1999) contempla uma análise das grandes contribuições científicas no campo da engenharia e converge com a análise de Nicol (2011), de que a América não participou de forma significativa da revolução em curso na Europa, sobretudo no campo da física e da química. Entretanto, ainda afirma, com base num levantamento das principais contribuições científicas norte-americanas para a ciência e a tecnologia no período de 1780-1830, que em termos de inovações mecânicas, o desempenho dos EUA não foi desprezível, se apoiando muito nestes

inventos/ inovações para um processo exitoso de industrialização, ainda que retardatário. Esta opção perseguida pelos EUA dialoga com a análise de historiadores da economia, como Robert Fogel, um prêmio Nobel, citado por Wengenroth(2000), de que o rápido crescimento econômico no século XIX não dependeu necessariamente das mais proeminentes tecnologias. Ele demonstrou como os EUA, apoiados em diferentes tecnologias como transporte por terra, água e navegação por canais, poderia ter igualmente se desenvolvido tão bem sem o uso de ferrovias, o que também, pode ser comprovado em outras regiões do mundo.

#### **4. A engenharia de Minas e de Metalurgia na Europa e nos EUA do Século XIX**

Os anais do congresso mundial de engenharia, ocorrido em 1893, registraram as contribuições de vários especialistas de todo o mundo, nos vários campos da engenharia e, principalmente, em dois temas muito caros a pesquisa, base deste artigo: o ensino superior de engenharia e a importância, para os países à época mais desenvolvidos, das escolas de engenharia de minas.

Analisando a inserção dos egressos dos cursos de engenharia de minas na economia norte-americana, em um artigo publicado no Congresso Mundial de Engenharia, ocorrido em Chicago, em 1893, intitulado “Comparação entre os métodos europeu e norte-americano na educação em Engenharia”, o professor da Universidade de Berkeley, na Califórnia, Samuel Christy (1893), afirma que os mineradores podiam ser insignificantes em números, mas no que concerne ao valor produzido como resultado de seu trabalho, eles eram o elemento mais importante, em termos comparativos, em toda a população. E ele mostra dados para comprovar, conforme tabela 4, o resultado do valor *per capita* produzido por vários setores da economia. Portanto, a melhor justificativa, neste caso, seria o valor agregado por cada trabalhador. Entretanto, embora os dados do censo apontassem a existência de cerca de 12.000 oficiais vinculados aos trabalhos de mineração e fundição nos EUA, no período, não mais que a metade deles, segundo Christy (1893), consideraria necessária a formação superior em engenharia de minas para exercer suas funções, ou seja, apenas 6.000 trabalhadores neste segmento iriam requerer a capacitação como engenheiros de minas,

para desempenhar suas tarefas. Para aqueles que tiverem uma formação rigorosa em engenharia de minas, a expectativa seria ocupar cargos como administradores ou superintendentes de minas, engenheiros ou químicos para empreendimentos de mineração, na moagem e demais etapas do tratamento minério e nas fundições, para a produção de ferro-gusa. Em termos comparativos, o processo de gestão das minas na Europa e nos EUA acabou influenciando o perfil da demanda por engenheiros de minas, de acordo com Christy (1893). Na Alemanha e na Áustria, a maior parte das minas estava sob controle estatal e eram trabalhadas com o escopo de obter-se a maior produção final. Nos EUA, essas minas estão sob o controle privado exclusivamente e, a despeito de suas distintas vantagens comparativas, Christy (1893) admite que havia sérios inconvenientes. Muitos empreendimentos, ele diz, pertenciam a mineradores e eram administrados por eles, sem o mínimo conhecimento técnico e movidos apenas por um interesse especulativo, o que não é surpresa para a época, principalmente, na mineração de metais preciosos. No continente europeu, afirma Christy (1893), esta falta de provisão para este mínimo de instrução formal em engenharia de minas não existia. Sobre isso, Christy (1893) assim se manifesta:

Na Europa o único caminho para o sucesso é por meio das escolas de mineração; nos EUA, os atalhos são muitos e ao pegá-los, o minerador aprende muito tarde como reverter o processo e obter o lucro; entretanto, se orgulha de reconhecer o equívoco e poder alertar os demais mineradores. (CHRISTY, 1893, p.138).

