

Teoria da Relatividade e viagem no tempo: uma abordagem usando a técnica da Controvérsia Controlada

Theory of Relativity and time travel: an approach through the technique of Controlled Controversy

Christian Saymon da Silva
Sávio Cesar Heringer de Moraes
Adriano Ricardo da Silva Trabach
Cleiton Kenup Piumbini
Luiz Otavio Buffon

Resumo: O presente trabalho relata uma intervenção didática realizada por intermédio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), aplicada aos alunos do terceiro ano do ensino médio da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio (EEEFM) São João Batista, localizado em Cariacica - ES. O objetivo geral da sequência didática construída e aplicada foi introduzir um tema da Física Moderna e Contemporânea (FMC) no ensino médio relacionado ao estudo da Teoria da Relatividade. A metodologia utilizada foi a técnica da Controvérsia Controlada, associada ao tema Viagem no Tempo, como ponto de partida para introduzir os conceitos de Relatividade para os educandos. Ao final das atividades constatamos que o tema despertou um interesse pela Física que até então era inexistente e a metodologia adotada permitiu um amadurecimento dos alunos em relação ao trabalho em equipe.

Palavras-chave: Controvérsia Controlada; Teoria da Relatividade; Viagem no tempo; Física Moderna no Ensino Médio.

Abstract: The present work reports a didactic intervention carried out through the Institutional Program for Teaching Initiation Scholarships (PIBID), applied to students of the third year of high school at the São João Batista State School of Elementary and Middle School (EEEFM), located in Cariacica - ES. The general objective of the didactic sequence constructed and applied was to introduce a theme of Modern and Contemporary Physics (FMC) in high school related to the study of the Theory of Relativity. The methodology used was the Controlled Controversy technique, associated with the theme Travel in Time, as a starting point to introduce the concepts of Relativity to the students. At the end of the activities, we found that the theme aroused an interest in Physics that until then was non-existent and the methodology adopted allowed the students to mature in relation to teamwork.

Keywords: Controlled Controversy; Theory of relativity; Time travel; Modern Physics in High School.

Introdução

A Física ensinada no ensino médio ainda é, na sua maioria, a Física Clássica desenvolvida até meados do século XIX. Evidentemente, as teorias e os modelos dessa Física ainda são fundamentais para o nosso entendimento



da natureza e do mundo em que vivemos, pois permitem entendermos muitos fenômenos cotidianos e o funcionamento da maioria dos equipamentos e máquinas eletromagnéticas, térmicas e mecânicas existentes. O ponto negativo em ensinar somente a Física Clássica no ensino médio é transmitir para os alunos a ideia de que a Física é uma ciência já acabada e que as novas pesquisas em Física Moderna e Contemporânea (FMC) não possuem muitas aplicações a ponto de valer a pena estudá-las.

Na literatura diversos motivos já foram defendidos para a introdução da FMC no ensino médio e dentre eles podemos citar: desenvolver o entusiasmo pela ciência, enriquecimento cultural, uma educação mais problematizadora, aproximação com o contexto científico e uma Física mais próxima da tecnologia atual (MONTEIRO; NARDI; BASTOS FILHO, 2013; ZANETIC, 2005; GIL PÉREZ, 1987; VALADARES; MOREIRA, 1998).

A introdução da FMC no currículo da educação básica é uma tendência mundial (OSTERMANN; MOREIRA, 2000). Contudo, muitas dificuldades são encontradas ao se tentar introduzi-la no ensino médio e uma delas é que os cursos de formação de professores não preparam adequadamente os licenciados para atingir esse objetivo. Essa constatação foi feita por (MONTEIRO; NARDI; BASTOS FILHO, 2013, p. 157):

[...] questionamos até que ponto os demais cursos de formação de professores de Física estão trabalhando a FMC em uma perspectiva que possibilite ao futuro professor introduzir aquela na educação básica, em uma perspectiva crítica em relação à ciência, à tecnologia, bem como quais as consequências sociais delas. Até que ponto as universidades, enquanto espaços de formação e difusão do saber estão possibilitando que os professores de Física em exercício reelaborem seus saberes acerca do ensino da FMC e conduzam suas práticas em uma perspectiva dialógica? Para a FMC adentrar as salas de aula da educação básica, certamente faz-se necessário que os pesquisadores considerem as reais condições dos professores da educação básica.

