

Explorando o contexto histórico de uma ferrovia: uma proposta de ensino com professores de física do ensino médio

Edmundo Rodrigues Junior

José Pontes Schayder

Cassiana B. Hygino

Fernando J. Luna

Jorge Henrique Gualandi

Resumo

A história da ciência tem sido considerada importante para propiciar uma formação cultural ampla para professores e alunos, reduzindo assim o ensino fragmentado ainda vigente nas escolas brasileiras. Buscou-se contribuir para a inserção da história da ciência no ensino de física, a partir de um episódio histórico sobre o desenvolvimento da ferrovia em Cachoeiro de Itapemirim-ES. O método de ensino aplicado foi o estudo de caso histórico e os instrumentos utilizados para a coleta de dados foram questionários. A pesquisa foi realizada com professores de física, matriculados num curso de formação continuada à distância. As atividades desenvolvidas contribuíram para a reflexão dos professores de física sobre a cultura científica local, ao tratar de um acontecimento passado em seu próprio município. Deseja-se que as discussões realizadas nesse trabalho possam incentivar a elaboração de atividades que integram as diferentes disciplinas do ensino básico e superior.

Palavras-chave: Formação cultural. História da ciência. Professores de física.

Exploring railway historical context: a teaching proposal with in-service physics high school teachers

Edmundo Rodrigues Junior

José Pontes Schayder

Cassiana B. Hygino

Fernando J. Luna

Jorge Henrique Gualandi

Abstract

History of Science has been considered important to provide a broad cultural formation for teachers and students to reduce the fragmented teaching in Brazilian schools. From railway development historical episode in Cachoeiro de Itapemirim-ES, it was sought to contribute for history of science insertion on in-service physics teaching education. The method applied was the historical case study and the instruments used for the data collection were questionnaires. The research was carried out with in-service physics teachers, enrolled in a distance learning course. The activities developed contributed to the physics teachers reflection of the local scientific culture, when dealing with a past event in their own municipality. It is hoped that the discussions carried out may encourage other people elaborate activities that integrate the different disciplines of basic and higher education.

Keywords: Cultural formation. History of science. Physics teachers.

Iniciando a conversa

A inserção de tópicos da história da ciência no ensino “...tem sido considerada importante por seu potencial em contribuir para a melhoria do aprendizado de conceitos e ideias científicas e para uma formação cultural ampla dos indivíduos” (MOURA; SILVA, 2014, p. 336). Uma das formas de inserir a história da ciência no ensino ocorre por meio da utilização de episódios históricos, visto que estes podem favorecer uma reflexão sobre a produção do conhecimento científico, como por exemplo: (a) o entendimento das relações entre ciência, tecnologia e sociedade (MARTINS, 2006, p. xxi); (b) a compreensão do processo de desenvolvimento do conhecimento científico como um processo que ocorre de maneira lenta e gradativa, com equívocos, controvérsias, discussão e debates essenciais para a edificação de teorias e leis (MARTINS, 2006, *apud* HYGINO, 2011, p.32); (c) o entendimento do trabalho dos cientistas como um esforço coletivo no sentido de aprimorar e discutir um conhecimento existente (BASTOS; KRASILCHIK, 2004, p. 417). O uso de episódios da história no Brasil produz, segundo Rouxinol (2007), uma maior valorização no que diz respeito à importância do país na produção e no desenvolvimento do conhecimento científico universal, como uma ampla rede social. Segundo o autor, “a ausência de um recorte nas questões que relacionam a cultura científica do país no ensino da física, poderá contribuir para que a ciência nacional seja percebida pelos cidadãos como desligada das necessidades e questões sociais do país” (ROUXINOL, 2007, p. 6). Ainda de acordo com o autor, valorizar a ciência realizada no Brasil no ensino de ciências pode: i) evitar com que as pesquisas sejam percebidas pelos estudantes como desnecessárias e sem tanto valor. Do contrário, as instituições científicas podem vir a ter dificuldade no futuro de se justificarem e obterem da sociedade e do poder público os recursos e a liberdade de ação necessária para uma busca “desinteressada” e livre do conhecimento científico; ii) contribuir para uma maior valorização no que diz respeito à importância do país na produção e desenvolvimento do conhecimento científico universal, como uma ampla rede social; iii) aproximar os estudos de ciência das características e significações locais, o que também pode tornar as aulas de ciências mais interessantes.

Uma maneira de fomentar a reflexão dos alunos sobre a construção do conhecimento científico consiste em relacionar o desenvolvimento da ciência às questões éticas, culturais, sociais, políticas e econômicas, segundo o contexto de cada época e lugar (MCCOMAS, 2013, p. 429). Neste sentido, conhecer a história local “...sem perder de vista sua relação com um processo maior” (SOUSA, 2013, p. 520) possibilita ampliar o conhecimento do aluno e evita que ele adquira uma concepção “menos mutiladora do real” (GIUSTA, 2001, p. 2).

Contudo, para a efetiva inserção da história da ciência no ensino e a valorização da história da ciência local, é necessário que os professores estejam preparados para trabalhar com esta abordagem em sala de aula. A formação continuada de docentes é um dos espaços para conduzir esta preparação. O ensino à distância pode ser visto como uma opção para auxiliar o docente na busca de sua qualificação profissional, porque permite eliminar dificuldades relacionadas ao deslocamento e permite uma melhor flexibilidade do tempo do professor.

