

EVIDÊNCIAS DE ASPECTOS DO PENSAMENTO CRÍTICO DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO EM ABORDAGEM DIDÁTICA SOBRE ALBERT EINSTEIN

Ana Cácia Santos¹

Marcos Antonio Passos Chagas²

Neide Maria Michellan Kiouranis³

Divanizia do Nascimento Souza⁴

Resumo: Neste estudo, pretendeu-se investigar sobre evidências de aspectos do pensamento crítico de alunos da primeira série do Ensino Médio de uma escola pública, ao longo de uma sequência de atividades baseadas, principalmente, em elementos historiográficos do cientista Albert Einstein. O estudo foi desenvolvido com pesquisa-ação ao longo de uma pesquisa de mestrado, realizada pela primeira autora. A análise dos dados teve por fundamento aspectos da Teoria do Pensamento Crítico. Nas atividades desenvolvidas ao longo de sete encontros, buscou-se mobilizar os estudantes a refletir e argumentar sobre os temas apresentados. Para isso, inicialmente foi pedido aos estudantes que escrevessem sobre o que sabiam quanto a Albert Einstein; depois eles assistiram a um filme sobre a vida desse cientista, responderam a questionamentos sobre o filme, participaram de debates e desenvolveram uma história em quadrinhos sobre a vida de Einstein. A abordagem propiciou que os alunos demonstrassem a capacidade deles de reflexão e argumentação e auxiliou no desenvolvimento dessa capacidade, o que evidenciou aspectos do pensamento crítico deles.

Palavras-chave: Albert Einstein, Sequência de Atividades, Teoria do Pensamento Crítico.

EVIDENCE OF ASPECTS OF CRITICAL THINKING OF HIGH SCHOOL STUDENTS IN A DIDACTIC APPROACH ON ALBERT EINSTEIN

Abstract: In this study, it was intended to investigate evidence of aspects of critical thinking of students in the first grade of high school in a public school, over a sequence of activities based mainly on historiographical elements of the scientist Albert Einstein. The study was developed with action research along a master's research, carried out by the first author of this

¹ Licenciada em Física. Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal de Sergipe. E-mail: anacaciapjmp_gloria@hotmail.com

² Doutor em Física pela Universidade Federal de Sergipe. Professor da Faculdade Estácio de Sergipe, Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe. E-mail: mchagasfisica@gmail.com

³ Doutora em Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e Matemática da Universidade Estadual de Maringá. E-mail: nmmkiouranis@gmail.com

⁴ Doutora em Tecnologia Nuclear. Professora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal de Sergipe. E-mail: divanizi@ufs.br

paper. Data analysis was based on aspects of Critical Thinking Theory. In the activities developed over seven meetings, it was sought to mobilize students to reflect and argue about the topics presented. To this end, the students were initially asked to write about what they knew about Albert Einstein; then they watched a film about the life of this scientist, answered questions concerning the film, participated in debates and developed a comic about Einstein's life. The approach enabled students to demonstrate their ability to reflect and argue and helped them in the development of this ability, which highlighted aspects of their critical thinking.

Keywords: Albert Einstein, Activity Sequence, Critical Thinking Theory.

INTRODUÇÃO

Por entendemos que a física não é uma ciência estagnada no tempo e no espaço, consideramos que é de grande relevância que os alunos da educação básica vivenciam e compreendam o desenvolvimento dessa ciência.

Feynman (2004) e Rosa e Rosa (2012) mostram que existia na física certa visão de mundo antes década de 1920 e outra depois, com entendimentos diferenciados dos fenômenos da natureza. Após aquela década, a partir dos estudos de Einstein e de outros cientistas, como Planck e Bohr, dá-se início à chamada Física Moderna. Juntamente com a Física Moderna, surgem novos paradigmas científicos e educacionais e advém um avanço tecnológico fremente.

Com o avanço das novas tecnologias, os jovens estão com seus olhares cada vez mais atentos para os avanços científicos e para a compreensão da ciência de modo geral (DOMINGUINI et al., 2012). No entanto, precisamos ainda concordar com o que é afirmado nos PCN+ (BRASIL, 2006): “a física atualmente ensinada na escola, geralmente, não daria condições para compreendermos as tecnologias”, e isso ainda vem sendo atestado por autores como Jesus e Dinis (2014). Apesar de seus mais de dez anos, os PCN+ permanecem atuais e a educação brasileira ainda os têm como um eixo norteador, mesmo que isso não implique, em geral, em prática educacional muito coerente com tais parâmetros. Por exemplo, se observamos os conteúdos apresentados em um livro dos autores Torres *et al.* (2013) e Bonjorno *et al.* (2013), destinados ao Ensino Médio, veremos que a Física Clássica predomina; somente na última seção dos volumes dedicados à terceira série é que a Física Moderna aparece. Felizmente, observam-se mais e mais iniciativas de inserção de tópicos da FMC e da história dessa física em aulas do Ensino Médio, principalmente resultantes de projetos de dissertação de mestrado e teses de doutorado, a exemplo dos trabalhos de Oliveira e Gomes (2016), Jardim e Guerra (2017).

A inserção da Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio (EM) é objeto de estudos e de pesquisas há décadas (DOMINGUINI *et al.*, 2012), e o papel da história da ciência no ensino desta temática vem sendo posto em relevância por autores diversos, incluindo Peduzzi (2009) e Silva e Moraes (2015). Considerando que o ensino de ciência deve ultrapassar os muros da escola e acompanhar o desenvolvimento da sociedade, a FMC, sendo uma das bases do científico e desenvolvimento tecnológico, precisa ser abordada no contexto escolar, tanto em seus aspectos conceituais quanto históricos. É relevante também abordar no Ensino Médio sobre o contexto sociocultural presente no desenvolvimento dessa física, para oportunizar aos educandos conhecimentos mais amplos sobre ciência.

A compreensão da natureza da ciência é fundamental para a formação de alunos mais críticos e integrados à realidade (MOURA, 2014). Conforme Moura (2014, p. 41) “a História e Filosofia da Ciência formam um caminho possível para a discussão de natureza da Ciência, porque evidenciam os meandros da construção do conhecimento científico, contextualizando a Ciência”. No entanto, abordar a história da física pode não ser fácil para o professor da disciplina Física que não teve na formação inicial oportunidade de apropriação da história da ciência como recurso pedagógico para o ensino de física (VITAL; GUERRA, 2017). Também, a compartimentalização do currículo escolar pode fazer com que esse professor se sinta inseguro em abordar aspectos históricos dessa disciplina, por considerar que isso demandará saberes que somente historiadores possuem.