Diante disso, o subprojeto do PIBID do Curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Cariacica, tem incentivado a criação de propostas didáticas sobre FMC, como uma forma de preparar os licenciados para abordar esses temas. Nessa linha, um dos grupos do



subprojeto escolheu o tema, “Viagem no tempo é possível?”, como uma forma de discutir um pouco sobre a Teoria da Relatividade.

A escolha tanto da matéria quanto do tema teve como motivação apresentar aos educandos do terceiro ano uma nova Física, expandindo sua visão para assuntos que excedam o conteúdo estudado no ensino médio. Espera-se que a forma lúdica da abordagem, através de filmes, séries de TV e posterior pesquisa sobre o assunto, seja capaz de gerar interesse maior pela Física. Pelo fato de que na Teoria da Relatividade a passagem do tempo não é mais absoluta como na Física Clássica, na literatura e no cinema, frequentemente, surgem histórias sobre viagens no tempo para o futuro e para o passado, bem como os paradoxos inerentes a tais viagens, tais como o Paradoxo dos Gêmeos e o Paradoxo do Avô.

O objetivo deste artigo é relatar a construção, a aplicação e a análise dos resultados de uma intervenção baseada na técnica da controvérsia controlada (CHRISPINO, 2005), envolvendo a Teoria da Relatividade e questões sobre a possibilidade de haver viagens no tempo. Nas próximas seções são feitas uma breve explicação sobre como a Relatividade trata a questão de o tempo ser relativo, é descrita a metodologia utilizada no trabalho, seguida do relato da aplicação e das análises dos resultados. Por fim, são feitas as considerações finais e apresentadas as referências bibliográficas.

O tempo na Teoria da Relatividade

Antes do advento da Teoria da Relatividade Restrita (TRR), proposta por Albert Einstein em 1905, o tempo era considerado algo absoluto, cuja evolução era independente de tudo, e as experiências cotidianas confirmavam essa crença. Desta forma, dentro da Física Clássica newtoniana não havia um ambiente propício para se discutir questões relacionadas a viagens no tempo.

Contudo a TRR, que trata da observação de fenômenos a partir de referenciais inerciais, isto é, referenciais não acelerados, trouxe novos paradigmas para Física, tais como, a velocidade da luz ser a velocidade máxima da natureza e de ser independente do referencial e também de que a velocidade relativa entre o observador e o fenômeno observado afeta a



evolução do tempo e os comprimentos dos objetos, dentre outros resultados surpreendentes.

Deste modo, por mais estranho que nos pareça, segundo a TRR, quanto mais veloz está um objeto, mais os intervalos de tempo se dilatam e assim o tempo passa mais lentamente. Estes fatos já foram comprovados inúmeras vezes através de vários tipos diferentes de experimentos, embora no nosso cotidiano esses efeitos sejam nulos. Um desses experimentos foi feito com dois relógios atômicos de precisão, sincronizados inicialmente, colocados, um num avião e o outro ficando na Terra. O avião viajou durante um tempo e ao voltar ao local inicial na Terra, constatou-se que o relógio que viajou junto estava atrasado uma pequena fração de microssegundos em relação ao relógio que ficou o tempo todo na Terra (HAFELE; KEATING, 1972).

Em 1915, Albert Einstein propôs a Teoria da Relatividade Geral (TRG), que trata da observação de fenômenos a partir de referenciais não inerciais, isto é, referenciais acelerados incluindo também a gravitação. Na TRG, descobriu-se que o tempo também era afetado pelas grandes acelerações e pela gravidade, de forma que campos gravitacionais intensos também dilatam o tempo, fazendo-o passar mais devagar (SHAPIRO, 1964).