Nesta perspectiva, interroga-se: como contribuir para a inserção da história da ciência no ensino de física, através do estudo da história local? Na tentativa de responder esta questão, elaboramos e aplicamos para professores de física do ensino médio; um estudo de caso histórico articulando o desenvolvimento da termodinâmica com o contexto histórico da construção da ferrovia em Cachoeiro de Itapemirim/ES. Os dados foram coletados através de um curso à distância.

Referencial Teórico

A construção da ferrovia e da locomotiva a vapor em Cachoeiro de Itapemirim/ES se encontra dentro de um contexto maior de desenvolvimento das máquinas térmicas. As máquinas térmicas são instrumentos que transformam energia térmica em energia mecânica e existem desde a antiguidade, como, por exemplo, a máquina de Heron (século II). Entre o século II e o século XVIII, Huygens, Papin e Hautefeuille construíram máquinas a vapor utilizando como combustível a pólvora (CIMBLERIS, 1991). No século XVIII apareceram as máquinas a vapor de Savery, Newcomen e de James Watt, com o objetivo de explorar as reservas de carvão. A máquina de Savery foi aprimorada por Newcomen e este por sua vez, teve sua máquina aprimorada por James Watt, pela incorporação do condensador (BRAGA; GUERRA; REIS, 2004). Somente no século XIX, o engenheiro militar francês Sadi Carnot concebeu uma máquina térmica ideal, que, operando em ciclo, executava duas transformações isotérmicas e duas adiabáticas. Carnot utilizava a teoria do calórico para explicar o funcionamento da máquina térmica (PIRES, 2008, p. 239). Atualmente a teoria do calórico não é aceita para explicar os fenômenos térmicos.

O desenvolvimento das máquinas térmicas criou condições para a construção das locomotivas a vapor que revolucionaram o transporte de mercadorias e também de pessoas. O Estado do Espírito Santo voltou-se para o cultivo de café, a partir de 1830 seguindo uma tendência nacional e internacional (QUINTÃO, 2008). Para escoar a produção de café para os outros estados e países, principalmente através dos portos do Rio de Janeiro, existia a necessidade de um transporte eficaz, como os trens.

O primeiro governante a expor a ideia de construir uma ferrovia no Espírito Santo foi Francisco Ferreira Correia, em 1872, tendo como ideia ligar Itapemirim a Vitória, passando por Piúma, Benevente (Anchieta) e Guarapari, percorrendo uma distância de 20 léguas, ou seja, 120 km (QUINTÃO, 2008).

Em 31 de outubro de 1872, o historiador, jornalista e deputado estadual, Basílio Carvalho Daemon apresentou à Assembleia provincial a ideia do projeto de construção de uma estrada de ferro no Espírito Santo:

É apresentado à Assembléa Provincial pelo deputado Bazilio Carvalho Daemon, a 31 de outubro deste anno o projecto para construcção da primeira estrada de ferro desta província, o qual depois de longos debates e sustentado por seu author, foi, com algumas emendas, reduzido a lei que foi sancionada a 27 de Novembro pelo então Vice- presidente da província Coronel Manoel Ribeiro Coitinho Mascarenhas (DAEMON, 1879, p. 399).

Quatorze anos depois, iniciaram as obras da ferrovia em Cachoeiro de Itapemirim, favorecendo o transporte de mercadorias, animais e passageiros. Em 16 de setembro de 1887, foi inaugurada a ferrovia montada pelo engenheiro Pedro Scherer, que era denominada de Estrada de Ferro Caravelas. A estrada tinha 71 km de extensão, 80m de raio de curva e uma bitola⁷ de 1,00m. Partia da Vila de Cachoeiro até a estação do entroncamento de Matosinhos, em Duas Barras, de onde seguia para um ramal para Castelo e em outro para Alegre. Até 1889 nada mais foi realizado. Ao adentrar o período republicano, o Espírito Santo possuía apenas 71 km de trilhos construídos, enquanto Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais já passavam da casa dos milhares (QUINTÃO, 2008, p. 68).

Em 1903 já tinham chegado a Cachoeiro os trens da estrada de Ferro Leopoldina⁸, com matriz no Rio de Janeiro. Em 1910 foi estabelecida a conexão ferroviária entre Vitória e Cachoeiro.

Procedimentos Metodológicos

Este trabalho é um recorte de uma pesquisa maior no qual, em 2014, desenvolvemos e aplicamos um curso à distância de história e filosofia da ciência. O Público alvo foram 11 professores de física do ensino médio que lecionavam nas escolas públicas da região sul do Espírito Santo. Nesta pesquisa maior, abordamos aspectos da historiografia da ciência e estratégias para o ensino de história da ciência com o objetivo de oferecer aos professores

⁷ Distância entre trilhos paralelos.

⁸ A estrada de ferro da Leopoldina foi construída com o intuito de transportar o café produzido na região, em meados do século XIX, e mais tarde transportar passageiros, a ferrovia foi responsável pelo desenvolvimento de várias cidades da região Sul e Serrana do Estado (Fonte: http://www.gazetaonline.com.br/_conteudo/2013/09/noticias/dinheiro/1460671-leopoldina-um-trem-que-vai-deixar-saudades.html)

subsídios teóricos para o entendimento da história da ciência e como aplicá-la na sala de aula. Os professores elaboraram planos de aula de história da ciência, expondo-os no ambiente virtual. Também, no curso, foram trabalhados três episódios históricos: a história das máquinas térmicas com o contexto histórico que envolveu a construção da ferrovia na cidade de Cachoeiro de Itapemirim/ES, as máquinas simples⁹ do século XVIII e, a expedição de Pierre Couplet¹⁰ ao Brasil para verificar o formato da Terra. Os objetivos dos três episódios eram contribuir para o aprendizado dos docentes em relação aos conceitos científicos e aspectos da natureza da ciência¹¹. Além dos dois objetivos anteriores o episódio sobre a história da ferrovia tinha como meta contribuir para a inserção no ensino de física de características da cultura local (apresentaremos neste relato somente os resultados que atendeu esse objetivo).