Embora alguns livros de física do Ensino Médio já tragam informações sobre FMC, normalmente tais obras não apresentam aspectos históricos da construção do conhecimento científico nem quanto aos cientistas que contribuíram para o seu desenvolvimento. Então, assim como na maioria das escolas não se ensina sobre FMC devido a fatores como carga horária reduzida e falta de materiais disponíveis para demonstrações dessa temática (OSTERMANN, 1999), também abordagens históricas são pouco vivenciadas pelos estudantes (OLIVEIRA e GOMES, 2016).

Este trabalho descreve uma sequência de atividades realizadas com alunos de uma turma de primeira série do Ensino Médio de uma escola pública de Aracaju, SE, buscando responder ao seguinte questionamento: É possível evidenciar aspectos do pensamento crítico desses alunos a partir de uma abordagem historiográfica de elementos historiográficos de Albert Einstein? Para isso, procurou-se identificar nas respostas desses alunos às diferentes ações de intervenção, aspectos que se relacionam com as capacidades de pensamento crítico, tais como refletir e argumentar.

HISTÓRIA DA FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA E ALBERT EINSTEIN

A física dos povos antigos era mais voltada para observação da natureza e seus acontecimentos, passando a ter um caráter experimental com os estudos e observações de Galileu Galilei, no século XVI. Devido a isso, esse cientista é considerado um dos mais importantes fundadores do método experimental; sua principal contribuição diz respeito à natureza da queda dos corpos. Para muitos estudiosos, a exemplo de Peduzzi (2009) e Feynman (2004), Galileu também é considerado um precursor da Física Moderna, pois iniciou a revolução do conhecimento da física estudada e conhecida antes das suas teorias.

Após a divulgação das teorias de Isaac Newton, no século XVII, a física passou por um período de calma, que perdurou por quase dois séculos. Os cientistas desse período acreditavam que todas as leis da física já tinham sido descobertas e postas em evidência. Esse quadro começou a mudar a partir da divulgação das equações de Maxwell no final do século XIX, que servem para descrever todos os fenômenos elétricos e magnéticos (PEDUZZI, 2009).

A física de antes de Maxwell, Planck e Einstein respondia aos anseios de um mundo macroscópico, onde “tudo” era visto e experimentado. Mas uma nova visão começa a surgir com as teorias destes cientistas, derivando na chamada Física Moderna, em que os constituintes do mundo microscópico começam a ganhar forma. Com as novas descobertas sobre o átomo, outros elementos entram em cena, como o elétron, os raios X e a radioatividade, o que acabou criando outros paradigmas para a ciência, possibilitando imaginar uma física que vai muito além daquilo que os olhos conseguiam enxergar (PEDUZZI, 2005).

Einstein contribuiu para mostrar que as leis físicas que existiam precisavam ser aprimoradas e que algumas verdades científicas concebidas anteriormente sobre os fenômenos da natureza eram errôneas. É notória a contribuição desse cientista para o desenvolvimento das novas tecnologias, mesmo depois de mais de cem anos do ano Miraculoso de Einstein em 1905, ano que foi denominado assim devido aos seus feitos, postulados nos seus cinco artigos.

PENSAMENTO CRÍTICO

O avanço da ciência e da tecnologia impõe cada vez mais desafios educacionais, no sentido de formar cidadãos críticos e capazes de intervir no seu meio físico e social. Com a rapidez das informações que são transmitidas por diversos meios de comunicação, faz-se necessário que as pessoas tenham capacidade de compreender e questionar os assuntos que

chegam até elas, como também de solucionar problemas, inclusive os sociais em seu entorno, de maneira a contribuir para a plena qualidade de vida. Mas para que isso aconteça, o cidadão precisa desenvolver e fazer uso das capacidades do pensamento crítico (TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2014).

O desenvolvimento dessas capacidades ajuda as pessoas a pensar e a resolver seus problemas de maneira racional, a partir de reflexões antes de tomar qualquer decisão, seja no âmbito social, pessoal e profissional. Conforme Ennis (1985, p. 46), o pensamento crítico se apresenta como “uma forma de pensamento racional, reflexivo, focado naquilo em que se deve acreditar ou fazer”.

O âmbito escolar é muito importante para o desenvolvimento do pensamento crítico, e é nele que o poder da reflexão e argumentação sobre todo os tipos de problemas enfrentados pelos alunos e pela sociedade deve ser posto em evidência, para que os estudantes possam buscar soluções de forma consciente e racional e não apenas com base em suas crenças (BULEGON; TAROUCO, 2015). No Brasil, vários documentos educacionais dirigidos à educação básica, principalmente para o Ensino Médio, evidenciam a importância do pensamento crítico; como exemplo, tem-se o artigo 35 da Lei Diretrizes e Bases da Educação da Educação Nacional (LDB), onde ele é especialmente elencado nos incisos III e IV desta lei.

III- O aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;

IV- A compreensão dos fundamentos científico-tecnológico dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina. (BRASIL, 1996, P.15).

No ensino de Ciências, notadamente no de Física, é fundamental que os conhecimentos científicos sejam utilizados para solucionar problemas, para que os alunos possam intervir na realidade pessoal e escolar de forma crítica e consciente. Nesse sentido, não basta somente estar mobilizado para tal pleito, também é necessária a contribuição de uma série de mecanismos pedagógicos para a efetivação do pensamento crítico. Para Tenreiro-Vieira e Vieira (2014, p. 19), em se tratando de ensino de ciências,

Uma séria e real preocupação em torno da promoção do potencial de pensamento crítico dos alunos obriga a focar a atenção nas práticas didático-pedagógicas, tendo em conta as dimensões através das quais estas se concretizam na sala de aula, como sejam: os materiais curriculares, as atividades de aprendizagem, as estratégias de ensino e a atmosfera de sala de aula.

Então, para promover o desenvolvimento das capacidades de pensamento crítico dos alunos, no ambiente escolar a partir de situações de aprendizagem, mitos e crenças precisam

ser questionados e os conhecimentos científicos discutidos, confrontados e significados para a vida dos alunos.

DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES

A pesquisa se deu em uma turma do primeiro ano do ensino médio de uma de uma escola pública localizada em Aracaju, Sergipe. A turma era composta por 26 alunos, em sua maioria meninas, com idades entre 15 e 16 anos.

O estudo teve por base princípios de pesquisa-ação, que visa relacionar a prática com a teoria de uma forma construtiva, possibilitando uma compreensão crítica sobre o processo de ensino e aprendizagem, como também a intervenção crítica na sociedade. A pesquisa-ação trabalha com sujeitos e problemas envolvendo situações reais, onde os sujeitos envolvidos buscam refletir sobre os diversos acontecimentos para se chegar a uma solução.