**TABELA 4 - Valor Produzido *per capita*, por setor, EUA - 1880**

SETOR	Valor Gerado (US\$)
Agricultura	289,00
Manufaturas <sup>1</sup>	996,00
Indústria Mineral <sup>2</sup>	1.167,00
Mineradores	1.577,00

**FONTE:** CHRISTY, Samuel B. The growth of American Mining Schools and their Relation to the Mining Industry in **Proceedings** of the World Engineering Congress, Chicago, July 31 to August 5, 1893, p.132.

**Notas:** (1) Produção bruta menos um terço de matérias-primas;

(2) Somente os trabalhadores.

Além disso, deve-se considerar, também, que as taxas de crescimento das escolas de engenharia norte-americanas não foram uniformes na segunda metade do século XIX. Conforme pesquisa citada por Christy (1893), do *Engineering News*, para o período entre 1860 e 1892, registrou-se o bom desempenho das escolas de engenharia civil, até 1890, quando foram ultrapassadas pelas de engenharia mecânica, em franco crescimento desde 1880, devido ao advento da eletricidade como a forma mais utilizada de energia (tabela 5).

**TABELA 5 - Número de graduados nas Escolas dos EUA, por ramo de Engenharia 1880-1892**

	<b>Engenharia de Minas</b>	<b>Engenharia Mecânica</b>	<b>Engenharia Civil</b>
<b>1880</b>	37	41	157
<b>1892</b>	48	445	371

**FONTE:** CHRISTY, Samuel B. The growth of American Mining Schools and their Relation to the Mining Industry in **Proceedings** of the World Engineering Congress, Chicago, July 31 to August 5, 1893, p. 120.

Independentemente disto e considerando a contribuição da mineração e da metalurgia para o desenvolvimento do capitalismo nos séculos XVIII e XIX, inclusive em nível da revolução metalúrgica na Inglaterra da Revolução Industrial, a demanda por estes egressos dos cursos de engenharia de minas existiu, na proporção do nível de desenvolvimento da indústria mineral nestes países. Assim, é possível avaliar e comparar esta demanda e o comparecimento dos alunos às escolas superiores dos EUA e da Europa e, até desses, com o Brasil, conforme mostrado na Tabela 6.

Para Christy (1893), a primeira conclusão mais contundente desta tabela 6 é o pequeno número de estudantes de engenharia de minas na famosa *Royal School of Mines*, em Londres, se comparado às escolas dos demais países europeus, tradicionalmente mineradores, como a França e a Alemanha. Segundo a mesma fonte, no período de 1851 a 1890, esta escola formou em engenharia de minas, metalúrgica e geologia, 303 associados, sendo 27 apenas de geologia e 276 de minas e metalurgia. Mas esse número é pequeno, mesmo se incluirmos outras escolas e se levarmos em conta os interesses mineratórios da Inglaterra. Conforme análise de Christy (1893), na Europa continental, onde as minas e a mineração estão em grande parte sob o controle estatal, esperava-se números mais favoráveis: na Alemanha, por exemplo, considerada o

berço da mineração científica, suas 04 grandes escolas de minas possuíam apenas 406 estudantes, enquanto a Áustria tinha 117, a França menos que 200 e a Suécia, famosas por suas fundições, apenas 17.

No caso específico da Inglaterra, faz-se necessário ressaltar que a expansão da formação em engenharia foi acompanhada pela expansão das instituições profissionais, conforme já relatado anteriormente, e muitas emergiram vinculadas a muitos antigos ramos da indústria, para Buchanan (1985), então, afetados por novos desenvolvimentos em tecnologias, mais intensivos em conhecimento, e maior pressão para tornarem-se mais científicos. Em alguns casos, como na mineração de carvão, esta pressão surgiu, numa perspectiva humanitária e pragmática, das necessidades de prevenir os acidentes nas minas.



