

O engajamento de estudantes durante a investigação do tema sociocientífico 'raios'

Leandro da Silva Barcellos*, Wallace Prodígios Morais**, Geide Rosa Coelho***

Resumo

Relatamos a experiência de uma aula investigativa de caráter sociocientífico sobre o tema raios, na qual analisamos o engajamento dos estudantes. Nossa hipótese é que uma atividade investigativa contextualizada por meio de uma questão sociocientífica (QSC) pode potencializar o engajamento dos alunos. A intervenção ocorreu em uma turma de terceira série do Ensino Médio de uma escola da rede estadual do ES, no primeiro trimestre de 2019. Os dados foram produzidos nas interações discursivas entre professores e estudantes, coletados por meio de vídeo-gravações, diário de campo (do professor) e relatos elaborados pelos alunos. Em tais dados buscamos indicadores de Engajamento, Engajamento Disciplinar e Engajamento Disciplinar Produtivo. Os resultados mostram que a contextualização por meio da QSC contribuiu para o engajamento dos estudantes, cujos posicionamentos evidenciaram aspectos que envolvem atitudes coletivas, ao invés de individuais. Durante a aula houve oscilação entre os três tipos de engajamento, a qual atribuímos a mediação estabelecida pelo professor e a dimensão CTS do tema. Entendemos que nossos resultados podem auxiliar no planejamento de aulas desta natureza, e ratificam a importância da postura docente para o desenvolvimento da investigação e engajamento discente.

Palavras-chave: ensino por investigação, questão sociocientífica, engajamento, engajamento disciplinar, engajamento disciplinar produtivo.

* Mestre em Ensino de Física pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Doutorando em Educação no programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Espírito Santo (PPGE-UFES). E-mail: leandrobarcellos5@gmail.com

** Licenciado em Física pela Universidade Federal do Espírito Santo. E-mail: wallaceprodigios@hotmail.com

*** Doutor em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais. Professor dos programas de Pós-Graduação em Educação (PPGE-UFES) e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGEEnFis-UFES) da Universidade Federal do Espírito Santo. E-mail: geidecoelho@gmail.com



Introdução

De acordo com Julio, Vaz e Fagundes (2011), em articulação com Austrália (2006), o engajamento pode ser entendido como um construto relacionado à interação do sujeito com a atividade em um dado contexto. Esta dependência situacional atribui ao engajamento certa maleabilidade (FREDRICKS; BLUMENFELD; PARIS, 2004) e nos permite entender que alterações no contexto de ensino podem modificar as diferentes facetas do engajamento dos estudantes (BORGES; JULIO; COELHO, 2005). Tais alterações envolvem, por exemplo, a metodologia (ou abordagem didática) e a mediação do professor. Nesse sentido, atividades fundamentadas no ensino por investigação se constituem como cenários propícios para discussões sobre engajamento (SOUZA, 2015; SASSERON, 2015; SASSERON; DUSCHL, 2016; FARIA; VAZ, 2019), uma vez que a construção de um ambiente investigativo exige alterações significativas na postura do professor e dos alunos, em relação ao que vemos, comumente, em aulas expositivas unidirecionais (BARCELLOS et al., 2019).

Na abordagem investigativa o docente possui o papel de propositor de problemas, motivador de discussões e de orientador das análises realizadas pelos estudantes (SASSERON, 2015). O professor deve propor atividades centradas nos alunos de modo que eles assumam um papel ativo na construção do conhecimento científico na medida em que se engajam nas discussões em sala de aula. Isso passa pela presença do discurso dialógico entre todos os sujeitos de sala de aula, o que possibilita um ensino mais interativo, pois se compartilham as responsabilidades na construção do conhecimento (COELHO; AMBRÓZIO, 2019). Os estudantes, com suporte adequado do professor, precisam elaborar hipóteses no processo de investigação, testá-las e validá-las durante as discussões realizadas, ler para entender os conceitos trabalhados e escrever para extrapolar as situações discutidas, o que também pode ocorrer durante a fala dos alunos (CARVALHO, 2018).

Assumir o ensino por investigação como abordagem didática nas aulas de Ciências requer uma mediação qualificada do professor, permitindo que a turma se engaje com as discussões e exercite práticas e raciocínios típicos das Ciências da Natureza. Ou seja, o engajamento assume um papel crucial, pois pode transformar tarefas burocráticas em atividades que geram aprendizado sobre conceitos e sobre as Ciências (SASSERON, 2015).

Souza (2015) e Sasseron e Duschl (2016) ratificam a importância das ações docentes para o engajamento dos discentes, as quais se relacionam com o planejamento didático. Uma atividade investigativa envolve, necessariamente, uma situação-problema (SP) autêntica, geralmente formulada pelo professor. Para Carvalho (2018) a SP deve ser contextualizada e atuar como a mola propulsora da investigação, mobilizando os estudantes intelectualmente de modo que eles queiram solucionar o problema. Aguiar Jr. (2018) afirma que a contextualização dos conteúdos científicos é um princípio que transcorre da problematização, porque todo problema é situado e o contexto mobiliza ações e conhecimentos. A contextualização deve ser entendida como algo além da exemplificação dos conceitos em situações cotidianas, já que está vinculada a uma abordagem problematizadora que busca desafiar os estudantes a utilizarem o conhecimento científico para solucionarem problemas em contextos. Estes podem assumir diferentes aspectos, incluindo a “*contextualização social (temas sociocientíficos na sociedade contemporânea); a contextualização a nível pessoal ou cotidiano (relação de temas e conceitos científicos com situações problemas familiares aos estudantes)*” (AGUIAR JR., 2018, p. 18).

Temos investido na articulação entre o ensino por investigação e o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), como uma via para promover uma contextualização social dos estudos científicos escolares, possibilitando a conexão entre o tripé Ciência-tecnologia-sociedade, além de desenvolver nos estudantes o pensamento crítico-reflexivo para a tomada de decisões socialmente responsáveis. Isto se materializa na escolha pelo trabalho com temas de relevância social, os quais embasam a formulação de situações-problema que nos permitam contextualizar a discussão sobre os impactos da Ciência na sociedade, as tecnologias criadas e o uso do conhecimento científico para um posicionamento pleno frente a questões sociocientíficas.

Diferentes pesquisas sinalizam que a articulação ensino por investigação-enfoque CTS tem dado bons frutos no que tange a participação ativa dos estudantes nas tarefas, desenvolvimento de conceitos, atitudes e procedimentos típicos da Ciência, e o posicionamento crítico com base no conhecimento científico. Barcellos (2017) discutiu a formação de câncer de pele por exposição prolongada à radiação ultravioleta solar, problematizando as tecnologias de proteção, como o protetor solar, e o posicionamento dos estudantes frente à necessidade de se exporem ao sol de maneira segura; Pedroso (2017) contemplou conceitos de Física moderna ao problematizar



os possíveis efeitos de uma bomba nuclear e as implicações sócio-políticas, especialmente a opinião dos alunos sobre o uso da Ciência e tecnologia para fins bélicos; já Coelho (2019) trabalhou Física de radiações problematizando, entre outras coisas, a radioatividade do granito e a exposição da população a esta rocha, com alunos de um Instituto Federal de uma cidade referência em exportação deste recurso.