Inicialmente, foram realizadas atividades para motivar a participação dos estudantes no desenvolvimento de uma sequência de sete encontros, com duração aproximada de uma hora e quarenta minutos cada. Procurou-se saber dos alunos sobre as trajetórias deles enquanto estudantes e o que eles conheciam sobre Física. A seguir são descritas as atividades desenvolvidas em cada encontro.

No **primeiro encontro** foi apresentada a proposta da sequência de atividades para a turma. A partir da conversa inicial pudemos perceber o quanto os alunos sabiam sobre Albert Einstein e FMC. Considerando-se as falas deles, os detalhes dos encontros posteriores foram ajustados. A escolha dos materiais utilizados nas atividades levou em conta que deviam possibilitar explorar as opiniões dos alunos sobre o objeto de estudo. Esse encontro foi realizado no horário da aula da disciplina Física, com o intuito também de observar os alunos nas atividades didáticas cotidianas e de entregar os termos de consentimento para eles.

Iniciando o **segundo encontro**, foi pedido aos estudantes que escrevessem tudo o que sabiam sobre a vida de Albert Einstein. Após terem concluído essa primeira atividade, eles receberam um texto sobre o que diferencia a Física Clássica da FMC, que foi produzido a partir de um de Silva (2011), que pode ser encontrado em <http://www.infoescola.com/fisica/quantica>, e de trechos do livro de GILMORE (1998). Após isso, foi organizada uma roda de conversa para que os estudantes comentassem sobre o texto lido.

O documentário “A História de Albert Einstein” foi exibido no **terceiro encontro**, com passagens referentes a aspectos pessoais, profissionais e científicos da vida dele. Esse documentário está disponível no YouTube (www.youtube.com/watch?v=WwX-G_E7MYk).

No **quarto encontro** os alunos escreveram, individualmente, respostas para questões referentes ao documentário apresentado na semana anterior. As questões foram: O que você percebeu sobre Albert Einstein no documentário? O que você gostou nele? O que não gostou? Quais as cenas mais importantes do documentário para você? Sua concepção sobre Albert Einstein continua a mesma? Com exceção da primeira questão, as perguntas foram acompanhadas de pedido de justificativa da resposta. Após o recolhimento das respostas, foi promovido um debate sobre o documentário para que os alunos fizessem suas colocações sobre o que assistiram.

Os alunos foram convidados, no **quinto encontro**, a elaborar uma revista em quadrinhos sobre a história de Albert Einstein considerando o que eles tinham observado no documentário e nos encontros anteriores.

No **sexto encontro** os alunos apresentaram uma peça sobre a vida de Albert Einstein.

No **sétimo encontro** eles foram novamente convidados a escrever tudo o que sabiam sobre a vida de Albert Einstein.

Para a análise dos dados coletados nos encontros, constituídos de relatórios e anotações das observações, recorreu-se a Bardin (1995), que propõe um esquema para análise de conteúdo, constituído de três fases: a pré-análise; a exploração do material e o tratamento dos resultados; a inferência e a interpretação.

Na pré-análise foram identificados e agrupados os “núcleos de sentidos” próprios da análise de conteúdo tipo temática, com base nas capacidades de pensamento crítico, adaptadas e propostas por Tenreiro-Viera e Viera (2005). Na segunda etapa foram exploradas as respostas dos alunos às diferentes ações de intervenção e os registros do diário da pesquisadora. Por último, os resultados foram interpretados com o intuito de se fazer algumas inferências sobre os dados obtidos. Serão apresentadas considerações breves sobre os resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao responder ao questionamento inicial, os alunos não fizeram analogias com nenhuma contribuição científica de Einstein; a grande maioria escreveu somente uma frase pequena, como “Ele foi um grande físico”. Mesmo não sabendo exatamente quem foi Einstein, eles

mencionaram algumas frases célebres atribuídas a esse cientista, que frequentemente são utilizadas nas redes sociais como frases motivacionais. Alguns alunos deixaram em branco por não terem conhecimento sobre Einstein. Na roda de conversa, a maioria dos alunos expressou ideias. Um comentário do aluno 23, apresentado a seguir, feito na roda de conversa, demonstra que ele refletiu sobre o texto lido e tentou argumentar, o que demonstra certo pensamento crítico, pois para Ennis (1985) esse tipo de pensamento está relacionado ao pensar e agir racionalmente.

A física para mim é algo muito “esquisito”, antes de chegar no ensino médio não entendia a importância da física, achava que ela era apenas mais uma disciplina comum, como as outras, mas percebi que ela não é. Ela é feita por gênios, como: Einstein, Newton entre outros. Sempre utilizei aparelhos, porém, não sabia que só foi possível a sua construção através da física moderna ou física quântica, como queira chamar.

No **terceiro encontro**, ao longo da exibição do documentário, os estudantes comentavam pontualmente sobre algumas cenas, mas sem muito alarde. Após os alunos assistirem ao documentário, a pesquisadora fez breves comentários e passou a fala para os alunos. Em seus comentários, os alunos disseram que Einstein era muito corajoso e inteligente; que ele lutou muitos anos para comprovar a sua teoria; que muitas pessoas o ajudaram e ele não fez tudo sozinho.

Por ser um documentário extenso e que traz em seu arcabouço fatos científicos, históricos, culturais e pessoais de um cientista, com personagens explicando tudo que aconteceu com Albert Einstein, não despertou a atenção dos demais alunos. Provavelmente os alunos esperavam um filme semelhante aos dramas e de aventura, mas o documentário foge desse modelo. Mesmo assim, acreditamos que o documentário é um recurso didático que pode auxiliar na aprendizagem dos alunos, chamando a atenção deles para os conteúdos estudados.

No **quarto encontro**, que ocorreu duas semanas após o terceiro encontro, foi aplicado um questionário contendo cinco perguntas sobre o documentário. Segue abaixo as respectivas perguntas e respostas.

1- O que você percebeu no documentário?