**TABELA 6 - COMPARATIVO DO NÚMERO DE ALUNOS NAS ESCOLAS DE MINAS DA EUROPA, EUA E BRASIL – 1887**

	EUA	%	EUROPA	%	BRASIL	%
<b>UNIVERSIDADES</b>	Columbia.....87	32%	<b>Inglaterra</b> – Royal School of Mines..... 60	8%	Escola Politécnica do Rio de Janeiro..... 0 <sup>(1)</sup>	0%
	Lehigh.....68	25%	<b>Saxônia</b> – Freiberg.....163	51%	Escola de Minas de Ouro Preto.....11 <sup>(2)</sup>	100%
	MIT.....30	11%	<b>Prússia</b> – Aachen..... 43			
	Califórnia.....23	09%	Berlim.....104			
	Pennsylvania.....17	06%	Clausthal..... 96			
	Ohio.....14	05%	<b>Austria</b> – Leoben..... 29	15%		
	Lafayette.....12	04%	Klagenfurt..... 8			
	Michigan..... 8	03%	Mährisch-Ostrau..... 23			
	Washington..... 7	03%	Dux..... 17			
	Illinois..... 3	01%	Prizbram..... 40			
Wisconsin..... 3	01%	<b>Suécia</b> – Stockolm..... 17	2%			
		<b>França</b> – École des Mines de Paris.....111	24%			
		École des Mines de Saint-Etienne..... 80				
		<b>Bélgica</b> – Liege..... --	0%			
<b>TOTAL</b>	<b>272</b>	<b>100%</b>	<b>791</b>	<b>100%</b>	<b>11</b>	<b>100%</b>

**FONTE:** Elaborada a partir de PROCEEDINGS OF THE WORLD ENGINEERING CONGRESS. Columbia: E. W. Stephens, 1894, p.135.

**NOTA:** (1) No Relatório do Ministério do Império, constam que 161 alunos frequentaram a Escola Politécnica do Rio de Janeiro, desses, somente 37 se matricularam; no curso de Minas não houve matrículas;

(2) O dado registrado para a Escola de Minas de Ouro Preto é somente dos alunos matriculados no curso superior, não foram incluídos ouvintes e matriculados no curso geral/fundamental.

XI Congresso Brasileiro  
de História Econômica

12<sup>a</sup> Conferência Internacional  
de História de Empresas

14 a 16 de setembro de 2015 | Vitória/ES



ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
PESQUISADORES  
EM HISTÓRIA  
ECONÔMICA



Departamento de Economia  
CENTRO DE CIÊNCIAS JURÍDICAS E ECONÔMICAS

Nesse tocante, a primeira organização profissional de engenheiros de minas foi a “*The North of England Institute of Mining and Mechanical Engineers*”, fundada em Newcastle-upon-Tyne em 1852. Nas palavras de Buchanan (1985), nos 25 anos seguintes, outras instituições serão constituídas e em 1889 formarão a Federação de Engenheiros de Minas. De 1.150 membros associados em 1889, ela chega a 2.486 em 1899, atingindo 3.277 em 1914, segundo a mesma fonte. Para se associar, o principal pré-requisito era trabalhar na mineração de carvão e o papel exercido pelos engenheiros foi aumentando, na proporção em que a demandas do setor foram ficando mais complexas.

De forma complementar, porém no segmento de metais, é fundada em 13 de janeiro de 1892, o Instituto de Mineração e Metalurgia, que nasceu comprometido, segundo seu primeiro presidente, o engenheiro civil Charles Seymour, com a mineração e o processamento de metais não ferrosos, outro segmento em que a Inglaterra destacou-se na segunda metade do século XIX.

Em termos comparativos e excluindo a Bélgica, para a qual Christy (1893) não tem dados, os EUA, proporcionalmente, tinham mais estudantes de engenharia de minas do que qualquer país da Europa, com exceção da Alemanha (tabela 7). Como muitas destas escolas mostradas na tabela 7 ofertavam cursos parciais/técnicos nesta área do conhecimento, estima-se, segundo Christy (1893), que muito mais do que 871 estudantes, ao longo de 26 anos, receberam algum tipo de treinamento em mineração, chegando a 2.000 ou 3.000 alunos.