Atualmente, já é uma unanimidade que essa alteração na evolução do tempo também vale para o tempo biológico. Assim, no Paradoxo dos Gêmeos, se um dos irmãos é colocado num foguete que pudesse viajar a velocidades próximas à velocidade da luz ou ficar exposto a fortes campos gravitacionais, ao retornar para a Terra, ele estaria de fato viajando para o futuro. Isso ocorre, pois, o tempo da nave passa mais devagar para quem ficou na Terra e quando os irmãos se encontrarem aquele que permaneceu na Terra estará certamente mais velho. Assim, a viagem no tempo para o futuro é teoricamente possível, embora a volta ao passado não seja permitida pela teoria.

Diante desses resultados teóricos e experimentais consistentes da Teoria da Relatividade, surgiram na literatura e nos filmes diversas histórias sobre viagens no tempo, tanto para o futuro quanto para o passado, onde geralmente os viajantes usam uma espécie de máquina do tempo. Visto que a própria Teoria da Relatividade permite uma “viagem ao futuro”, acreditamos ser



extremamente válido a discussão sobre a viagem no tempo e relacioná-la com o estudo da Teoria da Relatividade. Porém, ressaltamos que deve ficar claro para o aluno a distinção entre os fatos científicos e as histórias de ficção, que não necessariamente tem compromisso com os primeiros.

Para ilustrar isso é interessante propor ao aluno, por exemplo, a análise do chamado Paradoxo do Avô, que analisa uma suposta viagem ao passado. Caso isso seja possível, você poderia impedir que seu avô conhecesse sua avó e assim seu pai e conseqüentemente você não existiria para fazer tal viagem. Qual seria a solução para tal questão?

Delineamento Metodológico

Os sujeitos da pesquisa foram os 31 alunos de uma turma de terceiro ano da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio São João Batista, localizada no bairro São João Batista, no município de Cariacica, ES. A abordagem com os alunos foi dividida em seis momentos como mostrada no quadro 1 a seguir.

Quadro 1: Quadro-resumo da proposta didática

Encontros	Atividades	Tempo
1º Encontro 18/07/2019	Apresentação do projeto para a turma visando motivar e despertar a curiosidade sobre o tema Viagem no Tempo.	10 minutos
2º Encontro 25/07/2019	Divisão da turma em grupos, escolha dos líderes, explicação das regras e da dinâmica da controvérsia controlada. Averiguação dos conhecimentos prévios e recomendação dos filmes ¹ e da série ² para a imersão no tema.	1 aula
3º Encontro 06/08/2019	Atividade dialógica para sanar dúvidas sobre a metodologia adotada. Recomendação para que estudem a questão da viagem no tempo e a relacione com a Teoria da Relatividade.	1 aula
4º Encontro 08/08/2019	Debate piloto como uma preparação para o debate oficial já usando todo o conjunto de regras da metodologia da controvérsia controlada.	1 aula

¹ Interestelar (Paramount Pictures, lançado em 6 de novembro de 2014 com direção de Christopher Nolan); Vingadores Ultimato (Marvel Studios, lançado em 25 de abril de 2019, com direção de Anthony Russo e Joe Russo).

²Dark (Netflix, lançada em 1 de dezembro de 2017, dos autores Baran bo Odar e Jantje Friese).



5º Encontro 15/08/2019	Debate oficial seguindo a metodologia da controvérsia controlada.	2 aulas
6º Encontro 22/08/2019	Avaliação da atividade, dos grupos e conversa final sobre o tema	1 aula

Fonte: Elaborado pelos autores

Em relação à metodologia, a intervenção foi baseada na técnica da Controvérsia Controlada (CHRISPINO, 2005; DUARTE; PAIVA; SILVA; ZANI, 2013), que tem o objetivo de promover a busca pela informação, compreensão e organização do conteúdo, gerando um processo mais ativo de participação dos alunos. A técnica da controvérsia controlada parte de uma construção coletiva a partir de vários pontos de vista sob um determinado assunto e assim é adequada para assuntos polêmicos como é o caso da viagem no tempo.