A maioria dos alunos relatou sobre a força de vontade e a perseverança de Albert Einstein, pois mesmo diante das dificuldades e da não aceitação das pessoas sobre as suas teorias, continuou com suas pesquisas, como nos mostra os relatos a seguir:

O documentário relatou coisas bastante interessantes sobre a vida de Einstein. Ele tinha sido reprovado e mesmo assim continuou acreditando em suas teorias, isso chamou muito a minha atenção. (A23)

Eu percebi no documentário que Einstein era uma pessoa normal que trabalhava, estudava e tinha família, mas que com muita perseverança e determinação ele conseguiu fazer a teoria da relatividade. (A6)

Eu percebi que qualquer pessoa pode ser o que quiser, basta querer e ter força de vontade. (A18)

Os alunos começam a desmistificar a figura do gênio e passaram a vê-lo como um homem com defeitos e qualidades, mas com uma dedicação a mais pelos estudos, pois passou a maior parte da vida se dedicando à ciência. Dois alunos (A1, A3) perceberam durante o documentário que Albert Einstein tinha senso de humor e muita humildade, pois estava sempre preocupado com o bem da humanidade.

Albert tinha um senso de humor, uma inteligente gigante, apesar de todos as dificuldades jamais desistiu dos sonhos. (A1)

Albert Einstein tinha um senso de humor, e uma preocupação com os outros. O documentário tem muitas informações uteis. (A3)

A persistência de Albert Einstein em comprovar sua teoria foi o que mais chamou a atenção dos alunos. Ao analisarmos as respostas a essa pergunta percebemos o quanto a busca pela realização dos sonhos é enfatizada por eles. É provável que isso ocorra devido ao nível de formação dos alunos e por serem adolescentes. Somente um aluno (A26) falou sobre a vida amorosa do cientista.

Percebi mais um pouco sobre a vida de Einstein e suas descobertas, seus romances proibidos e como conseguiu ganhar o prêmio Nobel. (A26)

É perceptível na resposta desse aluno e na dos demais a naturalidade com que eles aceitaram essa parte da vida de Einstein, pois não houve nenhum espanto e nem crítica sobre a vida amorosa desse grande físico.

2- O que você gostou nele? Por quê?

Quatro alunos trouxeram novamente a persistência de Einstein em provar sua teoria.

Ele foi muito batalhador, porque se não correr atrás não conseguimos nada e ele batalhou muito para descobrir as coisas. (A4)

Gostei da insistência. Porque ele não desistiu em nenhum momento e conseguiu o que esperava, que era provar que todas as suas teorias estavam corretas. (A26)

Que ele nunca desistiu de provar sua teoria, ele sempre persistiu até que um dia ele conseguiu. (A17)

Mais uma vez, vemos o quanto é importante para esses jovens a realização dos sonhos e a perseverança de que é possível realizar aquilo que se deseja, bastando ter paciência, persistência e lutar, como bem mostra o documentário sobre a vida de Albert Einstein. As falas dos alunos nos mostram o quanto é importante trazer a história da ciência e sua construção para

sala de aula, pois os alunos conseguem se perceber como sujeitos capazes de fazerem algo significativo para o desenvolvimento da ciência. Há uma compreensão de que o conhecimento científico é construção humana e não apenas de alguns gênios, como se atribui as descobertas.

Gostei da história, pois ele mostra que mesmo os que não possuem inteligência podem desenvolvê-la com uma simples rejeição. Exemplo: quando os professores não acreditaram nele, mesmo assim ele começou a observar e descobrir as coisas de uma maneira diferenciada. (A9)

Eu gostei, porque a história dele mostra que mesmo sendo considerado sem inteligência, a pessoa pode desenvolvê-la a partir de um simples desprezo por parte das pessoas e professores. (A15)

Outros alunos gostaram do documentário que, por ter um caráter formativo, faz memória à vida pessoal, profissional e científica de Einstein, como também dos cientistas que o ajudaram na comprovação de suas teorias. Conforme os alunos A1, A3 e A23.

Gostei de todas as cenas, porque nele tive a oportunidade de me informar mais sobre Albert e suas teorias, informações que não conhecia. (A1)

Gostei das informações que ele me proporcionou, o documentário me deu informações as quais não sabia. Gostei muito de saber sobre a vida do meu gênio favorito. (A3)

Gostei, porque fala sobre a vida dele detalhadamente e explica a descoberta das teorias e invenções dele. (A23)

A partir dessa sessão, as ideias dos alunos sobre a construção de um grande cientista abriram espaço para a percepção de que a ciência é feita por grandes homens, mas que eles não são deuses e nem nasceram prontos.

Três alunos retrataram que gostaram da cena que Albert Einstein recebe o prêmio Nobel em Física e do quanto suas teorias revolucionaram o mundo científico.

Gostei da teoria, porque Einstein com sua teoria mudou o pensamento da humanidade. (A22)

Eu gostei quando no documentário passou a parte que ele consegue comprovar suas teorias e de ter ganhado o prêmio Nobel em Física. (A26)

Gostei da parte que ele começa a se dedicar aos estudos e descoberta da teoria da relatividade. (A10)

Um aluno (A6) gostou do documentário porque ele traz um recorte da vida de Einstein de uma forma lúdica, fazendo com que a aprendizagem fosse divertida e prazerosa.

Eu gostei porque foi uma maneira mais divertida de aprender sobre Einstein. (A6)

Podemos perceber na resposta do aluno o quanto a utilização de recursos didáticos alternativos poderá auxiliar no processo de ensino e aprendizagem dos alunos, porque, provavelmente, dessa forma o aluno se sentirá motivado pela disciplina e pelos conteúdos ministrados em sala de aula. Três alunos (A7, A17 e A14) relataram que gostaram o documentário porque ele aborda a vida familiar de Einstein.

Gostei. Ele passou por cima das dificuldades, ele era considerado louco, o pai dele tinha desgosto dele, porém no final ele conseguiu ganhar o prêmio Nobel. (A7)

Gostei. Porque mostra a união família e que ele não tinha somente tempo para estudar. (A17)

Gostei da parte que mostra a família dele, é bom saber que ele tinha sentimentos e que não vivia somente estudando. (A14)

A fala do aluno A14 nos leva a entender que ele pensava que Einstein é era um ser humano desprovido de sentimentos, porém, essa visão mudou após assistir ao filme.

3- O que não gostou? Por quê?

Somente dois alunos falaram que não gostaram, os demais relataram que gostaram de tudo que viram.

Eu não gostei da parte que Einstein teve que viajar, porque ele teve que deixar sua esposa e seus filhos. (A10)

Não gostei da cena que fala que o pai dele morreu sem saber o quanto ele era inteligente e gênio e da cena que ele desvaloriza a sua esposa inteligente e a troca por uma mulher que só queria fama. (A7)

Os alunos fizeram uma crítica relevante considerando a história familiar do cientista, e observaram que Einstein precisou mudar de cidade para dar prosseguimento as suas teorias e estudos. Provavelmente, esses alunos valorizam muito os laços familiares. O aluno A7 faz um uma crítica interessante sobre a postura de Einstein diante da família e da esposa.