Todos os dados foram coletados através de um curso à distância aplicado à professores de física entre agosto e outubro de 2014. O curso completo possuía oito aulas virtuais e dois encontros presenciais. Os conteúdos de cada aula podem ser visualizados a seguir:

1º encontro presencial: Apresentação da disciplina/Capacitação *Moodle*.

-Aula 1: Historiografia da ciência: o que é história da ciência; a trajetória de consolidação da história da ciência; história da ciência internalista e externalista;

-Aula 2: História da ciência e ensino: o potencial pedagógico da história e da filosofia da ciência; argumentos favoráveis e contrários à história da ciência no ensino; problemas e dificuldades da história e filosofia da ciência no ensino;

-Aula 3: Episódios e estudos de caso históricos: Episódios históricos no ensino de ciências; conceito de estudo de caso histórico; diretrizes para montar um estudo de caso histórico; orientações para utilizar o estudo de caso histórico em sala de aula;

⁹Uma máquina é considerada simples quando é constituída de apenas uma peça (vide: http://www.fisica.net/mecanicaclassica/maquinas_simples_alavancas.php. Tesoura, alicate, pinça são exemplos de algumas máquinas simples.

¹⁰Pierre Couplet foi um francês que realizou experiências no estado da Paraíba na época do Brasil Colonial. Com a ajuda de relógios de pêndulos ele verificou que a terra era ligeiramente alongada no equador. Para conhecer mais sobre esse episódio vide: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol4/Num2/v4n2a13.pdf>

¹¹O termo Natureza da Ciência, proveniente do inglês “*natureofscience*” (NOS), apareceu como proposta para a restauração da educação científica nos Estados Unidos, Europa e também em outros países como o Brasil (MOURA, 2008, p.10). “A Natureza da Ciência compreende questões sobre a existência de um método científico, as influências de contextos sociais, culturais, religiosos, políticos, entre outros no desenvolvimento, aceitação ou rejeição de ideias científicas, o papel da imaginação na elaboração de teorias e hipóteses, os erros e acertos cometidos pelos cientistas ao longo de suas atividades e muitos outros” (MOURA, 2008, p.10).

-Aula 4: História da gravitação universal: Lei da Gravitação Universal de Newton; constante gravitacional; aceleração gravitacional; o pêndulo simples (conteúdos trabalhados através do episódio histórico: “Oscilações e medições no Brasil Colonial”);

-Aula 5: História da Termodinâmica- parte I: Calor; Máquinas térmicas; Segunda lei da termodinâmica; Ciclo de Carnot (conteúdos trabalhados através do episódio histórico: “O desenvolvimento das máquinas térmicas do século XIX”);

-Aula 6: História da termodinâmica- parte II: A ferrovia em Cachoeiro de Itapemirim (impactos sociais, políticos e econômicos); o funcionamento da locomotiva a vapor (conteúdos trabalhados através do episódio histórico: “O desenvolvimento das máquinas térmicas do século XIX”);

-Aula 7: História das Máquinas Simples: Alavancas (conteúdo trabalhado através do episódio histórico “O padre Ignácio Monteiro: as máquinas simples e as controvérsias do ensino português do século XVIII);

-Aula 8: Planejamento de aula com estudos de caso histórico: produção de um estudo de caso histórico com ênfase nos episódios da história da ciência no Brasil; planejamento de uma aula de história da ciência envolvendo o estudo de caso histórico.

2º encontro presencial: Exposição do plano de aula envolvendo os estudos de caso elaborados pelos participantes do curso/Avaliação dos docentes em relação à formação continuada.

Esse curso foi elaborado de acordo com um mapa de atividades, o qual consiste numa descrição do tema principal e subtemas (conteúdos), objetivos específicos, atividades, recursos da plataforma virtual, dentre outros (CARNEIRO et.al., 2010, p. 3).

Por uma questão de espaço apresentamos o mapa de atividade referente apenas a aula 6, uma das aulas onde coletamos os dados para nossa análise:

Aula/Tema principal: termodinâmica (parte 2)

Subtema: calor, máquinas térmicas, segunda lei da termodinâmica, ciclo de Carnot, a história de Cachoeiro de Itapemirim, a ferrovia em Cachoeiro de Itapemirim.

Objetivos específicos: Estudar conceitos relacionados às máquinas térmicas; Refletir sobre aspectos relacionados ao processo de construção do conhecimento científico; Reconhecer as influências sociais, econômicas, sociais e culturais no desenvolvimento científico; Favorecer a percepção da cultura científica local; Montar um estudo de caso para utilizar como estratégia de ensino na sala de aula; Elaborar um plano de aula que envolve a história da ciência.