De acordo com Chrispino (2008, n.p.), a controvérsia controlada é:

Um método didático de construção de consenso (pelo menos no processo de debate) minuciosamente preparado a partir de regras previamente definidas visando o exercício de:

- (1) identificação de problemas comuns para fomentar a controvérsia;
- (2) o exercício de estabelecer padrões mutuamente aceitáveis para sustentar um debate;
- (3) a busca organizada de informações pertinentes ao tema definido;
- (4) a preparação da exposição em defesa da posição;
- (5) a capacidade de escutar a posição controversa apresentada racionalmente pelos demais participantes;
- (6) o exercício de contra argumentar a partir do conhecimento dos argumentos utilizados pelos demais debatedores e
- (7) reavaliar as posições – a sua e as demais – a partir de novas informações.

Partindo desse referencial metodológico iniciou-se o planejamento das atividades. De acordo com (CHAVES; CHRISPINO, 2012, p. 133),

Havendo a percepção de existência de uma controvérsia, é necessário estabelecer um processo sistematizado em que se consiga tanto ensinar quanto aprender. É o momento de 'colocar as primeiras regras do jogo', como, por exemplo, o trabalho em grupo, a essencialidade de fundamentação rigorosa das posições colocadas etc.

O tema viagem no tempo, apesar de pertencer mais ao campo da ficção científica do cinema e da literatura, quando analisado do ponto de vista da Teoria da Relatividade, passa a ser polêmico e controverso e assim se encaixa bem na metodologia proposta. Para um estudo prévio sobre a Teoria da Relatividade foi recomendado que os grupos de alunos pesquisassem na internet e em livros sobre os seguintes tópicos: os postulados da TRR, a velocidade da luz como velocidade máxima da natureza, a dilatação do tempo e a contração do espaço devido ao efeito da velocidade, o paradoxo dos gêmeos e os efeitos dos campos gravitacionais sobre o tempo.

A seguir, eles foram instruídos a fazerem uma pesquisa crítica sobre possíveis viagens no tempo e realizarem uma comparação entre as propostas da ficção científica com os princípios físicos da Teoria da Relatividade, verificando fatos coerentes ou incoerentes que venham a ser utilizados.

Na literatura a controvérsia controlada é muito utilizada em conjunto com abordagens interdisciplinares, CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) e ou propostas freirianas (ALVES. R, RÔÇAS. G, 2017). Contudo, ela pode ser estendida a outras abordagens do ensino de ciências, pois:

A participação nesta atividade qualifica os envolvidos na temática proposta, pois o debate que os participantes realizam por meio de argumentações e contra argumentações, oferece a eles a possibilidade de avaliar e reavaliar sua posição diante do tema discutido e assim desenvolver um posicionamento crítico, interesse por assuntos científicos, visão crítica sobre divulgações científicas e panoramas políticos ligados à ciência, visando uma formação mais democrática e cidadã, através da sua alfabetização científica. (ALVES; RÔÇAS, 2017, p. 19).

Para implementar a metodologia da controvérsia controlada a turma foi dividida em quatro grupos, cada um com os seguintes nomes e funções:

- **Grupo 1 (“Organização”)**: ficou responsável por cuidar da estrutura, da logística e organização de todas as atividades. Ficou também responsável por criar regras específicas de funcionamento das atividades, de fiscalizar e garantir o cumprimento delas pelos demais grupos, acompanhando o andamento, conduzindo e mediando o debate.

- **Grupo 2 (“Mídia”)**: foi delegada a responsabilidade de divulgar informações úteis e notícias sobre o assunto, gerando interesse para o dia



debate. No dia do debate este grupo teria o papel de imprensa, fazendo perguntas para os grupos debatedores 3 e 4.

- **Grupo 3 (“É possível a viagem no tempo”)**: teve a tarefa de estudar teorias sobre o tema proposto, responder às perguntas e solicitações do grupo Mídia, defender sua posição no debate em favor da possibilidade de viagem no tempo, bem como refutar os argumentos contrários.

- **Grupo 4 (“Não é possível a viagem no tempo”)**: ficou encarregado de estudar teorias sobre o tema proposto, responder às perguntas e solicitações do grupo Mídia, defender sua posição no debate em favor da impossibilidade de viagem no tempo, bem como refutar os argumentos contrários.