4- Quais as cenas mais importantes do documentário para você? Por quê?

Treze alunos responderam que gostaram da cena em que Einstein comprova sua teoria sobre a relatividade e quando ele ganha o prêmio Nobel, como a seguir:

A parte mais importante foi quanto ele conseguiu provar a teoria dele. Porque ele mostrou que não podemos desistir dos nossos sonhos. (A18)

A cena que ele consegue comprovar a teoria da relatividade, porque era o que todo mundo estava esperando, ela foi a base para o sucesso de Einstein. (A7).

A que cientistas vieram pedir para ele se mudar para Alemanha e a cena da premiação do prêmio Nobel. (A26)

Novamente, observou-se nas falas dos alunos a palavra sonho. Provavelmente eles se sintam mobilizados a lutar pelos seus. Somente um aluno foi mais específico e detalhista sobre as cenas que gostou.

As várias tentativas dele de tirar foto do eclipse; ele tentando trabalhar e fazer uma teoria científica e saber que ele demorou quinze anos para provar sua teoria sobre a relatividade. (A6)

Um aluno falou que gostou de todo o documentário, pois ele aborda aspectos da vida pessoal de Einstein, mostrou para o mundo ser capaz de descobrir novas teorias científicas. Cinco alunos relataram que gostaram de tudo, pois para eles uma cena é complemento da outra.

Todas, porque uma complementa a outra, o documentário é uma progressão dos acontecimentos da vida de Albert Einstein no campo dos estudos, da vida pessoal e de como ele conseguiu conciliar os estudos e a vida familiar ao mesmo tempo. (A3)

Todas as cenas são importantes para que tenhamos uma boa concepção sobre a vida dele. (A10)

- 5- Sua concepção sobre Albert Einstein continua a mesma? Se não, justifique o que mudou?

Dez alunos responderam que continuou a mesma; desses dez, somente três alunos justificaram as suas respostas.

Sim, porque na minha opinião Einstein é o melhor físico do mundo, não porque ele conseguiu fazer tudo sozinho, mas porque precisou de ajuda. Ele tinha uma imaginação muito aguçada, que foi um dos elementos que ele utilizou para provar suas teorias. Einstein não era como os outros físicos, nunca desistia, até mesmo diante das dificuldades impostas pela sua religião. A física para Einstein não era somente estudo, mas vida, era a vida dele, era o que ele gostava de fazer, era a sua paixão, sua sede insaciável de conhecimento e a vontade de explicar o porquê das coisas. (A3)

Sim, porque sabia que ele nunca iria desistir de seu sonho e ele lutou e conseguiu realizar. (A17)

Sim, ele continua sendo inteligente, um louco e um gênio como sempre pensei que ele seria. (A7)

O restante dos alunos respondeu que as concepções deles não mudaram, pois só com o filme passaram a conhecer a vida e obra de Einstein. O aluno A4 foi claro e objetivo na sua resposta, ele falou que “Não, pois não sabia de nada sobre ele”. Esse aluno apresentou respostas coerentes desde o primeiro questionário, quando informou que não sabia de nada sobre Albert Einstein e nunca tinha ouvido falar sobre ele. Exemplos dos demais relatos:

Não. Porque consegui ver algumas coisas que não sabia sobre a vida dela, como por exemplo, que ele não usava nenhum aparelho eletrônico ao longo de sua pesquisa. (A18)

Mudou. Se eu o achava inteligente, agora acho mais ainda. (A23)

Não. Porque não conhecia muita coisa sobre ele e o documentário trouxe com mais clareza aspectos sobre a vida dele e me ajudou a ver Einstein de outro jeito. (A20)

Não, mudou porque percebi que ele não usava muita tecnologia, mas mesmo assim ele conseguiu provar sua teoria. (A5)

No **quinto encontro**, os alunos foram sucintos nas histórias em quadrinhos que produziram. Embora apresentando textos curtos, foi possível perceber que a criticidade deles ganhou espaço e a imagem que eles internalizaram de Einstein foi posta em evidência nos enredos criados. Na execução da tarefa, percebemos nos alunos ações de socialização, interação e participação com a atividade e com os colegas.

A aluna A3 descreveu Einstein como um gato, apresentando nos quadrinhos recortes do ela achou mais interessante sobre a vida dele. A Figura 1 apresenta a capa da revista dela.

A Figura 2 representa o corpo do trabalho da aluna. Podemos perceber que ela representa nessas imagens vários momentos da vida de Einstein de uma forma sucinta e significativa.

Figura 1 – Capa da revistinha produzida pela aluna A3.