Atividades/ Recurso do ambiente virtual: Agenda aula 6/ página web; Assistir ao vídeo sobre a história de Cachoeiro de Itapemirim/ link a site; Leitura de texto sobre a ferrovia em Cachoeiro de Itapemirim/ link a arquivo; Assistir ao vídeo sobre o

funcionamento da locomotiva a vapor/ link a site; Questões aplicadas aos professores/ questionário; Fórum sobre o estudo de caso/ fórum; Fórum de dúvidas/fórum

A partir do mapa de atividades, construímos uma sala virtual que esteve vigente entre os períodos 02/08/2014 a 04/10/2014. O tópico história da ferrovia em Cachoeiro de Itapemirim iniciou-se na aula 5 e terminou na aula 6. A partir de tal episódio construímos um estudo de caso histórico¹², segundo as orientações Stinneret et al. (2003). Estes autores sugerem que tal estudo de caso deve versar sobre um conteúdo, seja ele de física, química, biologia, matemática, e deve ser estruturado em três partes: (i) contexto histórico; (ii) experimento(s) e ideias principais; (iii) implicações para a alfabetização científica¹³ e o ensino de ciências. O estudo de caso elaborado na nossa pesquisa pode ser visualizado na figura 1.

Figura 1- Estudo de caso histórico

<p>Um dos pontos importantes para o desenvolvimento científico foi à relação entre a física e a economia da Inglaterra a partir do século XVII. Durante a revolução industrial dos séculos XVIII e XIX, a necessidade de exploração das reservas de carvão, fez surgir às primeiras máquinas a vapor, como a de Thomas Savery (1698), que tinha a finalidade de bombear água das minas de carvão que ficavam inundadas. Depois desta máquina muitas outras foram aprimoradas, como por exemplo, a máquina de James Watt (1765) que possibilitou o desenvolvimento de atividades fabris, condução de locomotivas e barcos a vapor. Em 1820 o francês Sadi Carnot idealizou o ciclo termodinâmico denominado de ciclo de Carnot. Depois da criação da máquina de Watt houve um enorme crescimento industrial na Europa e na América, inclusive no Brasil provocando mudanças profundas na estrutura econômica, política, social e cultural da civilização ocidental. No Brasil, em várias regiões as máquinas a vapor foram utilizadas para diferentes finalidades.</p> <p>Em Cachoeiro de Itapemirim, a locomotiva a vapor foi usada para transportes de mercadorias e passageiros. Atualmente o vapor é usado indiretamente como fonte de energia, em geradores elétricos e centrais nucleares.</p> <p>Com base no texto acima e seus conhecimentos sobre o assunto, responda as questões para este estudo de caso.</p> <p>1) Em uma locomotiva a vapor, o vapor de uma caldeira a uma pressão de 16,0 atm entra nos cilindros, é expandido adiabaticamente até 5,60 vezes o seu volume original e, é, então, descarregado para a atmosfera. Calcule a) a pressão do vapor após a expansão e b) a maior eficiência possível da máquina.</p> <p>2) O desenvolvimento científico se relaciona com aspectos sociais, econômicos, religiosos e artísticos? Justifique</p> <p>3) Você acredita que a máquina a vapor foi desenvolvida apenas por uma pessoa ou houve contribuições de outras pessoas? Como aconteceram essas contribuições?</p> <p>4) Você acredita que no início do desenvolvimento das máquinas a vapor os conceitos científicos compreendidos naquela época eram os mesmos conceitos que conhecemos atualmente? Responda utilizando os conceitos científicos que você conhece sobre o assunto.</p> <p>5) Aponte aspectos positivos e/ou negativos do transporte ferroviário na cidade de Cachoeiro de Itapemirim.</p>	<p>Contexto histórico</p> <p>Experimento e ideia principal</p> <p>Implicações para a alfabetização científica e o ensino de ciências</p>
---	--

Fonte: Adaptado de Alves (2012)

Após a elaboração do estudo de caso, sua aplicação requer dos estudantes leitura atenta e respostas iniciais para as indagações contidas na narrativa. Nas etapas seguintes,

¹²Estudos de caso histórico são narrativas históricas (textos histórico-pedagógicos), definidos, segundo, (DRUMMOND et al, 2015, p. 4), como método didáticas visando à inserção da história e filosofia da ciência no ensino.

¹³Existem três eixos estruturantes da alfabetização científica: a compreensão básica de termos conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; a compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática e, o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (SASSERON; BRICCIA; CARVALHO, 2013).

seus conhecimentos iniciais serão enriquecidos com novas informações teóricas e práticas, com a finalidade de indicarem soluções fundamentadas nos conhecimentos recém-adquiridos (LINHARES; REIS, 2008, p. 560).

No primeiro passo, os estudantes expõem suas ideias sobre as questões apresentadas no estudo de caso; no segundo, são sugeridos textos para leitura e confecção de resenhas e são realizadas buscas por novas informações, discussões e atividades práticas em sala de aula; no terceiro e último passo, os estudantes devem propor novas soluções para os problemas levantados no estudo de caso, fundamentadas nos conhecimentos adquiridos durante o processo.

A aplicação do estudo de caso da nossa pesquisa seguiu os passos descritos em Linhares e Reis (2008): No primeiro momento, os professores leram o estudo de caso histórico do quadro 1 e responderam as cinco questões propostas sobre essa narrativa (1ª etapa). Tal procedimento possibilitou entender os conhecimentos prévios dos docentes sobre a transformação adiabática, sobre alguns aspectos da natureza da ciência (a relação dos conhecimentos científicos com o contexto social, econômico, religioso e artístico; a visão coletiva da ciência e a mutabilidade da ciência) e sobre a cultura local (aspectos positivos e negativos do transporte ferroviário na cidade de Cachoeiro de Itapemirim/ES).