Os componentes dos grupos foram escolhidos pela turma por afinidade, mas a função de cada grupo dentro da metodologia foi sorteada. Já os tempos disponíveis para as ações no dia do debate foram definidos no quadro 2.

Quadro 2: Distribuição dos tempos para as ações no dia do debate

Atividade	Tempo
Grupo 1 (“Organização”) fazendo a abertura com explicação das regras.	10 minutos
Exposição de argumentos do Grupo 3 (“É possível a viagem no tempo”).	10 minutos
Exposição de argumentos do Grupo 4 (“Não é possível a viagem no tempo”).	10 minutos
Perguntas do Grupo 2 (“Mídia”) para o Grupo 3 (“É possível a viagem no tempo”).	5 minutos
Perguntas do Grupo 2 (“Mídia”) para o Grupo 4 (“Não é possível a viagem no tempo”).	5 minutos
Perguntas do Grupo 3 (“É possível a viagem no tempo”) para o Grupo 4 (“Não é possível a viagem no tempo”) e direto a réplica	5 minutos
Perguntas do Grupo 4 (“Não é possível a viagem no tempo”) para o Grupo 3 (“É possível a viagem no tempo”) e direto a réplica.	5 minutos

Fonte: Elaborado pelos autores

Na próxima seção serão apresentados um relato e uma análise da aplicação dessa atividade seguindo a metodologia exposta anteriormente.



Relato da Aplicação e Análise dos Resultados

- Segundo e terceiro encontros

Iniciamos o segundo encontro (ver Figura 1) com a tarefa da divisão dos alunos da turma em quatro grupos e enfrentamos o primeiro desafio relativo à socialização, onde uma certa parcela dos alunos não queria fazer parte do mesmo grupo com outros alunos por questões de afinidade. Visto que a cooperação dentro de cada grupo iria ser um fator muito importante, decidimos iniciar a definição pelos líderes, que foram escolhidos dentre os voluntários. Em seguida, cada líder escolheu os outros componentes por afinidade e ao final o papel de cada grupo na atividade foi sorteado dentro do que foi planejado, ficando com a seguinte quantidade de alunos por grupo: Grupo 1 (“Organização”) com 9 alunos, Grupo 2 (“Mídia”) com 9 alunos, Grupo 3 (“É possível a viagem no tempo”) com 7 alunos e Grupo 4 (“Não é possível a viagem no tempo”) com 6 alunos.

Figura 1: Divisão dos grupos e explicação das regras no segundo encontro.



Fonte: Acervo dos autores.

Ainda nesse segundo encontro a averiguação dos conhecimentos prévios sobre o assunto foi feita somente através de uma conversa com os alunos. Na parte final desse encontro o grupo 1, da organização, definiu e explicou regras mais específicas e os critérios de avaliação, para os grupos 3 e 4, para serem usados no debate, tais como: explicação do tempo de cada grupo se manifestar, respeito ao tempo e a vez de falar de cada um, punição

para o grupo em 5 pontos por interromper uma pessoa na sua vez de falar, punição para o grupo em 10 pontos por desentendimento entre membros e bônus de 10 pontos por cada argumentação válida. No terceiro encontro essas informações foram repassadas e dúvidas sobre as regras e a organização foram tiradas de forma a deixar tudo preparado para o debate piloto.

a) Quarto encontro

Nesse encontro foi realizado um debate piloto, já seguindo todas as regras, como um ensaio para o debate oficial. Abaixo, relatamos o desempenho de cada grupo bem como as análises:

- O grupo 1 (“Organização”) teve dificuldade no início para organizar a sala e assim teve a ajuda dos bolsistas do PIBID. Eles também tiveram dificuldades em manter o cronograma estabelecido para o debate, dos tempos das falas e de garantir o cumprimento das regras. O critério de pontuação que eles criaram se mostrou ineficiente na prática e acabou sendo abandonado.
- O grupo 2 (“Mídia”), não se preparou o suficiente para fomentar o debate com as atividades sugeridas (fomentação de discussão, notícias sobre o assunto, entrevistas com os integrantes dos outros grupos, cartazes, pesquisas de opinião). Durante o debate eles se empenharam de forma satisfatória no papel jornalístico, mesmo não conseguindo seguir todas as regras de interrupção de fala e direcionamento das perguntas aos grupos.
- O grupo 3 (“É possível a viagem no tempo”) foi o mais preparado para esse debate. Tinham claramente uma preparação de conteúdo e argumentos, fizeram divisão de tarefas e souberam defender seus argumentos de forma até surpreendente. No grupo duas pessoas ficaram responsáveis pela pesquisa e duas pela argumentação. As pessoas que fizeram a pesquisa atuaram como uma assessoria no dia do debate, municiando o grupo com informações que julgavam relevantes.