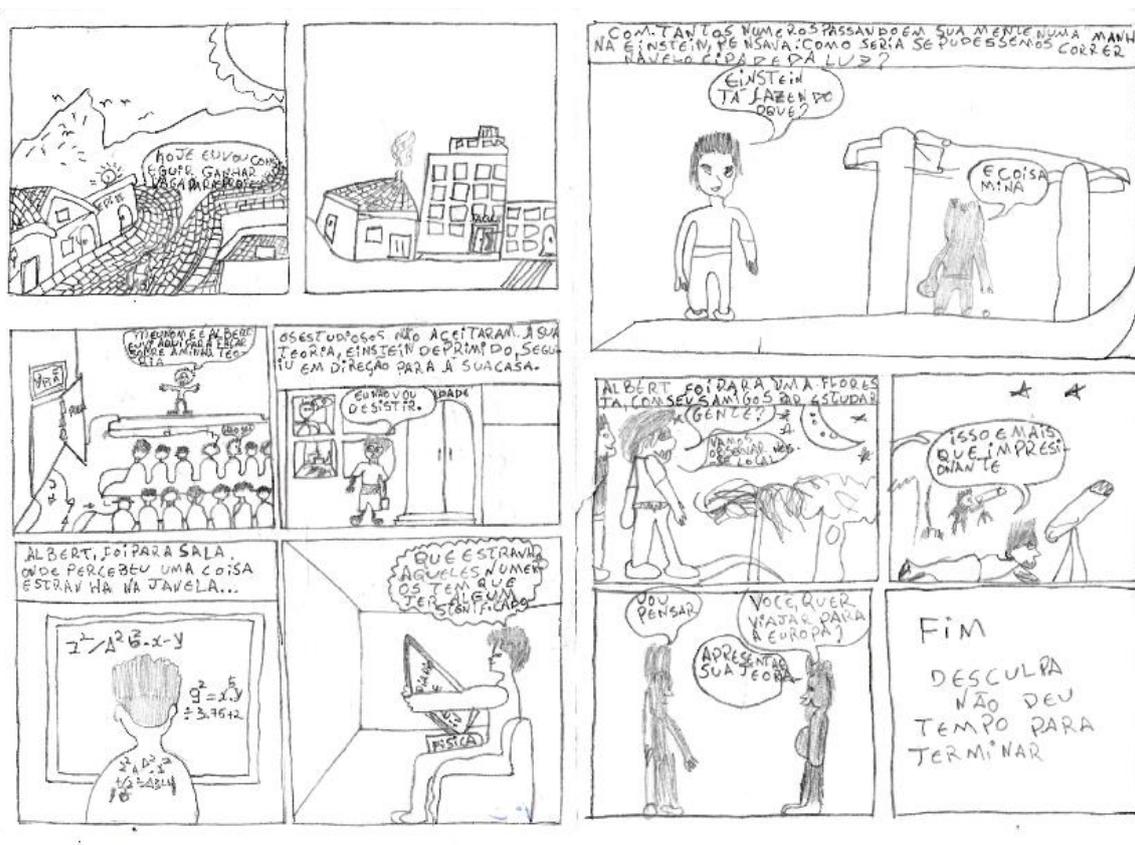


A Figura 3 retrata o falecimento de Einstein e a retirada do cérebro dele para estudos posteriores. Podemos perceber que a aluna A3 apresenta elementos novos sobre a vida desse físico se compararmos com as suas colocações anteriores.

Conforme Costa *et al* (2007, p. 30) a imagem “é uma estratégia que atrai a atenção do aluno, auxilia a reflexão crítica”. É de grande valia lembramos que ao desenhar, os alunos tiveram oportunidade de refletir mais sobre a história de Einstein para decidir sobre o que iriam abordar e que linguagem utilizar na criação de seus quadrinhos. Cada detalhe da revista externaliza o que eles pensam e como eles visualizam Einstein e as pessoas que conviveram com ele, como também os acontecimentos que se passaram durante a vida deste cientista.

O aluno A20 fez uma releitura da vida e obra de Einstein com uma linguagem mais coloquial e contemporânea, os desenhos dela mostram um Einstein sério e ao mesmo tempo um homem descontraído. Esse aluno também foi sucinto nas respostas ao questionário, mas seus desenhos demonstram uma maior liberdade de expressão. Nos quadrinhos, esse aluno tentou abordar diversas fases da vida de Einstein, desde o seu momento solitário de estudos e de pesquisas até a fase da vida dele como professor e pesquisador. Ele retrata a cooperação que Einstein teve para ganhar a teoria da relatividade (Figura 4).

Figura 4 - Corpo da revistinha produzida pelo aluno A20.



Lemke (2002) descreve que “o idioma natural de ciências é uma integração sinérgica de palavras, diagramas, desenhos, gráficos, mapas, equações, tabelas, e outras formas de expressão visual”. Podemos perceber essa harmonia na construção do processo de aprendizagem desses alunos, pois a cada novo encontro eles trazem elementos novos e momentos diversos da vida de Albert Einstein.

Acreditamos que criar histórias em quadrinhos dá liberdade ao sujeito de caracterizar seus personagens de acordo com o que pensa ser verdade. De acordo com Held (1980) “a imaginação pode e deve ser educada, e a experiência que ela nos dá é mais importante e válida

do que qualquer outra que possamos adquirir somente através do pensamento racional”. Isso é algo muito interessante, pois os alunos nas suas representações sobre a vida de Einstein nos mostraram algo diferente do que tinham escrito nos seus questionários anteriormente, eles deram asas à imaginação e não ficaram com receio de escrever certo ou errado, de criar algo parecido ou não com o que tinham estudado, visto e respondido anteriormente.

As imagens criadas por esses jovens exigiram deles reflexão sobre o que iriam pontuar e expor nas suas historinhas. O jeito de escrever e argumentar nos leva a inferir que o pensar criticamente começa a se fazer presente na construção do conhecimento deles, pois a alunas faz uma releitura da vida de Einstein e tenta nos mostrar detalhes da vida estudantil dele através dessas representações pictóricas.

Ao analisarmos as demais histórias construídas pelos alunos, consideramos que, provavelmente, eles não se atentaram para o documentário e nem para as questões que foram discutidas em sala de aula, pois confundiram algumas partes do que tinham visto no documentário. Por exemplo, o aluno A11 escreveu a seguinte frase “Quando a mulher de Einstein faleceu, ele se casou com sua amante, ela cuidou dele quando ele ficou doente”. O documentário sobre a vida e obra de Einstein mostra que ele pediu o divórcio a sua esposa, Mileva, e em troca disso ele daria o dinheiro que ganhasse do prêmio Nobel. A sua esposa aceitou o acordo. Diante dessa aceitação Einstein foi morar com sua prima Elsa.

Foi perceptível a dificuldade que alguns alunos tinham em escrever, pois os textos produzidos por eles eram sucintos e com pouca argumentação. Porém, na construção das historinhas observamos que eles se sentiram conseguiram escrever e mostrar nas imagens os seus pensamentos e pontos de vista. Então, devemos considerar que existem diversas formas de transmitir, conhecer e comunicar uma mensagem, isso acontece de acordo com o universo gerado por cada indivíduo (ARRUDA, 2002).

Para o **sexto encontro**, a professora regente da turma sugeriu no quinto encontro que os alunos apresentassem uma peça sobre a vida de Albert Einstein. Devido a isso o intervalo de tempo do quinto encontro para o sexto foi maior, para que eles tivessem tempo para escrever o roteiro da dramatização e ensaiar. Para eles representar já era algo normal, pois participavam de oficina de teatro ofertada pelo colégio.

A aluna A7 foi a escritora/roteirista da peça, fazendo uma releitura do documentário, em um roteiro com linguagem contemporânea e com informalidade entre as relações pessoais. A peça abordou dois aspectos da vida de Einstein, o de pai e esposo e o de pesquisador. O drama tentou abordar toda a pesquisa e esforço dele para conseguir provar a teoria da relatividade,

porém somente a ajuda de Planck foi evidenciada na peça. Na peça Einstein se refere a Max Planck como amigo. Os outros cientistas foram ocultados, o que nos leva a acreditar que para os alunos, a ajuda dos outros cientistas não foi expressiva. Trouxeram também à tona a falta de credibilidade que os professores universitários próximos a Einstein tiveram para com as ideias dele, sobre sua teoria e o fim do seu casamento com Mileva, com ênfase no termo de convivência que Einstein fez para ela. No documentário, Mileva foi caracterizada como uma mulher simples e do lar, que seguia as ordens do esposo. Eles representaram que ela só aceitou o divórcio depois que Einstein propôs dar o valor do Prêmio Nobel a ela em troca da separação. Elsa, prima de Einstein, foi caracterizada como uma mulher charmosa e carinhosa para com ele, vivia com todo requinte e luxo.