Tais pesquisas sugerem que a relevância social do tema contribui para a boa relação do aluno com as tarefas. Todavia, é necessário explorar mais esse aspecto, pois não se trata de uma relação de causa e efeito. Julio, Vaz e Fagundes (2011, p. 64) afirmam que *“a metodologia de ensino pode despertar o interesse sem engajar o aluno em dimensões importantes de uma atividade”*. Coadunando com essa perspectiva, Cardoso, Abreu e Strieder (2019) discutiram uma intervenção fundamentada no enfoque CTS, na qual constataram um baixo nível de engajamento dos estudantes com o tema (combustíveis). Estas autoras atribuíram tal fato a não utilização de estratégias de ensino que levassem a participação ativa dos alunos, também com base em outros estudos que realizaram.

Diante disso, relatamos a experiência de uma aula investigativa de caráter sociocientífico sobre o tema raios, na qual analisamos o engajamento dos estudantes. Nossa hipótese é que uma atividade investigativa contextualizada por meio de uma questão sociocientífica (QSC) pode potencializar o engajamento dos alunos.

Enfoque CTS e QSC

O enfoque CTS emergiu entre o fim da década de 1970 e o início dos anos de 1980 nos países capitalistas centrais, e começou com reivindicações majoritariamente pós-materialistas, haja vista que estas condições estavam razoavelmente satisfeitas e existia uma cultura de participação popular em questões políticas. Ali que nasceu um movimento de contestação do contrato social vigente, o qual apresentava um viés linear de progresso social impulsionado pelo desenvolvimento científico-tecnológico, com base na neutralidade da Ciência e tecnologia. Questionou-se os impactos do avanço científico e tecnológico, como nos casos dos usos da energia nuclear, agrotóxicos, armas químicas utilizadas na Guerra do Vietnã, entre outros (AULER; BAZZO, 2001). Para Santos e Mortimer (2009) a educação científica fundamentada em CTS é um movimento amplo e compromissado com a ressignificação da função social do ensino de Ciências, visando desenvolver valores e atitudes socialmente

responsáveis, com vistas a uma formação para a cidadania. Busca-se, entre outras coisas, a compreensão da Ciência como construto humano influenciado por elementos econômicos, éticos, políticos, interesses, etc.

Santos (2007) aponta a abordagem de temas de relevância social e o processo de tomada de decisão como duas das dimensões que frequentemente aparecem na literatura sobre enfoque CTS. Nessa perspectiva, parte-se de temas sociais para desenvolvimento de conceitos científicos e destes retornam ao tema. Além disso, defende-se que o processo de aprendizagem seja fundamentado em uma situação-problema real, contextualizada, que permita a reflexão e o desenvolvimento de posicionamento crítico por parte dos estudantes (AIKENHEAD, 2009). Isso envolve um currículo de Ciências que promova uma educação mais consciente, permitindo que os cidadãos se posicionem crítica e reflexivamente perante as questões atreladas ao desenvolvimento da Ciência e tecnologia, bem como seus desdobramentos para a sociedade. Uma possibilidade para a incorporação do enfoque CTS na organização de um currículo de Ciências da Natureza pode ocorrer a partir da dimensão da contextualização, a qual pode se constituir por meio da abordagem de QSC e situações reais, dinamicamente articuladas de modo a permitir discussões que perpassem as barreiras das disciplinas e até da escola (SANTOS, 2007).

A busca pela inserção desse tipo de enfoque nos currículos de Ciências é apenas a etapa inicial do processo de formação de cidadãos com postura crítica-reflexiva, ou seja, essa habilidade pode se estender para outros contextos além da escola. Logo, o ensino de Ciências deve almejar despertar a curiosidade, o espírito investigador, questionador e transformador da realidade dos estudantes. Isso exige o trabalho com resolução de problemas cotidianos, em que o conhecimento adquirido possa ser extrapolado para reflexões sobre problemas coletivos, de nível nacional e global (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007). Enxergamos a possibilidade de articulação com o ensino por investigação uma vez que esta abordagem didática também se fundamenta na resolução de problemas contextualizados. Além disso, existe uma defesa pelo trabalho com investigações de questões que envolvam a relação C-T-S, como forma de estimular o processo de reflexão e o posicionamento crítico sobre os impactos do desenvolvimento científico e tecnológico na sociedade e no meio ambiente (MARQUES; MARANDINO, 2018).

Tais questões podem explorar aspectos ambientais, políticos, econômicos, éticos, sociais e culturais relativos à Ciência e à tecnologia, e têm sido recomendadas em

currículos com ênfases em CTS (SANTOS; MORTIMER, 2000). Elas têm sido chamadas de *socioscientific issues*, que podem ser traduzidas por questões sociocientíficas (QSC) ou temas sociocientíficos (SANTOS; MORTIMER, 2009). Sadler (2004) compreende as QSC como dilemas sociais ligados a tecnologia científica, entendendo que sociedade e Ciência estão imbricadas. Elas podem contemplar temas controversos e polêmicos, como aborto, eutanásia e terapia com células-tronco. Nesse sentido, o trabalho com QSC respeita as diferentes opiniões dos estudantes e as utiliza como base para a promoção de uma compreensão crítica que contemple as relações entre Ciência, tecnologia e sociedade, buscando um posicionamento responsável, mas sem forçar nenhum tipo de consenso, no sentido de apresentar a solução pronta para um problema (SANTOS; MORTIMER, 2009).

É importante salientar que o caráter controverso ou polêmico não é condição para uma QSC. Ratcliffe e Grace (2003) entendem que essas questões devem ter uma base na Ciência e um potencial de impacto na sociedade, além de priorizar conteúdos que estejam na “fronteira” com múltiplos campos do conhecimento, permitindo diferentes posicionamentos, tanto de cientistas como da sociedade em geral. Por exemplo: o tema infecções sexualmente transmissíveis (IST) pode ser trabalhado como uma QSC no que tange a compreensão científica das doenças, agentes causadores, sintomas e efeitos; as tecnologias criadas para prevenção e tratamento; discussões sobre o suporte de sistemas de saúde, estigmas sociais, políticas públicas de conscientização, etc. Ou seja, não se trata de ser “contra ou a favor”, como nos casos de eutanásia ou aborto, e sim de trazer para a sala de aula de Ciências um problema social, almejando ampliar a compreensão das pessoas com vistas ao desenvolvimento da cidadania.