- O grupo 4 (“Não é possível a viagem no tempo”) apesar de não estar tão preparado quanto o seu oponente, o grupo 3, discutiu com bastante respeito e apresentou ideias consistentes para invalidar os argumentos da possibilidade de viagem no tempo. O grupo 4 também tinha um esquema de consultoria, mas pareceu que foi algo menos planejado, que surgiu no momento do debate.

Apesar dos problemas de organização o debate piloto foi considerado como bom pois, os alunos estavam bem engajados no processo e os grupos se respeitavam bem. Ambos os grupos 3 e 4 estudaram o assunto e em cada um deles tinham pelo menos 2 pessoas muito ativas e com bons argumentos.

Quanto aos problemas percebidos não intervimos e deixamos eles mesmos conduzirem o processo, pois essa autonomia faz parte da metodologia. A divisão de tempo não foi totalmente respeitada, e os grupos começaram a intercalar perguntas e respostas aleatoriamente, atrapalhando o cronograma. Após o debate foi enviada mensagens para os líderes dos grupos relatando os pontos positivos e negativos da atividade, para haver uma avaliação de possíveis mudanças para o debate principal.

b) Quinto encontro

Nesse encontro ocorreu o debate oficial da proposta didática. Mesmo após o debate piloto, o grupo 1 (“Organização”) continuou com dificuldades em organizar o debate e manter o processo dentro das regras. Assim, uma parte dos problemas ocorridos no debate piloto se repetiram aqui, embora no geral houve uma melhora principalmente no que se refere à divisão de tempo que foi mais respeitada. A Figura 2 mostra uma imagem do debate oficial.

O grupo 2 (“Mídia”) teve uma melhora de desempenho nesse encontro pois fizeram uma pesquisa de opinião pública na escola com o tema “Você acha possível viajar no tempo?” (ver Figura 3). Fizeram também cartazes para usar no dia do debate como mostrado na Figura 4 e estavam mais preparados com perguntas mais elaboradas.

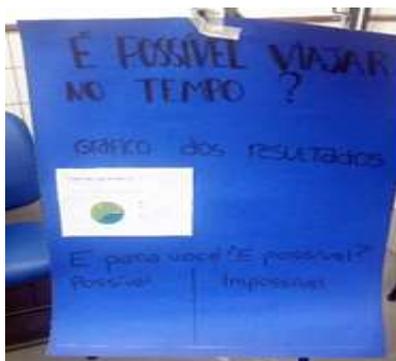


Figuras 2: A organização da turma durante o debate oficial



Fonte: Acervo dos autores.

Figuras 3: Cartaz sobre a pesquisa de opinião feita pelo grupo mídia.



Fonte: Acervo dos autores.

Figuras 4: Cartaz de divulgação do debate feito pelo grupo mídia.



Fonte: Acervo dos autores.

Já era esperado que o grupo 1 (“Organização”) tivesse dificuldades pois os alunos adolescentes não têm experiência em liderar e organizar eventos. Contudo se trata de uma competência que deve ser abordada no ensino médio.

Assim, se analisarmos os dois debates em conjunto e juntarmos os pontos positivos de cada um concluímos que a intervenção como um todo foi exitosa.

c) Sexto encontro

Foi uma atividade dialógica que ocorreu uma semana após as atividades, na qual conversamos sobre os resultados obtidos, os possíveis ganhos de conhecimento, as expectativas dos alunos, relatos das suas experiências e discussão sobre possibilidades científicas para o desenvolvimento da humanidade.