Durante a encenação da peça, observou-se o quanto os alunos haviam se empenhado para dar vida à história de Einstein. Mas cada aluno colocou seu toque pessoal na caracterização do seu personagem. Ficou evidente na dramatização que eles haviam pesquisado sobre o tema, pois anteriormente nenhum aluno tinha mencionado sobre o efeito fotoelétrico em seus comentários, somente sobre a teoria da relatividade. Mas na dramatização eles mostraram que o Prêmio Nobel que Einstein recebeu foi pela teoria do efeito fotoelétrico. A investigação deles, a imaginação da aluna que escreveu o roteiro e a dos alunos que a encenou tornou a história de Albert Einstein mais acessível e compreensível para eles. A reflexão e a imaginação se fizeram presentes na construção da dramatização, e de certa forma mostra a criticidade deles em relação a forma de tratamento de Einstein para com sua esposa, pois o narrador da história enfatiza que ela era inteligente e o ajudava nas suas pesquisas. É provável que a ênfase dada à vida pessoal de Einstein se deu pelo fato de ser uma aluna a roteirista da peça.

Após a apresentação da peça, a pesquisadora teve um momento de conversa com os alunos, em que indagou sobre as impressões deles em relação ao que foi apresentado?

A Aluna A7 falou que se aprofundou mais sobre a vida de Einstein e compreendeu sobre a importância que suas teorias têm para o nosso cotidiano. Então, a pesquisadora pediu para a aluna esclarecer mais suas ideias. A aluna A7 respondeu que os estudos dele foram importantes para o surgimento das novas tecnologias, em especial o celular.

A pesquisadora perguntou por que os alunos não haviam abordado esses elementos no questionário. A aluna A7 falou que não tinha prestado atenção antes e não deu muita importância ao que estava sendo estudado. Mas se fosse escrever um texto sobre a vida de Einstein e sobre a Física Moderna e Contemporânea eles saberiam escrever corretamente e com fundamentação. Os demais alunos concordaram com a colega e não acrescentaram nada.

O aluno A18 agradeceu a pesquisadora pela oportunidade de terem conhecido a história de Albert Einstein e por conhecerem uma Física tão próxima deles. Ele disse também que a partir dali saberia qual é a Física aplicada nas novas tecnologias e a diferença entre a Física Clássica e a Moderna.

A partir do que foi apresentado, pode-se entender que as diferentes abordagens do tema apresentado possibilitaram o aprimoramento do pensamento crítico, pois permitiram trazer essas novas falas sobre o documentário. O pensamento crítico está relacionado ao poder de reflexão e argumentação (ENNIS, 1985). A argumentação mais sólida sobre quem foi Einstein se fez presente na peça e nesse breve debate.

Na fala desses alunos percebemos que houve uma mudança em relação ao processo de ensino e aprendizagem deles em relação a física. Isso de fato houve, embora de forma lenta. Mas no final podemos perceber o quanto eles foram se apropriando da FMC a partir da história de Albert Einstein.

No **sétimo encontro** foi pedido aos alunos que escrevessem tudo o que sabiam sobre a vida de Albert Einstein. Esse encontro ocorreu dois meses após o último. Somente 19 alunos estavam presentes ao encontro. Alguns alunos demonstraram saber um pouco sobre a história de Albert Einstein, outros não quiseram ou não sabiam nada sobre e acabaram escrevendo pouco em seus relatos. Seguem algumas respostas.

A aluna A1 no pré-teste pesquisou na internet, já na atividade final ela demonstrou saber algo sobre Einstein, escrevendo sem ajuda de textos da internet:

Albert no seu período escolar sofria muito bullying dos seus colegas por não se interessar nos estudos, até quando o certo dia uma professora desafiou ele a fazer uma conta grande e em segundos ele entregou a professora a resposta. Albert era casado com uma moça chamada Mileva, eles tiveram dois filhos. Albert virou um grande físico por conta da sua inteligência e suas invenções, sempre teve o seu jeito observador. (A1)

A aluna A1 traz em seu relato um resumo de tudo aquilo que assistiu no documentário. No primeiro relato a linguagem é mais culta e no último mais coloquial. No último questionário ela acrescenta algo novo ao que tinha escrito antes, com elementos que não estão relacionados.

A aluna A3 desde o início demonstrou saber alguma coisa sobre Einstein, seus textos foram cheios de informações sobre esse grande físico. O seu primeiro texto trouxe algumas informações errôneas sobre Einstein, o que pode ser considerado natural, pois ela ouviu, leu e estudou sobre Albert Einstein e sobre suas contribuições para a humanidade fora do ambiente escolar.

Einstein desde pequeno se mostrou ser um gênio, ainda criança resolveu uma conta passada pela sua professora. Einstein era judeu, porém não aceitava muito bem sua

religião, pois não entendia direito sua religião. O pai de Einstein era um rabino e sua mãe era uma mulher comum e o tio dele trabalhava como mecânico.

[...] Einstein provou a teoria da relatividade, provou também que o espaço e o tempo passam devagar, escreve e publicou livros, ele adora um cachimbo. [...]

[...] Einstein para mim é o maior físico do mundo, pois além de ser inteligente era persistente e guerreiro. Porque o tempo em que ele viveu era hostil, ele subiu na vida e é lembrado até hoje. Quando ele morreu seu cérebro foi retirado para estudos posteriores. (A3)

Esta aluna no seu primeiro texto apresentou mais elementos da vida científica e estudantil de Einstein; após a intervenção ela resume a vida dele em dois eixos, no primeiro é retratado a construção da vida científica e no segundo, a vida pessoal, com ênfase na vida conjugal de Einstein. Essa aluna apresenta indícios de capacidades de pensamento crítico, pois ela ficou em silêncio durante a escrita, refletiu e tentou argumentar, leu e releu o seu texto várias vezes, demonstrou segurança no que estava escrevendo.