Neste âmbito, se inserirmos o Brasil nesta comparação por meio de sua primeira escola de Minas do país, a Escola de Minas de Ouro Preto, os números são ainda mais acanhados, conforme termos do gráfico 2. A EMOP passou por alterações curriculares, assemelhando-se mais aos moldes da *École des Mines de Paris*, com um curso de três anos, para tornar seu curso mais abrangente, incluindo disciplinas de engenharia civil. De acordo com Carvalho (2005), a partir de 1885, a escola poderia fornecer os diplomas de agrimensor e engenheiro de minas, com regalias de civil. A reforma de 1885 foi importante para a escola e aumentou a entrada de alunos, de acordo com Carvalho (2002) e Telles (1994). O gráfico 2 ilustra essa reação de demanda pela escola, pelo

XI Congresso Brasileiro  
de História Econômica

14 a 16 de setembro de 2015 | Vitória/ES

12<sup>a</sup> Conferência Internacional  
de História de Empresas



ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
PESQUISADORES  
EM HISTÓRIA  
ECONÔMICA



Departamento de Economia  
CENTRO DE CIÊNCIAS JURÍDICAS E ECONÔMICAS

menos, a partir de 1888/1889, até seu auge, em 1892/1893, para nova diminuição e retomada, num patamar muito superior ao número de matrículas do início da série.

**TABELA 7 - Número total de Graduados em Escolas de Engenharia de Minas nos EUA<sup>(1)</sup>  
1867 -1892**

Data de criação do curso	Nome da Escola	Número de Graduados até 1892	Média por ano
1867	Columbia School of Mines	402	15,46
1867	Michigan University	41	1,57
1868	Massachusetts Institute fo Technology	126	5,04
1869	Washington and Lee <sup>(2)</sup>	8	0,003
1871	Lehigh University	48	2,28
1871	Lafayette College	40	1,71
1874	Missouri University <sup>(3)</sup>	26	1,31
1874	Washington University, St. Louis	43	2,26
1877	California University	55	3,44
1878	Illinois University	6	0,40
1879	Wisconsin University	12	0,92
1882	Colorado School of Mines	26	2,60
1888	Michigan Mining School, Houghton <sup>(4)</sup>	27	5,40
1890	Alabama Polytechnic	4	1,33
1891	Montana School of Mines	6	3,00
1892	Pennsylvania University	1	1,00
	<b>TOTAL EM 26 ANOS</b>	871	33,05

**FONTE:** CHRISTY, Samuel B. The growth of American Mining Schools and their Relation to the Mining Industry in **Proceedings** of the World Engineering Congress, Chicago, July 31 to August 5, 1893, p.119.

**NOTAS:** (1) Esta lista inclui apenas os graduados em engenharia de minas; os totais de graduados em todos os cursos ofertados por estas instituições e muito superior ao registrado.

(2) Nenhum graduado a partir de 1875.

(3) Esta instituição, até 1891, formou engenheiros de minas em 03 anos; após, este período, o a graduação requer 04 anos.

(4) Esta instituição, inicialmente, formou engenheiros de minas em 02 anos; após, em 03 anos, e até este período, a graduação foi ofertada em 04 anos.