Em relação à abrangência, as QSC podem ter relevância em âmbito nacional, internacional ou impactos apenas em grupos e indivíduos. Mas todos esses casos envolvem a formulação de ideias, as quais se associam a valores pessoais e éticos (RATCLIFFE; GRACE, 2003). Nesse viés, sociedade e Ciência não são compreendidas separadamente, e o ensino não busca simplesmente solucionar problemas científicos. Para Pedretti (1997, p. 1227 apud GENOVESE; GENOVESE; CARVALHO, 2019, p. 11) trata-se de uma oportunidade de enriquecer a “[...] *criatividade e a imaginação dos estudantes sobre as possíveis alternativas, fornecendo poder e liberdade para examinar e questionar questões sociais relacionadas com a Ciência e a tecnologia*”. Algumas QSC estão ligadas, por exemplo, a: fontes de energia, uso de antibióticos,

armas químicas, nucleares, biológicas e descarte de lixo eletrônico. Esses temas podem ser utilizados na contextualização de problemas a serem investigados pelos alunos, como forma de potencializar o engajamento no processo investigativo.

As QSC podem ser introduzidas nos currículos na forma de perguntas controversas, para que fomentem debates e argumentação (RATCLIFFE; GRACE, 2003; ZEIDLER et al., 2005), e podem ser contempladas de modo temático, como sendo tópico ou assunto amplo, ou de forma pontual, abordando fatos e fenômenos cotidianos e as tecnologias relacionadas a eles (SANTOS; MORTIMER, 2009). Neste relato discutimos uma intervenção sobre o tema raios, incluído pontualmente na perspectiva de um fenômeno natural comum, mas que oferece riscos à vida.

Engajamento e ensino por investigação

Um dos pilares da abordagem investigativa é o envolvimento intelectual do estudante na resolução da SP e no desenvolvimento de práticas científicas e epistêmicas (SASSERON, 2015; SASSERON, 2021). Sasseron (2018) discute a atividade científica em uma perspectiva sociologizada, a partir da interlocução com autores que a compreendem como atividade social, pautada em normas e regras que influenciam em seu desenvolvimento. Deste modo, as práticas científicas (PC) e as práticas epistêmicas (PE) têm sido as práticas mais exploradas nas pesquisas do campo da educação em Ciências (SASSERON, 2018).

As PC podem ser entendidas como as ações atreladas à solução de problemas, como o levantamento e teste de hipóteses, elaboração de modelos explicativos e justificativas, e o trabalho com novas informações (SASSERON; CARVALHO, 2008). As PE associam-se as práticas envolvidas na produção, comunicação e avaliação do conhecimento (SASSERON, 2018). Podemos entender que o processo de desenvolvimento de tais práticas é potencializado quando os alunos estão engajados com a tarefa, pois, de acordo com Sadler (2009, p. 4), “[...] à medida que um indivíduo se engaja nas práticas de uma comunidade, ele apropria aspectos dessa cultura e, à medida que o indivíduo apropria compreensões culturais, ele é capaz de se engajar em atividades mais sofisticadas”.

Nesse sentido, Sasseron e Duschl (2016) defendem a possibilidade de aproximação entre o ensino por investigação e as ideias de Engle e Conant (2002) sobre engajamento disciplinar e produtivo. Na proposição destes pesquisadores o enga-

jamento em situações de ensino pode ocorrer de três formas: o engajamento (E), que se manifesta nas interações discursivas entre os sujeitos durante a busca pela solução do problema; o engajamento disciplinar (ED), caracterizado pela habilidade do estudante em utilizar tanto o discurso escolar quanto o científico para cumprir as tarefas escolares; e o engajamento disciplinar produtivo (EDP), relacionado ao progresso intelectual obtido pelos alunos.

Para Sasseron e Duschl (2016) as ideias de Engle e Conant (2002) permitem entender que para que haja engajamento, independentemente do nível, é necessário considerarmos, entre outros pontos, o tópico que está sendo discutido. Este, quando relacionado a uma QSC, pode potencializar alguns dos princípios que devem ser considerados para o estabelecimento de um ambiente favorável ao surgimento do EDP entre os alunos, como a problematização e a responsabilidade social. Isso porque o trabalho com QSC em aulas investigativas permite o envolvimento dos estudantes com problemas intelectuais, e atribui a eles a responsabilidade de investigarem a solução do problema, além de se posicionarem, de modo socialmente responsável, frente a temas socialmente relevantes.

Metodologia

A intervenção foi realizada por um dos autores deste manuscrito, que na ocasião realizava a atividade de regência do estágio supervisionado obrigatório do curso de licenciatura em Física de uma Universidade pública federal. As ações foram desenvolvidas no primeiro semestre de 2019, em uma turma da terceira série do Ensino Médio de uma escola da rede estadual do Espírito Santo, e contou com 41 alunos. Recebemos autorizações dos participantes e dos respectivos responsáveis legais deles, por meio da assinatura de um termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Este, entre outros itens, garantiu o anonimato da participação. Por isso utilizamos nomes fictícios para todos os envolvidos neste estudo.

O conteúdo abordado foi referente aos processos de eletrização, definido em comum acordo com o professor regente da turma. Decidimos contextualizar por meio do tema raios na tentativa de torná-lo relevante e potencializar o engajamento dos alunos. De acordo com dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o Brasil é o país com maior incidência de raios no mundo, com média anual de 77,8 milhões de raios nos últimos seis anos. 300 pessoas são atingidas por descargas

elétricas anualmente, e uma em cada três torna-se uma vítima fatal. Ainda segundo o mesmo órgão nacional, a cada cinco mortes por raios, quatro poderiam ter sido evitadas com o uso de medidas de proteção e/ou adoção de atitudes preventivas (CAZARRÉ, 2017). Diante desse cenário, consideramos necessário promover ações de enfrentamento a tal problema. Partimos do princípio de que compreender os conceitos científicos associados aos raios, e as tecnologias criadas para a proteção, como os para-raios, pode contribuir com o processo de conscientização sobre a necessidade de prevenção a essa problemática. Por isso desenvolvemos uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), composta de três aulas, planejadas para ter a duração de 55 minutos cada.

A primeira aula contemplou os aspectos científico, tecnológico e social, e teve como objetivo levantar o conhecimento prévio dos estudantes e introduzir o problema central: o que podemos fazer para diminuir o risco de acidentes durante uma tempestade de raios? A segunda aula envolveu um gerador de Van de Graaff e um eletróforo de Volta, os quais foram utilizados pelo Professor em Formação Inicial (PFI) para problematizar os conceitos físicos presentes no tema e estimular o levantamento de hipóteses e elaboração de modelos explicativos sobre os fenômenos observados. O foco era o aspecto científico conceitual da eletrização. A terceira aula foi dedicada à retomada do problema central, sistematização e confecção, por parte dos alunos, de panfletos (folders) a serem supostamente distribuídos para a população em geral, sobre os perigos dos raios e quais atitudes são recomendadas durante uma tempestade, com vistas a minimizar os riscos. A ênfase esteve no aspecto científico, tecnológico e o social.