Relatamos nossas impressões para os alunos, além de ouvirmos a opinião deles também. Numa conversa separada com cada grupo, fora da sala, falamos sobre o desempenho deles e conforme combinado com o professor da turma, apresentamos a nota que os bolsistas do PIBID deram. Todos se mostraram receptivos e concordaram sobre o que fizeram de bom e onde poderiam melhorar.

Considerações finais

Ao longo da intervenção observamos certa dificuldade de manter o interesse sempre alto nas atividades por parte dos alunos pois, em alguns momentos alguns estavam apáticos. Visto que a metodologia da controvérsia controlada, depois de iniciada, não prevê grandes mudanças, optamos por deixar eles conduzirem as atividades com certa autonomia. Assim, numa outra aplicação desta metodologia, o ideal seria fazer um planejamento mais criterioso já pensando em manter a motivação dos alunos, principalmente fazendo uma problematização no momento inicial.

Em relação à realização do debate piloto, apesar de ele ter sido considerado bom, de permitir detectar pontos a serem corrigidos e de poder ser usado para a análise da proposta, não houve tempo hábil para efetuar essas



correções antes do debate oficial. De certa forma, a realização do debate piloto desmotivou um pouco os alunos para o debate oficial pois, reduziu o clima de expectativa e alguns alunos faltaram a essa atividade final. Como conclusão aconselhamos a fazer o debate piloto em outra turma antes, apenas para testar a metodologia a ser adotada. Uma outra opção é fazer apenas um treinamento antes do debate oficial usando um tema mais simples.

Um fator que também mereceu destaque no decorrer da atividade foi a dificuldade de alguns alunos de “entrarem” no personagem de ator social, o que fazia com que esses alunos sempre levassem o debate para o lado pessoal enfraquecendo os argumentos. Isso mostra a necessidade de primeiro ensinar os alunos essa técnica, de assumir um papel e defendê-lo, antes de realizar o debate.

Em relação aos pontos positivos, assinalamos um deles como a reação imediata de curiosidade e motivação pelo assunto por parte de certos alunos, que acabaram indo desde o início em busca de informações sobre a Teoria da Relatividade e o tema das viagens no tempo, não apenas pelo debate, mas por terem descoberto uma área interessante da Física até então desconhecida deles. Isso demonstra que vale a pena inserir a Física moderna e contemporânea no ensino médio, principalmente no contexto de discussões e debates, sem a preocupação de cobrar aprofundamento do conteúdo. Esses temas, no mínimo, despertam muito interesse nos alunos.

Em relação à Teoria da Relatividade em si, não há garantias de que eles tenham compreendido completamente o assunto, mas ao menos se familiarizaram com as questões mais importantes da teoria, relacionadas à relatividade do espaço e do tempo, com o papel especial da velocidade da luz e a influência da gravidade sobre o tempo.

Outro ponto positivo foi o amadurecimento dos educandos durante o processo, gerando um progresso no envolvimento e desenvolvimento da atividade. Nos últimos momentos muitos estavam extremamente participativos, informados e se empenhando no trabalho.



Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES) - Campus Cariacica, pela oportunidade de participarmos do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) e à Capes por financiá-lo.

234

Referências Bibliográficas

ALVES, Richard; RÔÇAS Giselle. A Perspectiva Educacional CTS no Ensino de Ciências. **Controvérsias**. Rio de Janeiro 2017. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/206098/2/Revista%20ConTrove%CC%81rSias.pdf>. Acesso em: 25 de junho de 2020.

CHAVES, André. L. Z; CHRISPINO, Álvaro. Uma Experiência de CTS em Sala de Aula: A Internacionalização da Amazônia. **AMAZÔNIA - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas** V.9 – nº 17 - jul. 2012/dez. 2012, p.122-140.

CHRISPINO, Álvaro. Controvérsias em educação: exercícios de simulação aplicados a temas educacionais de acordo com o modelo CTS: In: CHRISPINO, Álvaro (Org.). **Controvérsias em Educação: exercícios de simulação com múltiplas visões sobre questões educacionais**. Rio de Janeiro: Papel Virtual, 2005.