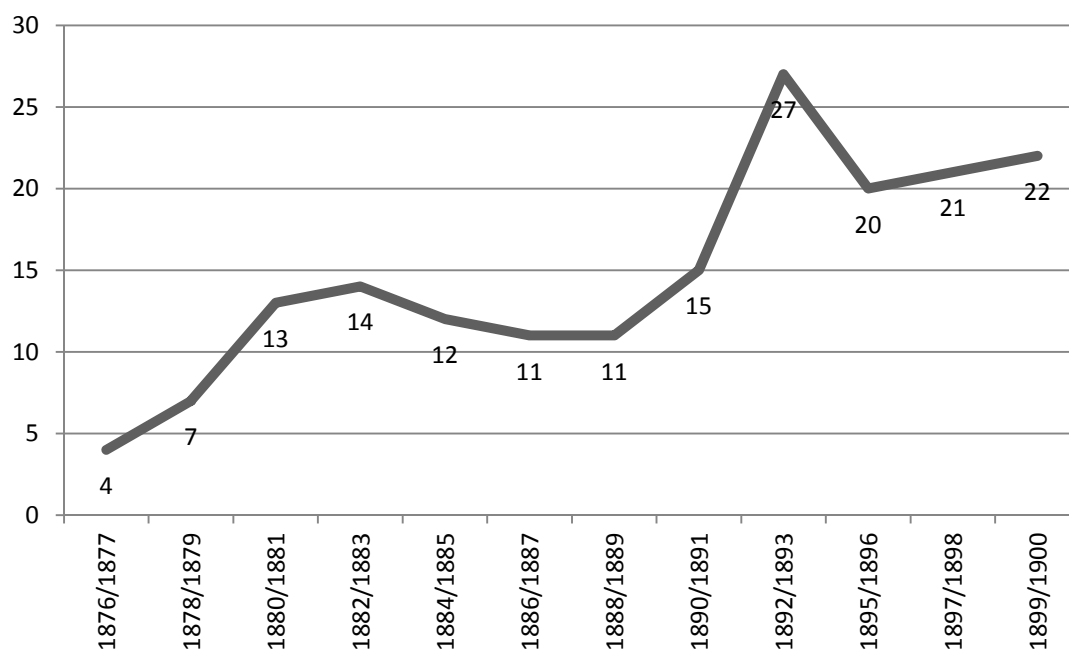
Entende-se que esse movimento fez parte de outro, ocorrido entre 1870 e 1920, quando a proliferação de escolas de ensino superior no Brasil ocorreu e, muitas delas,

conforme Nicol (2011), foram implantadas em função das demandas impostas por uma economia que se industrializava; entretanto, “o número de matrículas no ensino superior, até o período de 1960-70, esteve sempre muito abaixo da cifra correspondente às das sociedades mais avançadas”. (NICOL, 2011, p.212, grifo nosso)

Apesar dos percalços que a Escola de Minas de Ouro Preto enfrentou nos seus primeiros anos, até estabilizar a entrada de alunos, conforme Telles (1994) afirma, e embora seus professores e ex-alunos da escola serem numericamente menores que os da Escola Politécnica do Rio, ela contribuiu muito para o desenvolvimento nacional. Os Anais produzidos, com dificuldade no começo, apresentam diversos dados técnicos da área, além de ser uma publicação pioneira no formato de periódico científico. Menezes (2005) destaca, ainda, que a produção científica sobre geologia, mineralogia, metalurgia da época, foi, em grande parte, destes docentes e discentes da escola, e vários de seus alunos atuaram no Governo e auxiliaram na fundação de outras Escolas de Engenharia.

Como assinalado anteriormente, as contribuições da escola foram mais no âmbito científico e governamental e o setor privado não absorveu de forma relevante os engenheiros formados. Santos Filho (2003) assinala que a criação dos cursos de engenharia não incentivou a demanda de contratação desses profissionais pelo setor privado porque as indústrias e as estradas de ferro ainda preferiam os equipamentos e técnicos estrangeiros, daí a necessária compreensão da influência do vetor estrangeiro tanto na teoria como na prática.

**GRÁFICO 2 - Matrículas de alunos no curso superior da EMOP – século XIX**



**FONTE:** Carvalho, J.M. de. A Escola de Minas de Ouro Preto: O peso da Glória. Rio de Janeiro: 2002, p. 54

Mas nada, se compara à época, a frequência registrada, ao longo do mundo, nas escolas de Direito, Medicina e Teologia. Finalmente, cabe ainda observar na visão de Christy (1893), que a dimensão destes números não faz jus a relevância da contribuição destas escolas europeias para o ensino de engenharia de minas nos EUA. Na lista de estudantes da Escola de Freiberg, entre 1819 e 1865, ele encontrou o nome de 26 alunos norte-americanos, cujos nomes tornaram-se referência e liderança em todos os ramos dos empreendimentos da mineração e metalurgia do país. Além disso, as escolas de minas de Paris, Berlim e Londres também formaram muitos engenheiros norte-americanos, selando, assim, a contribuição europeia para a prática em mineração adquirida pelos EUA até o século XIX e, também, pelo Brasil.