Os demais alunos escreveram com propriedade sobre Einstein. Houve uma diferença considerável entre o primeiro texto escrito e o último. Acreditamos que essa diferença é positiva, pois os discentes foram mobilizados a aprenderem sobre a história da física a partir de vida e obra de um dos mais importantes físicos da era moderna. A partir da vida de Einstein alguns alunos desconstruíram a ideia de genialidade que eles tinham dos grandes cientistas, em especial de Albert Einstein, e passaram a vê-lo como uma pessoa humana, dotada de inteligência e mais perto de si. (MESQUITA, 2011)

Usar das capacidades de pensamento crítico é ter consciência no que acreditar, pensar e decidir (ENNIS, 1985). Vemos que a maioria dos discentes foram mudando suas ideias, sua opinião ao longo da pesquisa. Nos primeiros encontros os alunos estavam tímidos na escrita, escreviam poucas palavras ou preferiam não responder. Nos últimos encontros eles começaram a expressar sua opinião e refletiam sobre o que queriam escrever.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível identificar, em vários momentos da sequência, que os estudantes demonstraram habilidades relacionadas a aspectos do pensamento crítico. Na primeira atividade, por falta de conhecimento sobre o tema abordado, eles responderam sucintamente ao que foi pedido, mas ao longo das atividades passaram a apresentar argumentações mais elaboradas. Mesmo considerando que esses alunos estavam em processo de construção da criticidade e que tinham pouco ou nenhum conhecimento sobre aspectos da vida de Einstein e

quanto às definições do vem a ser Física Clássica e Física Moderna e Contemporânea, a sequência de atividades, além de propiciar oportunidades para que refletissem e argumentassem sobre tais aspectos e definições, possibilitou o aprimoramento da capacidade de reflexão e argumentação deles.

O desenvolvimento das habilidades de pensar criticamente depende muito da forma como os professores mediam as atividades de aprendizagem. Cabe aos professores promover ações motivadoras durante suas aulas, que conduzam o aluno a pensar e argumentar sobre os conteúdos e temas abordados dentro e fora do ambiente escolar. A abordagem histórica da física se mostra uma estratégia pertinente, propiciada pela leitura de textos científicos, acompanhados de vídeos, debates e produções escritas realizadas pelos alunos.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, A. Teoria das representações sociais e teorias de gênero. **Cadernos de Pesquisa**, Rio de Janeiro, n. 117, p. 127-47, 2002.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo Edições 70, 1995.

BONJORNO, J. R.; BONJORNO, R. DE F. S. A.; BONJORNO, V.; RAMOS, C. M.; PRADO, E. P.; CASEMIRO, R. **Física: eletromagnetismo, física moderna: 3º ano- 2**. Edição, São Paulo: FTD, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2006.

BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. LDB - Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1996.

BULEGON, A. M.; TAROUCO, L.M. R. Contribuições dos objetos de aprendizagem para ensinar o desenvolvimento do pensamento crítico nos estudantes nas aulas de Física. **Ciência & Educação**, v. 21, p. 743-763, 2015.

COSTA, M. A. F.; COSTA, M. F. B.; LEITE, S. Q. M.; BARBOSA-LIMA, M. C. A construção da biossegurança através de imagens: contribuição para o ensino de Ciências. **Revista Eletrônica Ensenanza de Las Ciencias**, v. 6, n. 1, 2007.

DOMINGUINI, L.; MAXIMIANO, J. R.; CARDOSO. Novas abordagens do conteúdo de física moderna no ensino médio público do Brasil. IX ANPED Sul Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul. 2012.

ENNIS, R. H. A logical basis for measuring critical thinking skills. **Educational Leadership, Champaign**, v. 43, n. 2, p. 44-48, 1985.

FEYNMAN, R. P. **Física em seis lições**: tradução Ivo Korytowski. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004.

GILMORE, R. **Alice no País do Quantum: A Física Quântica ao alcance de todos**. Editora JZE. 1ª Edição, 1998.

HELD, J. **O imaginário no poder: as crianças e a literatura fantástica**. 3. ed. São Paulo: Summus, 1980.

JARDIM, W. T.; GUERRA, A. Experimentos históricos e o ensino de física: agregando reflexões a partir da revisão bibliográfica da área e da história cultural da ciência. **Investigação em Ensino de Ciências**. v. 22, n. 3, p. 244-263, 2017.

JESUS, M. A.; DINIS, J. B. O estudo da vida e obra de grandes nomes da física moderna e contemporânea através da produção de vídeo com a técnica DRAW MYLIFE. **Colégio de aplicação da Universidade Federal do Acre- Vol.1, n.1, p. 72-80, 2014.**

LEMKE, J. L. Enseñar todos los lenguajes de la ciencia: palabras, símbolos, imágenes, y acciones. In: BNLLOCH, M. **La educación em ciências**. Barcelona: Paidós, p. 159-186. 2002.

MESQUITA, D. S. M. **Matéria e radiação: uma abordagem contextualizada ao ensino de física**. 2011. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, Brasília.2011.

MOURA, B. A. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014. p. 41.

OLIVEIRA, L. M.; GOMES, M. L. A. Einstein e a Relatividade entram em cena: diálogos sobre o teatro na escola e um ensino de Física criativo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, p. 943-961, 2016.

OSTERMANN, F. **Tópicos de física contemporânea em escolas de nível Médio e na formação de professores de física**. 1999. 175 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

PEDUZZI, L. O. Q. **Do átomo grego ao átomo de Bohr, Publicação interna**. Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 2005.

PEDUZZI, L. O. Q. **Evolução dos conceitos da Física. A relatividade einsteiniana: uma abordagem conceitual e epistemológica**. Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 2009.

ROSA, C. W.; ROSA, Á. B. O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 58/2-15/02/12.

SILVA, L. H. S. Física Quântica. Disponível em: www.infoescola.com/fisica/quantica/. Acesso em: 30/05/2018.

SILVA, H. R. A.; MORAES, A. G. O estudo da espectroscopia no ensino médio através de uma abordagem histórico-filosófica: possibilidade de interseção entre as disciplinas de Química e Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. p. 618-639, dez. 2015.

TENREIRO-VIEIRA, C.; VIEIRA, R.M. Construção de práticas didático-pedagógicas com orientação CTS: impacto de um programa de formação continuada de professores de ciências do ensino básico. **Revista Ciência e Educação**, v.11, n.2, p. 191-211, 2005.

TENREIRO-VIEIRA, C.; VIEIRA, R. M. Construindo práticas didático-pedagógicas promotoras da literacia científica e do pensamento crítico. **Documentos de trabajo de iberciencia**, n. 02. p. 1-68, 2014.

TORRES, C. M. A.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. DE T.; PENTEADO, P. C. M. Física: **Ciência e Tecnologia**. 3ª edição, editora Moderna, São Paulo, 2013.

VITAL, A. GUERRA, A. Implementação da história da ciência no ensino de física: uma reflexão sobre as implicações do cotidiano escolar. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v.19, p. 1-21, 2017.