Para análise da primeira aula recorreremos às interações discursivas entre PFI e estudantes, que foram gravadas em vídeo e áudio. As transcrições foram realizadas de forma fidedigna, ou seja, ocorrências de linguagem coloquial foram mantidas para garantir a autenticidade das falas. Para a aula dois nos baseamos, majoritariamente, no diário de campo do PFI que conduziu a intervenção. Para a terceira aula analisamos os relatos produzidos pelos estudantes, no final da intervenção, na forma de panfletos. Nesses dados buscamos os indicadores de engajamento propostos por Souza (2015), sintetizados no quadro 1.

Quadro 1: Indicadores de engajamento

Engajamento (E)	Engajamento disciplinar (ED)	Engajamento disciplinar produtivo (EDP)
E1 Discussão sobre o tema colocado em questão pelo problema	ED1 Discussão sobre ideias e hipóteses para a construção de um plano de trabalho para a resolução do problema	EDP1 Discussão sobre sofisticação de ideias e construção de relações explicativas
E2 Presença de trabalho colaborativo	ED2 Presença de trabalho colaborativo para concretização de ações, proposições e/ou análise de ideias.	EDP2 Presença de trabalho colaborativo na construção da explicação e reconhecimento de limites nas suas aplicações
E3 Presença de características emocionais	ED3 Presença de características emocionais relacionadas às ações para a resolução do problema	EDP3 Presença do uso de ideias em outros contextos, revelando a apropriação do conhecimento.

Fonte: Souza, 2015, pp. 42-43.

Análises e discussões

Aula 1

No início da primeira aula o PFI projetou no quadro uma reportagem que trazia os dados apresentados pelo INPE sobre a alta incidência de raios no Brasil e quantos casos médios de morte ocorrem anualmente no país. Além disso, ele solicitou que um aluno lesse a reportagem em voz alta para a turma. A videogravação sugere que os alunos estavam atentos à projeção, de modo que não notamos conversas paralelas, o que consideramos um indício de E3. Após este momento o PFI conduziu a discussão visando levantar os conhecimentos prévios dos estudantes, a começar pela dimensão conceitual dos raios, relâmpagos e trovões.

Quadro 2: Interações discursivas da primeira parte da aula

Transcrições	Indicadores de engajamento	Aspectos da Mediação
1. A20 – Trovão é o barulho né? O raio é o “Shiu” (faz um movimento com a mão representando o movimento descendente do raio, a turma ri).	Discussão sobre as ideias e hipóteses relativas ao problema lançado (ED1), de maneira colaborativa, pois os alunos completaram e ratificaram as construções dos colegas, sugerindo ED2. Presença de E3 quando os alunos riram do som/movimento feito por A20, o que só foi possível perceber porque a turma estava em silêncio, acompanhando a fala de cada aluno.	A pergunta feita pelo PFI teve um caráter puramente conceitual. Isso pode ter relação com o fato de apenas quatro estudantes (A20, A7, A23 e A24) participarem da discussão, que enfocou na dimensão conceitual do tema.
2. A7 – Relâmpago é só a luz.		
3. A23 – Relâmpago é só a luz que a gente vê (reforçando a fala do colega).		
4. A7 – É só aquele clarão, “pá”.		
5. PFI – O que que é só o clarão?		
6. A7 – Porque o raio ele desce e quando bate no chão ele sobe de novo.		
7. PFI – E por que é raio e relâmpago? Qual a diferença?		
8. A24 – A densidade.		

Fonte: os autores.

Em seguida, o PFI abordou as atitudes a serem tomadas para minimizar os riscos durante uma tempestade com raios, por meio da seguinte pergunta: O que deve ser feito durante uma tempestade de raios? Essas foram as colocações dos alunos:

Quadro 3: linterações discursivas da segunda parte da aula

Transcrições	Indicadores de engajamento	Aspectos da Mediação
9. A1 – Ficar em casa.	Estudantes discutiram ideias e hipóteses para solucionar o problema (ED1). Presença de E3, quando a turma riu do comentário cômico de A1.	Por meio de uma pergunta aberta ¹ , o PFI permitiu que os estudantes expusessem os conhecimentos prévios deles sobre as atitudes a serem tomadas. Estas estão na dimensão científica/social do enfoque CTS. Notamos, também, um maior número de alunos envolvidos na discussão (comos sinalizado no turno 17, em que vários estudantes falaram ao mesmo tempo).
10. PFI – Por que ficar em casa?		
11. A1 – Porque tem para-raios e eu não vou morrer (A turma dá risada).		
12. PFI – Toda casa tem para-raio?		
13. A1 – Não. Assim, um lugar que tenha para-raio.		
14. A2 – Ficar de Chinelo.		
15. A3 – Tirar as coisas da tomada.		
16. A4 – Desligar a chave da energia.		
17. A5 – Cobrir o espelho (Muitos alunos levantam hipóteses ao mesmo tempo).		
18. A7 – Não usar guarda-chuva.		

Fonte: os autores.

O nome para-raios é bastante indutivo e ficar em um local com um deles emergiu como a primeira atitude a ser tomada. Dada à popularidade deste recurso tecnológico, o PFI explorou elementos do funcionamento e princípios científicos dele.

Quadro 4: Interações discursivas da terceira parte da aula

Transcrições	Indicadores de engajamento	Aspectos da Mediação
19. PFI - Onde que é colocado o para-raios, de modo geral?	Discussão de ideias para solucionar o problema (ED1); colaboração durante as proposições para complementá-las e questioná-las (ED2); e alunos demonstrando atenção, insistência e insatisfação ao verem que a resposta “atrair” não era suficiente (ED3).	Pergunta fechada sobre o funcionamento do recurso tecnológico, em que vemos poucos alunos participando. Nos turnos 28 e 30 notamos perguntas que mobilizaram mais estudantes (momentos de muitas respostas simultâneas) e a turma dividida sobre o local de instalação do para-raios.
20. Turma – Em cima (do prédio).		
21. PFI – Por quê?		
22. A19 – Porque ele vai parar o raio.		
23. A1 – Ele vai atrair o raio.		
24. PFI – Boa, boa. Ele não para o raio, assim.		
25. A19 – O raio vai para ele.		
26. PFI – O que ele (para-raios) faz?		
27. Turma – Ele atrai o raio.		
28. PFI – Ele atrai o raio, “puxa” o raio. É garantido que o raio vai cair ali?		
29. A1 – Espero que sim (Vários alunos respondem ao mesmo tempo).		
30. PFI – O para-raios “atrai” o raio, beleza. Mas, se eu colocar em cima e embaixo, dá a mesma coisa?		
31. A15 – Depende.		
32. Alguns alunos – Em cima.		
33. PFI – Por quê?		
34. A20 – Por que se colocar em baixo a chance de atingir o prédio é muito maior.		