## 5. Considerações Finais

No curso do desenvolvimento econômico do Brasil do XIX, a educação formal foi adquirindo importância no processo, principalmente a dos engenheiros. Esses são considerados os responsáveis por fazer a conexão entre ciência e tecnologia, o que, entretanto, não elimina, para Nicol (2011), a necessidade de capacitação da mão de obra

local nos mais diferentes ofícios, para se viabilizar o desenvolvimento de uma base industrial para implantação de qualquer setor. Assim sendo, no caso específico do Brasil, percebe-se que o país não fugiu a regra, copiando o que foi possível, porém obtendo resultados diferentes nos vários setores da economia.

Segundo Magalhães (2003), a formação superior ofertada por escolas de engenharia viabilizaria ao Brasil do XIX compartilhar os avanços derivados do processo de modernização em curso na Europa e nos EUA. Da mesma forma, pode ser interpretada como uma consequência das transformações sociais internas do país, cuja dinâmica acabaria contribuindo para reduzir o *gap* tecnológico com os países mais avançados. Nicol (2011) compartilha, também, a visão de Magalhães (2003), ao afirmar que as áreas em que o Brasil poderia incorporar os avanços obtidos em outros países eram, à época, muito limitadas. Apoiando-se em várias evidências historiográficas, é possível inferir que setores como a mineração, a siderurgia e a metalurgia do XIX tiveram um desempenho acanhado devido à falta de mão de obra especializada para a implantação do setor, isto é, de uma geração de artífices que pudessem, por meio da tentativa e erro, capacitar toda uma geração, transmitindo conhecimentos durante anos de aprendizado. No setor industrial, por exemplo, em áreas básicas para a industrialização e que tradicionalmente demandam a *expertise* dos engenheiros, Nicol (2011) diz que se poderia importar as técnicas estrangeiras que vinham incorporadas às máquinas importadas, mas pouco se podia fazer para produzir novas máquinas ou alterar as existentes, confirmando a ausência no país de uma rede diversificada de competências técnicas em vários setores. Isso ratifica o que a historiografia especializada já assumiu, no âmbito das discussões sobre a história da técnica e da tecnologia, seu desenvolvimento e disseminação: as pessoas não podem adotar tecnologias de outras culturas, a não ser que tenham as habilidades necessárias para modificá-las, adaptá-las e desenvolve-las, para adequá-las aos seus próprios projetos. Dessa forma, renova-se a importância dos engenheiros estrangeiros que passaram pelo Brasil, no século XIX, e revelaram-se os vetores de um processo de criação adaptativa, cuja dinâmica na mineração aurífera está sendo estudado na pesquisa pós-doutoral em andamento.



## REFERÊNCIAS

### FONTES PRIMÁRIAS

ANNAES DA ESCOLA DE MINAS DE OURO PRETO. Ouro Preto: nº 1, 1881. 182 p.

ANNAES DA ESCOLA DE MINAS DE OURO PRETO. Ouro Preto: nº 2, 1883. 164 p.

ANNAES DA ESCOLA DE MINAS DE OURO PRETO. Ouro Preto: nº 3, 1884. 240 p.

ANNAES DA ESCOLA DE MINAS DE OURO PRETO. Ouro Preto: nº 4, 1885. 331 p.

BRASIL. Ministério e Secretaria de Estado dos Negócios do Império. Relatorios Apresentados A Assembleia Geral Legislativa do Ano de 1887. **Imprensa Nacional**. Rio de Janeiro, 1888

BRASIL. Decreto nº 6026, de 06 de novembro de 1875. **Crêa Uma Escola de Minas na Provincia de Minas Geraes, e Dá-lhe Regulamento**. Rio de Janeiro, 1875.

Bulletins de notes d'élèves-ingénieurs du corps des mines. Promotions entrées à l'École de 1853 à 1900. Disponível em: <http://www.annales.org/archives/images/n1/>. Acesso em: 02 nov. 2014.

École des Mines de Paris. Disponível em: <http://www.mines-paristech.fr/>. Acesso em: 13 mar. 2015.

École des Mines de Saint-Etienne. Disponível em: <http://www.mines-stetienne.fr/fr>. Acesso em: 13 mar. 2015.

École des Mines d'Alés. Disponível em: <http://www.mines-ales.fr/> . Acesso em: 13 mar. 2015.