Em seguida os professores fizeram algumas atividades disponíveis no ambiente virtual (2ª etapa). Tais atividades foram: visualização de um filme “legenda da ciência: episódio queimar”¹⁴, que mostra o desenvolvimento das máquinas térmicas; leitura de um texto sobre o funcionamento do Ciclo de Carnot; acesso a documentos que retratam a história da cidade de Cachoeiro de Itapemirim/ES (vídeo e texto)¹⁵. Nesta etapa os docentes de física responderam também a um questionário elaborado por um professor de história¹⁶ sobre os conteúdos descritos no vídeo e no texto. Esse questionário é constituído por três questões que estão indicadas na análise das respostas dos professores. Em seguida, assistiram a outro vídeo¹⁷, que explicava sobre funcionamento da locomotiva a vapor.

Posteriormente os professores responderam na 3ª etapa, as questões propostas no estudo de caso, incorporando (ou não) os conhecimentos construídos a partir das atividades. A incorporação dos conhecimentos dos docentes foi avaliada comparando as respostas da primeira etapa com a terceira etapa.

¹⁴Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=o-VIYTgXEgY&hd=1>

¹⁵O vídeo que retrata a história de Cachoeiro de Itapemirim está disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=7LomEA1F52o&hd=1>. O texto é uma adaptação da dissertação de mestrado de Leandro do Carmo Quintão. Este texto está disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAhALwAL/ferrovia-cachoeiro-itapemirim>. Talvez seja necessário fazer um cadastro simples no repositório virtual para acessá-lo.

¹⁶O professor de história é um dos co-autores desse artigo.

¹⁷Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Vi89qeLO3yE&hd=1>

Por limitações de espaço apresentaremos neste trabalho apenas a análise das respostas: a) obtidas com a questão cinco do estudo de caso histórico; b) obtidas com as atividades aplicadas na 2ª etapa do estudo de caso histórico.

Resultados e discussão

1ª parte: Análise das respostas dos professores obtidas com a questão 5 do estudo de caso.

Para a nossa análise utilizamos as categorias *a priori*. Estas foram extraídas da questão 5 do estudo de caso. As categorias escolhidas foram: a) Categoria 1: Aspectos positivos do transporte ferroviário na cidade de Cachoeiro de Itapemirim e b) Categoria 2: Aspectos negativos do transporte ferroviário na cidade de Cachoeiro de Itapemirim. As unidades de significado (US) associadas a cada categoria aparecem em *itálico* nas nossas análises. Essas unidades são trechos extraídos das respostas dos alunos.

Os professores de física apontaram os aspectos positivos e/ou negativos do transporte ferroviário na cidade de Cachoeiro de Itapemirim/ES (questão 5 do estudo de caso histórico). Participaram dessa atividade 10 professores de física e foi utilizado um código específico para identificar cada um (AM, AP, CM, CR, CS, EA, MM, MR, TL, WS). A professora LS não participou dessa etapa alegando problemas particulares.

Sobre os elementos positivos, um professor ressalta que antes da chegada dos trens as mercadorias eram transportadas em *lombos de animais ou vias fluviais* (WS). A maioria dos professores acredita que a ferrovia foi importante porque aperfeiçoou o transporte de *produtos como: café, minério de ferro, cimento, açúcar e etc.* (MM) e, mais tarde, a *pecuária leiteira e abacaxi* (CM). Diversas razões faziam desse meio de transporte o favorito. Os Estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, tornavam-se cada vez mais responsáveis por dinamizar suas respectivas economias e, ademais, o cenário externo favorecia a implantação dessas vias, para acelerar as exportações de capitais de países capitalistas centrais para países localizados na periferia (QUINTÃO, 2008; p. 88). Além de aperfeiçoar o transporte de produtos, a ferrovia trouxe também benefícios, para outras cidades do Sul do Espírito Santo como “*facilidade de locomoção (trem) para os grandes centros [...], casarões imponentes, um colégio de renome nacional e vários imigrantes*” (MR).

Sobre os aspectos negativos, o transporte ferroviário em Cachoeiro de Itapemirim *modificou a paisagem local* (AP), *poluiu o ambiente* (CS), *ocupou espaço no trânsito* (EA), ofereceu perigo para o trânsito de *pedestres* (MM). Para Freitas (2015), as principais desvantagens do transporte ferroviário não são as mesmas apresentadas pelos professores. Ele considera que a dificuldade de percorrer superfícies acidentadas, o alto custo na

construção e manutenção das ferrovias e o fato dos trens não conseguirem atingir certos centros consumidores são os principais aspectos negativos desse meio de transporte.

Além de propiciar um entendimento das visões dos professores em relação aos aspectos positivos e negativos do transporte ferroviário, o método do estudo de caso foi eficaz porque permitiu a evolução das respostas dos professores em relação à 1ª etapa. Compare, por exemplo, a resposta de uma professora:

Promoveu um desenvolvimento mais rápido da cidade porque possibilitou uma revolução nos transportes abrindo oportunidades de comercializar com mais facilidade os produtos como: café, minério de ferro, cimento, açúcar e etc., consequentemente nasceram novas tecnologias. Forneceu novas oportunidades de empregos (MM- 1ª etapa).