Fonte: os autores.

A discussão prosseguiu com o PFI questionando a posição ideal para a instalação do para-raios, uma vez que a turma mostrou-se dividida.

Quadro 5: Interações discursivas da quarta parte da aula

Transcrições	Indicadores de engajamento	Aspectos da Mediação
35. PFI – E isso quer dizer o que? Pensa o seguinte: Você tá num... Num... Num lugar aberto, tem um monte de árvore. O que você vai fazer?	ED1, ED2, ED3. Investimento cognitivo, especialmente de A20, para compreender a explicação, sem desistir ou hesitar, mesmo com a turma aparentando já ter entendido. Em dado momento A1 colaborou com o colega, e vários alunos falam ao mesmo tempo quando aparentaram confusão, pois estavam atentos e em silêncio enquanto o colega se esforçava para entender. A discussão foi extrapolada para o contexto de ficar em baixo de uma árvore, até que conseguiram chegar a um entendimento, demarcado pelo uso da gíria comumente utilizada pela turma durante as aulas quando entendiam algo.	Perguntas abertas sobre uma atitude que, de certa forma, se relaciona ao recurso tecnológico. Mais alunos participando, e a turma acompanhou atentamente o colega que apresentara mais dificuldade.
36. A20 – Ficar embaixo da árvore, não?		
37. PFI – Ficar embaixo da árvore, show. Agora eu te pergunto, por que o para-raios é colocado no topo do prédio?		
38. A20 – O raio vem de cima, então se tiver uma coisa mais em cima (fez um gesto com mão como se o raio atingisse o que está mais alto).		
39. PFI – E onde você vai ficar se estiver tudo aberto?		
40. A20 – Embaixo da árvore.		
41. A9 – Ficar deitado no chão.		
42. PFI – Por que você vai ficar debaixo da árvore?		
43. A20 – Porque ela vai estar um pouco maior, mais alta.		
44. PFI – Mas num prédio você não coloca em cima, quanto mais em cima melhor?		
45. A20 – Então, não é a mesma coisa?		
46. A1 – Não, você tem que ficar num lugar baixo, porque o raio vai ter mais chance de cair na árvore.		
47. PFI – Então, pensa o seguinte: O que esse cara vai fazer? (Apontando para o desenho no quadro de um para-raios em um prédio) com o raio? (Vários alunos falam ao mesmo tempo).		
48. PFI – volta aqui. O que o para-raios vai fazer com o raio?		
49. A11 – Parar o raio.		
50. A5 – Atrair.		
51. PFI – Atrair. Beleza. Então pensa o seguinte: o para-raios está em qual ponto do prédio?		
52. A20 – Mais alto.		
53. PFI – Mais alto. O raio sempre tende a ir para onde?		
54. A8 – Para o para-raios.		
55. PFI – Para o para-raios que está no ponto mais alto. Então, logo, para o ponto mais alto. Ai, eu estou numa planície e tem uma árvore. Ai eu vou para debaixo da árvore, a árvore é o ponto o que?		
56. A1 – Mais alto.		
57. A20 – Ah...		
58. PFI – Mais alto.		
59. A7 – Como você chegou nessa planície? E se tem um carro disponível? (A turma ri).		
60. PFI – É... Beleza, você está na praia e foi a pé para praia. Pronto, você está numa praia deserta. Foi pra Itaúnas. E aí? Ah moleque (apontando para A7, que ri e comemora).		
61. PFI – E só tem uma árvore. Não, tem um monte de árvores e você vai para a mais alta, porque quanto mais alto protege mais, não é isso?		
(A turma aparenta estar confusa)		
62. A21 – Eu não estou entendendo a lógica.		
63. PFI – Ô, explica pra ela, ela não entendeu. Vai que...		
64. A20 – O que eu pensei estava certo?		
65. PFI – Uai, não sei... Então, pensa comigo, devagar e sempre. O para-raios fica no topo do prédio. Por quê?		
66. A1 – Porque é o lugar mais alto.		
67. PFI – Porque é o lugar mais alto e quanto mais alto "atrai" o raio. Né isso? Beleza. Ai eu estou numa planície e tem uma árvore. Ai, na hora que você vai... Você vai pra lugar nenhum, você olha de longe, o raio vai cair aonde?		
68. Turma – Na árvore.		
69. PFI – Ai você está lá e vai para árvore?		
70. A20 – Não...		
71. PFI – Entendeu?		
72. A20 – 3000 Q.I. (gíria comumente utilizada pela turma sinalizando que entenderam).		

Fonte: os autores.

Na parte final da aula o PFI abordou outro elemento sobre a queda de raios e o ato de cobrir espelhos como medida de proteção.

Quadro 6: Interações discursivas da quinta parte da aula

Transcrições	Indicadores de engajamento	Aspectos da Mediação
73. PFI - Vocês já perceberam que os raios têm algumas ramificações?	A7 e A1 envolveram-se em uma discussão com ideias mais sofisticadas sobre a trajetória dos elétrons (EDP1), de maneira colaborativa (EDP2).	Pergunta conceitual sobre o aspecto científico do tema. Vemos poucos alunos interagindo enquanto o restante da turma ficou em silêncio.
74. Turma – Sim (alguns acenam positivamente com a cabeça).		
75. PFI – Por quê?		
76. A7 – Eles não sabem qual é o caminho mais fácil, eles se espalham (trecho inaudível).		
77. A1 – Tipo assim, eles são negativos. Aí eles vão procurar o lugar mais positivo, que no caso é o chão. Todo o chão é positivo.		
78. PFI – Todo o chão naquela área.		
79. A1 – É.		
80. A7 – Ele não sabe, ah, aquele lado é positivo.	Os alunos discutiram ideias para explicar a atitude (ED1) e trouxeram conhecimentos de seus familiares, o que pode indicar um vínculo emocional com a discussão (ED3).	A pergunta problematizou uma atitude, contemplando a dimensão social. Foi possível ver mais alunos participando.
81. PFI – Outro negócio interessante é: cobrir o espelho. Por que cobrir o espelho?		
82. A20 – Minha vó faz isso.		
83. A22- O povo da roça fala (para cobrir o espelho), não sei se isso é verdade.		
84. PFI – Mas vocês tem alguma noção, assim... Por que cobrir o espelho, sei lá.		
85. A7 – Talvez pensa que entra um raio e reflete no espelho.		
86. A23 – Às vezes, com a luz apagada o espelho reflete a luz e aí você acha que vai ver uma assombração, um negócio assim aí cobre o espelho.		