CHRISPINO, Álvaro. **Ciência, Tecnologia e Sociedade**. Módulo do Curso de Especialização em Educação Tecnológica, UAB/CEFET-RJ, aula 11. Mimeo, 2008.

DUARTE, I. D.; PAIVA, C. L; SILVA, M. A. J; ZANI, L. B. A técnica da controvérsia controlada sob a perspectiva do enfoque CTS: uma contribuição para o ensino de biologia. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 2, p. 62 – 75, maio – agosto. 2013.

GIL PÉREZ, D.; SENET, F.; SOLBES, J. La introduccion a la física moderna: un ejemplo paradigmatico de cambio conceptual. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, n. extra, p.189-195, 1987.

PINHEIRO, N. A. M. Educação Crítico-Reflexiva para um Ensino Médio Científico-Tecnológico: a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). **Universidade Federal de Santa Catarina**, Florianópolis, 2005.

HAFELE, J.C.; KEATING, R.E. Around-the world atomic clocks: predicted relativistic time gains, **Science**, 177, 166-8, 1972.



MONTEIRO, M.; NARDI, R.; BASTOS FILHO, J. B. Física Moderna e Contemporânea no ensino médio e a formação de professores: desencontros com a ação comunicativa e a ação dialógica emancipatória. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, v. 8, n. 1, p. 1-13, jul. 2013.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “física moderna e contemporânea” no ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.5, n.2, paginação eletrônica, 2000.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciência**, vol. 2, n. 2, dezembro, 2002.

SHAPIRO, I. I. Fourth Test of General Relativity. **Physical Review Letters**, 13 (26), p. 789–791, 1964.

VALADARES, E. C.; MOREIRA, A. M. Ensinando Física Moderna no segundo grau: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.15, n.2, p.121-135, ago. 1998.

ZANETIC, J. Física e cultura. **Ciência e Cultura**, v.57, n.3, p.21-24, 2005.

Sobre os autores

Christian Saymon da Silva

christiansaymon4@gmail.com

Cursando Licenciatura em Física no Instituto Federal do Espírito Santo desde 2018/2. Participou do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) no período de março de 2019 a janeiro de 2020.

Sávio Cesar Heringer de Moraes

savioheringer@gmail.com

Cursando Licenciatura em Física no Instituto Federal do Espírito Santo desde 2018/1. Participou do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) no período de agosto de 2018 a janeiro de 2020.

Adriano Ricardo da Silva Trabach

fisico.trabach@gmail.com

Graduação em Licenciatura em Física pela UFES - Universidade Federal do Espírito Santo (2009). Mestrado em Ensino de Física pela UFES - Universidade Federal do Espírito Santo (2018). Atualmente é professor - SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO DO ESPÍRITO SANTO.

Cleiton Kenup Piumbini

cleiton.kenup@ifes.edu.br



Possui graduação em Física pela Universidade Federal do Espírito Santo (2005), mestrado em Física pela Universidade Federal do Espírito Santo (2008) e doutorado em Física pela Universidade Federal do Espírito Santo (2013). Atualmente é professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, atuando principalmente nos seguintes temas: Ensino de Física, Plasma spray e $\text{SmBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$. Pertence ao Grupo de pesquisa NEEF (Núcleo de Estruturação do Ensino de Física)

Luiz Otavio Buffon

buffon@ifes.edu.br

Bacharel em Física pela Universidade Federal do Espírito Santo (1989), Mestre (1992) e Doutor (1998), ambos em Física das Partículas Elementares pela Universidade de São Paulo. Bolsista Recém-Doutor pela Universidade Federal do Espírito Santo (1999). Atualmente é professor 40 horas com dedicação exclusiva do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES) – Campus Cariacica, atuando nos Cursos de Ensino Médio Técnico Integrado, Graduações e também no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. No momento estou orientando dissertações de Mestrado, projetos de iniciação científica, iniciação à docência (PIBID) e iniciação à extensão. Atuo na área de ensino de Física. Tenho experiência também nas áreas de Física Teórica. Pertencço ao Grupo de pesquisa NEEF (Núcleo de Estruturação do Ensino de Física)