École des Mines de Douai. Disponível em: <http://www2.mines-douai.fr/>. Acesso em: 13 mar. 2015.

CHRISTY, Samuel B. The growth of American Mining Schools and their Relation to the Mining Industry. In: WORLD ENGINEERING CONGRESS, 1893, Chicago. **Proceedings of the World Engineering Congress**. Chicago: 1893.

SWAIN, Geo F. Comparison between American and European Methods in Engineering Education. In: WORLD ENGINEERING CONGRESS, 1893, Chicago. **Proceedings of the World Engineering Congress**. Chicago: 1893.

### FONTES SECUNDÁRIAS

AMORIM, Marina Alves. A Educação dos Brasileiros e o Estrangeiro: breve histórico da internacionalização dos estudos no Brasil. **Brasiliana - Journal for Brazilian Studies**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 44-65, set. 2012. ISSN 2245-4373. Disponível em: <<http://ojs.statsbiblioteket.dk/index.php/bras/article/view/6294>>. Acesso em: 13 de mar. de 2015.

AMADEO, Marcello Santos; SCHUBRING, Gert. A École Polytechnique de Paris – mitos, fontes e fatos. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA, 13, 2012, São Paulo. **Anais...** . São Paulo: Each/USP, 2012. p. 1 - 6. Disponível em: <[http://www.13snhct.sbhct.org.br/resources/anais/10/1345056941\\_ARQUIVO\\_artigoEP-13snhct-MARCELLOAMADEO.pdf](http://www.13snhct.sbhct.org.br/resources/anais/10/1345056941_ARQUIVO_artigoEP-13snhct-MARCELLOAMADEO.pdf)>. Acesso em: 13 mar. 2015.

BERGAD, Laird W. **Escravidão e história econômica – demografia de Minas Gerais 1720-1888**. Bauru, São Paulo: Edusc, 2004.

BRASIL. VANDERLÍ FAVA DE OLIVEIRA (Org.). Trajetória e estado da arte da formação em engenharia, Arquitetura e Agronomia – Volume I: As engenharias. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2010. 304p. Disponível em <http://www.publicacoes.inep.gov.br/portal/download/713>. Acesso em 28 de jun 2015.

BUCHANAN, R. A. Institutional Proliferation in the British Engineering Profession, 1847-1914. **Economic History Review**, Mmm, v. 38, n. 1, fev. 1985.

CARVALHO, José Murilo de. **A escola de Minas de Ouro Preto: o peso da glória**. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2002.

CUNHA, Luiz Antônio. **A universidade temporã**. 2. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1980.

DINIZ, Dilma C. B. Cartas inéditas de Dom Pedro II a Henri Goircex: tradução e comentário. **Caligrama**, Belo Horizonte, v. 15, n. 1, p.125-142, jan. 2010. Disponível em: <<http://www.periodicos.letras.ufmg.br/index.php/caligrama/article/view/155/109>>. Acesso em: 13 mar. 2015.

GLYNN, Sean. The establishment of higher education in London: a survey. In: FLOUD, Roderick; GLYNN, Sean. **London Higher: The Establishment of Higher Education in London**. London: Athlone Press, 1998.

LANDES, David S. **Prometeu desacorrentado: transformação tecnológica e desenvolvimento industrial na Europa Ocidental, desde 1750 até nossa época**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1994. Tradução de Vera Ribeiro.

LOPES, M. M. Pesquisa Científica é no museu. **Revista de História da Biblioteca Nacional: Especial História da Ciência**, Rio de Janeiro, p.59-63, out. 2010.

LUNA, Francisco Vidal. Economia e Sociedade em Minas Gerais (Período Colonial). **Revista de Instituto de Estudos Brasileiros**, São Paulo. 1982. IEB - USP.

LIMA, M. R.. **D. Pedro II e Gorceix**. Ouro Preto: Fundação Gorceix, 1977.

MACIEL, Lizete Shizue Bomura; SHIGUNOV NETO, Alexandre. A educação brasileira no período pombalino: uma análise histórica das reformas pombalinas do ensino. **Educação e Pesquisa**, Brasil, v. 32, n. 3, p. 465-476, dez. 2006. ISSN 1678-4634. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/ep/article/view/28020>>. Acesso em: 05 mar. 2015.