Fonte: os autores.

Essas discussões encerraram a primeira aula, na qual observamos indicadores de engajamento e engajamento disciplinar, conforme planejamos, pois almejávamos introduzir o tema e permitir que os alunos manifestassem seus conhecimentos prévios, por meio de interações discursivas, sobre as questões lançadas, os quais poderiam envolver o discurso escolar e o científico. As análises mostram que os alunos se envolveram em discussões sobre o tema ao longo de toda a aula. Quando o PFI fez perguntas fechadas, de natureza conceitual, sobre a dimensão científica, notamos poucos alunos participando. Mas quando a mediação contemplou perguntas abertas, principalmente sobre as atitudes a serem tomadas, notamos mais alunos envolvidos, com ocorrências de colaborações entre eles. No quarto episódio observamos fortes

indícios de engajamento, principalmente por parte do aluno A20, que demonstrou interesse em compreender o fenômeno para além de uma obrigação escolar, insistindo até conseguir entender. Compreendemos que essas oscilações estão diretamente relacionadas à mediação estabelecida pelo PFI, como sinalizam Sasseron e Duschl (2016). Mas observamos a influência do aspecto CTS da discussão, neste caso.

Aula 2

Na segunda aula a turma foi dividida em grupos de seis membros para explorar aparatos experimentais. O PFI ficou no gerador de Van de Graaff, pois este aparelho requer certo cuidado no manuseio. Os eletróforos foram manuseados livremente pelos estudantes. O objetivo era que os alunos explicassem o funcionamento dos experimentos e relacionassem os princípios ali observados com a tempestade de raios. Para auxiliar na orientação, as seguintes tarefas foram postas no quadro: (i) explique o que acontece no Gerador de Van de Graaff e no eletróforo, e relacione com uma tempestade de raios; (ii) o que acontece quando aproximamos do gerador uma chave para teste de corrente e por quê? Cada grupo deveria formalizar seus modelos explicativos, e os equipamentos permaneceram a disposição da turma para auxiliar no processo investigativo.

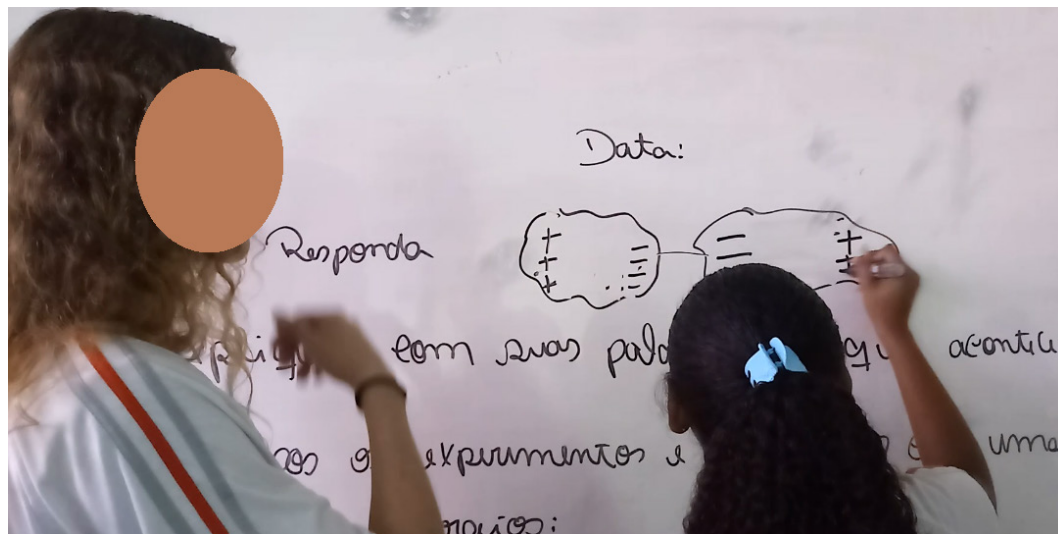
Os grupos se espalharam pela sala formando pequenos círculos para explorar os eletróforos. Paulatinamente, o PFI chamou cada um dos agrupamentos para interagir e investigar com o gerador. Devido a esta dinâmica organizacional, não conseguimos coletar as interações discursivas durante a aula. Contudo, utilizamos o diário de campo do PFI e as imagens registradas durante a atividade como fontes de dados. No gerador, a mediação estabelecida pelo PFI buscou estimular o debate entre os estudantes sobre as questões postas no quadro, conforme cada grupo era chamado para realizar a investigação em tal aparato. Foram realizadas perguntas abertas para estimular o levantamento de hipóteses e, consequentemente, ajudar os alunos na resolução dos problemas apresentados. Apenas em um momento da aula foi possível realizar a gravação de uma interação entre um aluno e uma aluna.

A aluna fez representações de nuvens no quadro para socializar o modelo explicativo, como pode ser visto na figura 1. A aluna A30, apontando para a representação feita por ela mesma, falou que as duas nuvens possuem cargas positivas e negativas, e que a carga total de ambas é nula, mas quando elas se chocam há o

surgimento de eletricidade. O desenho apresentado na figura 1 mostra que ambas as nuvens ficam negativamente carregadas na região em que estão mais próximas, e o aluno que estava debatendo com ela, A25, a questionou sobre o fato de que, segundo a representação feita, as nuvens deveriam se repelir mutuamente, impedindo a movimentação de elétrons entre elas. O restante do diálogo ficou inaudível, pois a turma estava bastante agitada com os experimentos. Porém, neste breve trecho percebemos que A30 e A25 estavam envolvidos com a tarefa e trabalharam juntos na elaboração de um modelo explicativo, socializando e questionando suas hipóteses, tentando estabelecer um consenso. Deste modo, observamos indícios de engajamento ED1 e ED2 no trabalho colaborativo para construir um modelo de como ocorrem às descargas elétricas entre nuvens.

Os experimentos não figuravam com frequência nas aulas de Física, o que pode ter relação com a agitação da turma ao vê-los. Os alunos aparentaram maior interesse pelo gerador de Van de Graaff, e as interações com ele sugeriram mais indícios de engajamento disciplinar do que com o eletróforo. Notamos os membros dos grupos discutindo ideias e hipóteses relativas aos problemas, de modo colaborativo, com vistas a solucioná-los. Isto pode ter relação com o fato de que a interação com o gerador contou com a presença do PFI, enquanto o eletróforo foi investigado pelos grupos individualmente.

Figura 1: Estudante explicando ao colega como ocorrem as interações entre as nuvens.



Fonte: os autores.