Na época da colonização o café e a cana de açúcar era objeto de exportação e seu maior transporte era aquático. O rio então passa ser impróprio para navegação daí a necessidade de criar um transporte favorável no deslocamento do café do interior de Cachoeiro do Itapemirim para o litoral e por outro lado a cafeicultura cresce tanto que o transporte aquático torna-se inviável porque o ocorre um aumento do valor do café no Rio de Janeiro. Começou a se pensar na ferrovia que é um meio de transporte mais eficiente para transportar produção de café. Construiu de início uma pequena ferrovia e depois foi ligando as cidades produtivas de café e claro de interesse da cafeicultura. A ferrovia se tornou fundamental para dar a Cachoeiro de Itapemirim a condição de centro econômico do ES passando a cidade a ser o centro ferroviário do ES (MM- 3ª etapa).

A segunda fala da professora MM é mais elaborada que a primeira. Aparecem novos elementos como o transporte aquático e a evolução da construção da ferrovia. Acreditamos que essa mudança na resposta da professora aconteceu devido às atividades desenvolvidas na segunda etapa do estudo de caso histórico. Nessa etapa, os professores assistiram a um vídeo sobre o processo de construção da ferrovia de Cachoeiro de Itapemirim e leram trechos da dissertação de mestrado de Quintão (2008).

2ª parte: Análise das atividades aplicadas na 2ª etapa do estudo de caso histórico

O professor de história auxiliou na elaboração das atividades para a segunda etapa do estudo de caso histórico. A partir de trechos extraídos da dissertação de mestrado de Quintão (2008) e do vídeo disponível no ambiente virtual do curso, foram elaboradas três questões de história. Essas questões tinham o objetivo de avaliar a incorporação dos conhecimentos dos professores sobre o desenvolvimento da ferrovia de Cachoeiro de Itapemirim. Responderam essa atividade, os 10 professores de física do ensino médio, participantes do curso.

Novamente, utilizaremos aqui a análise com as categorias definidas *a priori*, extraídas das questões propostas pelo professor de história. As categorias escolhidas foram: a) Categoria 1: Modernização do Espírito Santo; b) Categoria 2: Macro-história e Micro-história e c) Categoria 3: Entroncamento ferroviário. As unidades de significado (US) associadas a cada categoria aparecem em *itálico* nas nossas análises. Essas unidades são trechos extraídos das respostas dos alunos. A seguir será apresentada a análise da questão A.

Questão A: O Espírito Santo, na segunda metade do século XIX e início do século XX teve um processo de modernização. No entanto, a palavra “modernização” é muito elástica e pode ter vários significados. Sendo assim, tomando como base o texto e o vídeo, explique o que pode significar a modernização do Espírito Santo nos aspectos técnicos e econômicos?

Para os professores, a modernização do Espírito Santo se encontra associada ao desenvolvimento das ferrovias para atender ao escoamento da *produção de café da região* (AP) e para o *transporte de mercadorias, animais e passageiros* (EA). Assim, a ferrovia passa a ser *símbolo da modernidade, do capitalismo, enfim, da economia globalizada* (MM). A professora MR alerta, no entanto, que a construção da ferrovia no Espírito Santo serviu, inicialmente para atender as demandas de Minas Gerais e Rio de Janeiro, estados economicamente mais desenvolvidos:[...] *deveríamos servir apenas como ligação entre esses dois estados* (MR).

Ainda que timidamente, o Espírito Santo moderniza-se, tecnicamente, à medida que vai implementando ferrovias em seu território; não havia, no período indicado, símbolo maior de modernização técnica do que o processo de “rasgar territórios” para assentar os caminhos de ferro (*railways*) das locomotivas. Como desdobramento da modernização técnica advém a modernização econômica, pois as ferrovias inserem o Espírito Santo no mercado mundial; o café, produto rei da economia capixaba, passa, então, a ser transportado em maior quantidade e com maior rapidez até o porto exportador (no caso, o porto localizado na baía de Guanabara, em Niterói, Rio de Janeiro). O Espírito Santo moderniza-se economicamente à medida que suas atividades produtivas vão sendo organizadas nos moldes do sistema capitalista de produção.

O Espírito Santo voltou-se para o cultivo de café, a partir de 1830 seguindo uma tendência nacional e internacional (QUINTÃO, 2008; p. 74). Para escoar essa produção para os outros estados e países, principalmente através dos portos do Rio de Janeiro, existia a necessidade de um transporte eficaz, como os trens. A seguir mostraremos a análise da questão B.

Questão B: Em História, costuma-se dizer que “o micro desnuda o macro”, ou seja, a micro-história – os eventos ligados a uma localidade, a uma região – contém e revelam parte

dos acontecimentos macro históricos. Quais os indícios, encontrados no texto e no vídeo, podem confirmar essa ideia de que “o micro desnuda o macro”?

Para os professores de física a micro-história do Espírito Santo está dentro de um contexto maior da macro-história. Estudar, por exemplo, como um *município se desenvolveu, mostra como os acontecimentos daqui são influenciados por questões nacionais* (MR). Essas questões envolvem *políticas alavancadas pela cafeicultura, economia baseada na exportação de matéria prima, avanços tecnológicos como transporte ferroviário e luz elétrica dentro de um contexto da revolução industrial* (CR).

As construções de ferrovias transformaram a realidade do Espírito Santo e de todo o país, *interligando as regiões de formas mais rápidas e transportando um número maior de pessoas e cargas* (EA).