MAGALHÃES, Gildo. Ciência e Técnica no Brasil durante a Monarquia. **Revista de História - USP**, São Paulo, v. 1481, p.125-156. 2003.

MARTINS, Roberto Borges. **A economia escravista em Minas Gerais no Século XIX**. Belo Horizonte: Cedeplar/ufmg, 1982.

MENDONÇA, Ana Waleska. A Universidade no Brasil. **Revista Brasileira de Educação**, Campinas, v. 14, p.131-150, ago. 2000.

MENEZES, Messias Gilmar. **Claude Henry Gorceix (1842-1919) e o ensino das ciências geológicas na Escola de Minas de Ouro Preto, no crepúsculo do Império**. 2005. 156f. Tese (Doutorado) - Curso de Geologia, Instituto de Geociências, Unicamp, Campinas, 2005.

NAGAMINI, M. Engenharia e técnicas de construções ferroviárias e portuárias no Império. In: VARGAS, Milton (Org.). **História da técnica e da tecnologia no Brasil**. São Paulo: Unesp, 1994. p. 132-161.

NICOL, Robert. Pré-Requisitos da Indústria: Educação, Ciência e Tecnologia. In: REGO, José Márcio; MARQUES, Rosa Maria (Orgs.). **Formação Econômica do Brasil**. São Paulo: Saraiva, 2011. p. 178-224.

POMBO VEJARANO, C.; RAMÍREZ, M. T. Technical Education in England, Germany and France in the Nineteenth Century: a comparison. **Borradores de Investigación: Série de Documentos**, Bogotá, n. 30, nov. 2002.

ROCHA, A. J. F. et al. Engenharia, origens e evoluções. In: 35º COBENGE - CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 2007, Curitiba. **Anais CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA**. Curitiba: 2007.

RODRIGUES, D. S. **Cum Mente et Malleo: A ciência na escrita de Claude-Henri Gorceix (1874-1891)**. 2010. 143 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de História, Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Ufop, Mariana, 2010.

SANTOS, Sara Bambirra; SILVA, Maria Aparecida. Os cursos de engenharia no Brasil e as transformações nos processos produtivos: do século XIX aos primórdios do século XXI. In: 1º SEMINÁRIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA, 1. 2008, Belo Horizonte. **Anais do 1º Seminário Nacional de Educação Profissional e Tecnológica**. Belo Horizonte: 2008.

SANTOS FILHO, G. M. Ciência e técnica no Brasil durante a monarquia. **Revista de História (USP)**, São Paulo, v. 148, p. 125-156, 2003.

SILVA, Cristiano Barbosa da. Claude Henri Gorceix: the man, teacher and work. **REM-Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v.45, n.3, p. 229-250, 1992.

SOUZA, G. M. A Escola de Minas de Ouro Preto como produtora de conhecimento científico. In: II Encontro Memorial do ICHS, 2009. **Anais do II Encontro Memorial do ICHS**. Ouro Preto: 2009.

XI Congresso Brasileiro  
de História Econômica

14 a 16 de setembro de 2015 | Vitória/ES

12<sup>a</sup> Conferência Internacional  
de História de Empresas



ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
PESQUISADORES  
EM HISTÓRIA  
ECONÔMICA



Departamento de Economia  
CENTRO DE CIÊNCIAS JURÍDICAS E ECONÔMICAS

TELLES, P.C. da Silva. **História da Engenharia no Brasil**. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1984.

TELLES, Pedro Carlos da Silva. **História da Engenharia no Brasil – Séculos XVI a XIX**. Rio de Janeiro: Clavero, 1994

VARELA, Alex Gonçalves. A viagem filosófica de José Bonifácio e Manuel Ferreira da Câmara pelas regiões mineiras da Europa central e setentrional (1790-1800). In: SIMPÓSIO NACIONAL DE HISTÓRIA, 25, 2009, Fortaleza. **Anais do XXV Simpósio Nacional de História – História e Ética**. Fortaleza: ANPUH, 2009