Parte dos estudantes apresentou uma interação mais contemplativa, e outros estavam dispersos, talvez devido ao grande número de pessoas por experimento, dado o tamanho da turma (41 adolescentes) e a quantidade de aparelhos disponíveis. No final da aula os grupos entregaram suas construções. Apresentamos dois exemplos de modelos propostos para as questões (i) e (ii).

Grupo 1:

(i) O motor eletrizado pela rede elétrica (tomada) dá energia para a correia de borracha rodar. Por meio do atrito ela se eletriza e eletriza o metal que é um bom condutor térmico e, por isso, ocorre o fenômeno. As nuvens neutras se eletrizam através do contato e liberam os raios (descargas carregas de elétrons) que são atraídos para o chão que está positivo;

(ii) Ao encostar a chave (metal) no gerador eletrizado, forma-se um campo elétrico, então o elétron é guiado, passando pela lâmpada e fazendo com que ela acenda.

Grupo 2:

(i) Atraiu os pelos (o gerador), porém, repeliu o papel. Ambos relacionam-se pela presença da corrente elétrica. Ao aproximarmos a mão do gerador, percebemos um feixe de elétrons passando do gerador para a mão, assim como ocorre, em maior proporção, com as tempestades de raios;

(ii) A luz da chave acende. Ao aproximar a chave do gerador ocorre uma passagem de elétrons gerando corrente elétrica, o que acende a luz.

Ao analisarmos as respostas apresentadas, considerando o contexto em que a sequência foi realizada, isto é, foram as primeiras aulas sobre processos de eletrização, entendemos que ambas as construções foram, de certa forma, bem elaboradas. Eles utilizaram termos e conceitos que ainda não haviam sido trabalhados em sala (como corrente elétrica e campo elétrico) e que estiveram presentes no debate realizado na primeira aula (sobre atitudes em uma tempestade de raios).

O grupo 1, na primeira questão, trouxe o conceito de eletrização por atrito e o utilizou para explicar o processo de eletrização do gerador de Van de Graaff e da nuvem. É interessante notar que os alunos falaram que o metal é um bom condutor térmico. Talvez isto tenha relação com o fato deles terem estudado termodinâmica na segunda série do ensino médio e visto que os metais são bons condutores de calor. Outra hipótese é que eles confundiram os termos, pois ao analisarmos a construção da resposta percebemos que eles estavam falando sobre as propriedades elétricas do material. A resposta da segunda questão não contém o termo 'corrente elétrica',

e os estudantes atribuíram ao campo elétrico a passagem de elétrons pela lâmpada, o que fez com que ela ascendesse.

O grupo 2 apresentou uma modelo mais simples para o primeiro problema, descrevendo o que ocorreu na experimentação. Diferentemente do primeiro, o grupo 2 utilizou o termo ‘corrente elétrica’, dizendo que ela estava presente no sistema e que ocorrem descargas elétricas quando aproximamos uma superfície do gerador, assim como ocorre com as nuvens. Na segunda questão, o acendimento da lâmpada também foi atribuído à passagem de elétrons ao aproximar a chave do gerador, e eles a denominaram de corrente elétrica.

Essas construções ilustram o que ocorreu na segunda aula da sequência. De modo geral, os modelos explicativos dos estudantes apontaram para a ideia de que a movimentação de elétrons provocava os fenômenos observados, com a incorporação de alguns termos e conceitos que enriqueceram as respostas, ainda que com certos equívocos. Isso sinaliza para a preocupação dos estudantes em incorporar termos científicos aos modelos (como corrente elétrica, campo elétrico e eletrização), o que mostra envolvimento com a tarefa, podendo ser considerado uma forma de engajamento. Além disso, foi explicitado um conhecimento prévio, importante para guiar as ações posteriores, e que também pode ser utilizado em sistematizações futuras.

A aula dois se propôs a contemplar a dimensão conceitual do aspecto científico do tema, enfocando nos conceitos de eletrização, que fazem parte do currículo escolar. A investigação de tais conceitos, no contexto dos experimentos a serem associados ao fenômeno dos raios, parece ter contribuído com o envolvimento dos estudantes na tarefa e na elaboração de modelos que mostram a utilização de termos da Ciência escolar, as quais, de certa forma, apontam na direção do modelo aceito pela Ciência. Vemos algumas inconsistências nos exemplos acima, as quais foram trabalhadas ao longo das aulas.

Notamos a ênfase dada ao gerador, o que reforça a hipótese de que os estudantes se envolveram mais com esse aparato. É possível, também, que eles tenham tido mais dificuldade em associar o eletróforo aos raios.

Aula 3

A terceira e última aula foi dedicada à sistematização dos conteúdos trabalhados. O PFI procurou elaborar um modelo explicativo consensual com a turma a partir



das diferentes construções dos grupos. A seguir apresentamos alguns trechos que caracterizam tal momento da aula.

Quadro 7: Interações discursivas da terceira aula

Transcrições	Indicadores de engajamento	Aspectos da Mediação
87. PFI - A parte de cima do gerador não era uma latinha? Tinha um fio encostando na latinha e encostava na correia. Pra que será?	Adesão às normas de comportamento e disciplina, com pouca interação emocional ou cognitiva com a tarefa, por parte da turma, de modo geral. Não notamos indicadores de engajamento nos moldes de Souza (2015).	Perguntas fechadas e, de certa forma, indutivas, sobre a dimensão científica conceitual do tema. Poucos alunos responderam, e o PFI protagonizou os discursos.
88. A21: Pra conduzir os elétrons.		
89. PFI - Pra conduzir os elétrons. Pensa, minha correia é positiva, tenho cargas positivas passando aqui (mostra o desenho da correia). Os opostos fazem o que? Se atraem. Ou seja, os elétrons que estavam aqui (mostra a latinha do esquema do gerador desenhado no quadro) querem ir pra onde?		
Ninguém responde.		
90. PFI - A minha latinha, inicialmente, ela é o que?		
91. Turma: Neutra.		
92. PFI - Então os elétrons que estavam na latinha vão querer fazer o que?		
Ninguém responde.		
93. PFI - Quando eu tenho uma carga positiva, eu tenho o que associado?		
94. A7: Um campo elétrico.		
95. PFI - Um campo elétrico e aí a gente vai ter um campo elétrico aqui (desenha linhas em volta da representação da latinha no quadro). Que é o que a gente sente né? Por que que você sente? Por que tem essa atração?		
Ninguém responde.		
96. PFI - O que que vai acontecer? Aqui eu tenho cargas positivas (aponta para o desenho da latinha no quadro), o que que vai acontecer (com a pessoa desenhada ao lado da latinha)?		
97. A1: Os elétrons vão querer ir (para a latinha).		
98. PFI - E como é que acontece nos raios? na vida real. Tem alguma semelhança com isso aqui? (aponta para o desenho do gerador).		
99. A21: Tem. As nuvens se aproximam, e aí os elétrons vão ficar querendo ir para o outro lado por causa dos... Dos positivos e aí vão ficar muito eletrizados negativamente e vai acontecer o raio.		