A insistente preocupação das autoridades capixabas em inserir o Espírito Santo na “Era das Ferrovias” pode ser interpretado como uma tentativa de fazer a região acompanhar o ritmo das mudanças mundiais dentro de um contexto de divisão internacional do trabalho e da produção. Nesse momento, em nível mundial, algumas regiões produzem e exportam matérias-primas e gêneros alimentícios, enquanto outras as beneficiam. Nessa divisão internacional do trabalho, o Espírito Santo se tornou um grande produtor e exportados de café para atender à demanda dos países europeus e os Estados Unidos. No vídeo, fica evidente os desdobramentos das chamadas Primeira e Segunda Revolução Industrial no Espírito Santo; o vapor e a eletricidade começam a ser as forças motrizes dos meios de transportes; o ferro é a grande matéria prima para a construção não só dos trilhos, mas também de pontes e viadutos ao longo dos “caminhos de ferro”; o telégrafo é introduzido ao longo das *railways*; para a construção das ferrovias – especialmente à chamada Estrada de Ferro Sul do Espírito Santo, que liga Vitória a Cachoeiro via região Serrana – a dinamite foi largamente utilizada para abrir túneis em rochas.

Neste sentido pode-se dizer que a micro e a macro-histórias fluem em mão dupla, interagindo os eventos específicos e as estruturas gerais de forma integrada, recíproca e cíclica (SCHAYDER, 2011, p. 109). A seguir mostraremos a análise da questão C.

Questão C: A cidade de Cachoeiro, no início do século XX, foi o grande entroncamento ferroviário do Espírito Santo. Por quê?

Na visão dos professores de física, a cidade de Cachoeiro de Itapemirim foi o grande entroncamento ferroviário do Espírito Santo porque tinha uma *localização geográfica muito favorável* (CS). Mesmo antes da implantação da ferrovia *o café era escoado do porto através dos barcos movidos a vapores que navegavam pelo rio Itapemirim* (CR). A malha ferroviária foi implantada nessa região com o objetivo de *facilitar a exportação dos grãos de*

café (CR). Inicialmente a ferrovia ligava as cidades de Cachoeiro ao porto Rio de Janeiro. Posteriormente, foi construída uma linha férrea ligando Cachoeiro ao porto de Vitória, evitando assim que a carga fosse levada para o *Rio de Janeiro, o qual ficava com os ganhos da venda do café* (CM).

A localização geográfica de Cachoeiro foi um fator que possibilitou o seu desenvolvimento econômico; localizada no último ponto navegável do rio Itapemirim, a cidade se especializou, primeiro, na recepção e exportação do café de todo o vale do rio através de barcos a vapor; com o aumento da produção de café, foi construída (em 1887) entre Cachoeiro e Alegre a Estrada de Ferro Caravelas, a primeira linha ferroviária do Espírito Santo – foi construída com o propósito de escoar a produção do vale do rio Itapemirim até Cachoeiro e, daí, seguir, rio abaixo, até a barra do rio, onde era reembarcada em navios para seguir até o Rio de Janeiro; um pouco mais adiante (1903), chegava a Cachoeiro a ferrovia Leopoldina *Railway Company*, que ligou a cidade até Niterói, no Rio de Janeiro; em 1910, uma extensão dessa ferrovia, passando pelas serranias capixabas, pôs Cachoeiro em conexão com Vitória; em 1912, a estendeu-se a Estrada de Ferro Caravelas até Espera Feliz (MG); por fim, em 1927, um novo tronco ferroviário foi criado entre Cachoeiro e o atual município de Marataízes – o objetivo desse braço ferroviário era escoar a produção de açúcar da usina localizada no baixo Itapemirim. Desse modo, Cachoeiro, por sua estratégica posição geográfica, foi se transformando num grande entroncamento ferroviário com o propósito de escoar a produção agrícola do Espírito Santo.

A cidade de Cachoeiro de Itapemirim representou um “...centro aglutinador de todo o café do sul do Estado do Espírito Santo daquela área, o que originou a aprovação por parte da Assembleia Provincial de uma via férrea que dinamizasse o escoamento da produção para aquela cidade” (QUINTÃO, 2008, p. 72).

Considerações Finais

As atividades realizadas a partir do estudo de caso histórico contribuíram para a reflexão dos professores sobre a cultura científica local e permitiram aproximar a ciência da realidade dos participantes, ao tratar de um acontecimento passado em seu próprio município, neste caso, o desenvolvimento da ferrovia em Cachoeiro de Itapemirim/ES. Os professores perceberam que o estudo de eventos locais está relacionado com um contexto mais amplo, que neste caso, foi a revolução industrial do século XIX.

Aspectos positivos e negativos do transporte realizado por trens na cidade de Cachoeiro de Itapemirim foram destacados pelos professores, evidenciando que o progresso científico nem sempre traz o bem-estar social.

O estudo de caso histórico possibilitou resgatar o conhecimento prévio dos professores servindo de porta de entrada para potencializar as discussões sobre a construção da ferrovia na cidade de Cachoeiro de Itapemirim.

A colaboração do professor de história possibilitou aos participantes um entendimento de que a micro-história, representada aqui pelos motivos da construção da ferrovia no Espírito Santo, se encontra dentro de um contexto da macro-história, que explica a divisão internacional do trabalho e da produção.

O curso aplicado na modalidade do ensino à distância favoreceu a interatividade entre os professores. Na avaliação dos participantes, o trabalho desenvolvido foi efetivo e ampliou seus horizontes para outras possibilidades didáticas que poderão ser replicadas em suas salas de aula.

Espera-se que as discussões realizadas neste relato possam incentivar a elaboração de projetos interdisciplinares com outros públicos em outros contextos.

Referências

- ALVES, V. L. Recortes da história regional de Campos dos Goytacazes: uma abordagem da história da ciência aliada a cultura em aulas de física. 2012. *Dissertação* (Mestrado em Ciências Naturais) - Laboratório de Ciências Físicas, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes.
- BASTOS, F.; KRASILCHIK, M. Pesquisas sobre a febre amarela (1881-1903): Uma reflexão visando contribuir para o ensino de ciências. *Ciência & Educação*, Bauru, v.10, n.3, p.417-442, 2004.
- BRAGA, M.; GUERRA, A.; REIS, J. *Breve história da Ciência Moderna- Vol.3: Das luzes ao sonho do doutor Frankenstein - (séc XVIII)*. 1ª ed, v.3. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2004.
- CARNEIRO, D., COSTA JR, J.; NUNES, V.; BALDO, Y. *Uma proposta de planejamento para criação de salas no ambiente virtual de aprendizagem (AVA) - moodle: mapa de atividades adaptado*. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2010/cd/252010145524.pdf>>. Acesso em 22 jun. 2014.
- CIMBLERIS, B. Carnot e a evolução das máquinas térmicas. *Revista da SBHC*, São Paulo, n.6, p.39-45, 1991.
- DAEMON, B. C. *Província do Estado Espírito Santo – Sua descoberta, história, Chronologia, Synopsis e Estatística*. Vitória, Typographia do Espírito Santense, 1879. Disponível em: <<https://ape.es.gov.br/>> Acesso em 22 jun. 2014.

- DRUMMOND, J.; NICÁCIO, J.; SKEETE JR; A.; SILVA, M.; CÂMARA, A.; BEZERRA, F. Narrativas históricas: gravidade, sistemas de mundo e natureza da ciência. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.32, n.1, p. 99-141, 2015.
- GIUSTA, A. Construção de uma nova concepção de currículo. Diretrizes Curriculares da Escola Sagarana. *PROCAD*: Belo Horizonte, n.5, p.15-33, 2001.
- HYGINO, C. *Uso de episódios da história da ciência em aulas de física no Proeja*. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais) - Laboratório de Ciências Físicas, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2011.
- LINHARES, M.; REIS, E. Estudos de caso como estratégia de ensino na formação de professores de física. *Ciência & Educação*, Bauru, v.14, n.3, p.55-74, 2008.
- MARTINS, R. A história e seus usos na educação. In SILVA, C. (Org.). *Estudos de História e Filosofia das Ciências: Subsídios para Aplicação no Ensino*. São Paulo, Livraria da Física, 2006, p.xxi- xxxiv.
- MCCOMAS, W. Uma proposta de classificação para os tipos de aplicação da história da ciência na formação científica: implicações para a pesquisa e desenvolvimento (B.A. Moura, Trad.). IN C. SILVA & M. PRESTES (Orgs). *Aprendendo ciência e sobre sua natureza: abordagens históricas e filosóficas*. São Carlos, SP: Tipografia, 2013, p.425-448.
- MOURA, B. A. A aceitação da óptica newtoniana no século XVIII: subsídios para discutir a natureza da ciência no ensino. 2008. 214f. *Dissertação* (Mestrado) - Instituto da Universidade de São Paulo, Instituto de Física de São Carlos, Departamento de Física e Informática, USP, São Paulo.
- MOURA, B.; SILVA, C. Abordagem multicontextual da história da ciência: uma proposta para o ensino de conteúdos históricos na formação de professores. *Revista Brasileira de História da Ciência*, São Paulo, v.7, n.2, p.336-348, 2014.
- PIRES, A. *Evolução das idéias da física*. 1ª ed. São Paulo: Physical Bookstore Press, 2008.
- QUINTÃO, L. C. A interiorização da capital pela estrada de ferro sul do Espírito Santo. 2008. *Dissertação* (Mestrado em História Social das Relações Políticas) - Centro de Ciências Humanas e Naturais - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2008.
- ROUXINOL, E. Física no Brasil para o ensino médio: uma abordagem para compreensão da ciência e da atividade científica. 2007. *Dissertação* (Mestrado em Ensino de Ciências) –Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- SOUSA, I. Currículo de história: perspectivas locais na educação de jovens e adultos. *Espaço do Currículo*, João Pessoa, v.6, n.3, p.514-524, 2013.

STINNER, A.; MCMILLAN B.; METZ, D.; JILEK, J.; KLASSEN, S. The Renewal of Case Studies in Science Education. *Science & Education*, v.12, n.12, p. 617–643, 2003.

Bibliografia Resumida

Edmundo Rodrigues Junior: Doutorado em Ciências Naturais pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; professor do Instituto Federal do Espírito Santo- Campus Cachoeiro de Itapemirim.

Link do Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8294757167478786>

e-mail: edmundo.cruzeiro@ifes.edu.br

José Pontes Schayder: Especialização em História, professor do Instituto Federal do Espírito Santo- Campus Cachoeiro de Itapemirim.

e-mail: josep@ifes.edu.br

Cassiana B. Hygino: Doutorado em Ciências naturais, Instituto Federal Fluminense- Campus Camboci-RJ.

Link do Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8140578621545833>

e-mail: cassiana.machado@ifrj.edu.br

Fernando J. Luna: Doutorado em Ciências pela UNICAMP. Professor da Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro - Campos dos Goytacazes, RJ.

Link do Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2882524776546697>

e-mail: fernandojoseluna@gmail.com

Jorge Henrique Gualandi: Doutorando em Educação Matemática pela PUC/SP. Professor do Curso Superior de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Cachoeiro de Itapemirim.

Link do Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3386420572368441>

e-mail: jhgualandi@ifes.edu.br