Fonte: os autores.

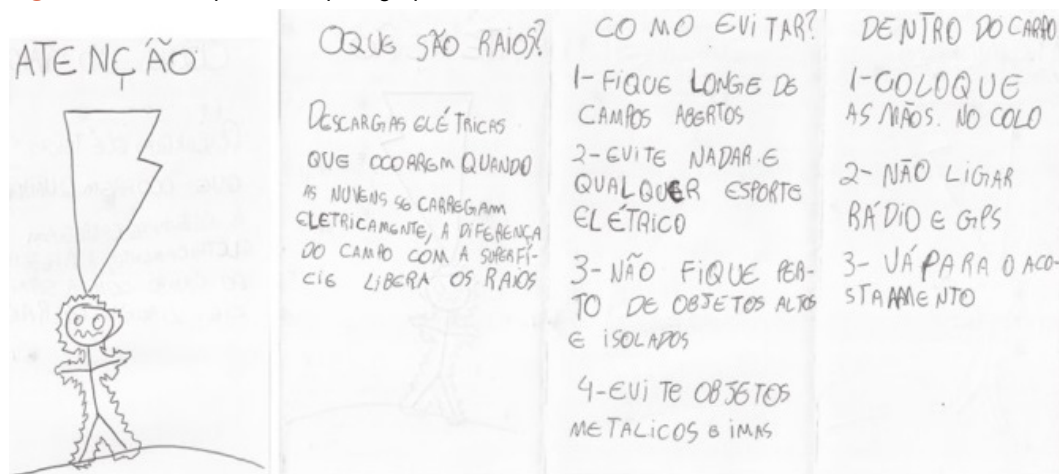
Os trechos acima representam, essencialmente, como foi a primeira parte da aula três. Destacamos que alguns dos principais elementos conceituais emergiram,

como a série triboelétrica, diferença de potencial e campo elétrico, além da correlação entre os experimentos e os raios, mesmo com poucos estudantes apresentando indícios de engajamento disciplinar.

Na segunda parte da aula a tarefa foi elaborar um panfleto, que seria supostamente distribuído para a população, sobre o tema estudado. Os estudantes, ainda divididos nos mesmos grupos da aula anterior, tiveram liberdade para pensar no design e no conteúdo. O desenvolvimento desta atividade consumiu o restante do tempo, e a entrega ficou para a outra semana. A seguir apresentamos algumas das construções dos alunos.

Do ponto de vista estético o panfleto da figura 2 mostra-se pouco atrativo. Inicialmente, vemos uma definição de raios retirada de uma página da internet, com a tentativa de emprego de termos científicos, mas de modo pouco preciso. Paralelamente, há instruções de como evitar acidentes com descargas elétricas. Fora os problemas com a gramática, algumas dicas são ambíguas e dúbias. Isto sugere o cumprimento burocrático da tarefa.

Figura 2: Panfleto produzido pelo grupo 1.



Fonte: os autores.

No panfleto da figura 3 o grupo optou por abordar atitudes recomendadas e não recomendadas frente a uma tempestade com raios. Por meio de ilustrações descontraídas, foram contempladas, sem o emprego dos termos estudados na intervenção, as questões de ficar em locais abertos, dentro do carro e em baixo de uma árvore.

Nesta última o personagem fez uso da gíria que a turma costumava utilizar quando entendiam algo, como discutido no turno 72 da primeira aula. A produção sugere o trabalho colaborativo (pois a tarefa foi realizada em grupo) para a construção de explicações em diferentes contextos, indicando EDP2 e EDP3. Além disso, o cuidado e a atenção aos detalhes ratificam o envolvimento dos alunos com a tarefa, bem como uma dimensão social atrelada a aspectos que envolvem atitudes coletivas, ao invés de apenas individuais, ao projetarem um panfleto com potencial para atingir um grande público.

Figura 3: panfleto produzido pelo grupo 2.



Fonte: os autores.

A maioria dos panfletos contém elementos que apontam para a direção do que foi discutido anteriormente. Contudo, também tivemos construções com menos indícios de envolvimento com a tarefa, como no primeiro exemplo apresentado.

Considerações finais

Nossas análises revelaram uma oscilação entre os diferentes tipos de engajamento ao longo da intervenção. Tal oscilação relacionou-se a articulação mediação docente-dimensão investigativa/CTS. Notamos menor incidência de indicadores de engajamento disciplinar e produtivo e menos alunos envolvidos com a tarefa nos momentos em que predominaram as perguntas fechadas sobre a dimensão científica conceitual da QSC. De maneira similar, observamos maior incidência desses elementos quando foram feitas perguntas abertas e atividades (como o panfleto) sobre as tecnologias e atitudes a serem tomadas, as quais se aproximam mais das dimensões tecnológica e social do tema.

Consideramos que este resultado, juntamente com a discussão teórica assumida neste estudo, corrobora a hipótese de que o trabalho com QSC potencializa o engajamento dos estudantes, desde que atrelado a uma mediação pedagógica intencional e organizada para favorecer tal aspecto. Na mediação estabelecida pelo PFI notamos que em determinados momentos não houve o compartilhamento da autoridade epistêmica com os estudantes (que não é somente alternar os turnos de fala, mas sim possibilitar que os alunos efetivamente proponham e avaliem ideias junto com o professor), devido a natureza das questões, explicações e atividades propostas. Isso significa reconhecer que analisamos a mediação de um professor em formação inicial, assumindo a idiosincrasia de cada sala de aula e da relação professor-aluno que ali existe, sendo esta um construto paulatino.

Como implicações, apontamos a necessidade de realização de estudos de longo prazo que analisem os desdobramentos dessa articulação no trabalho com QSC. Tais estudos podem investigar, por exemplo, o engajamento de estudantes no trabalho com QSC fundamentado em outras abordagens ou metodologias, as quais, possivelmente, exigem outras formas de mediação e atividades. Esperamos ter contribuído com elementos e discussões que sustentam a premissa de que o ensino de Ciências deve contemplar o trabalho com questões sociocientíficas, conduzidas em abordagens ou metodologias que privilegiam o protagonismo intelectual dos estudantes na solução de problemas contextualizados. Assim, estimulam-se a tomada de consciência e as decisões socialmente responsáveis sobre a relação Ciência, Tecnologia e Sociedade.



Student's engagement during an inquiry about the Socio-scientific issue 'lightning'

Abstract

We analyze the students' engagement during an inquiry based class about the Socio-scientific issue 'lightning'. Our hypothesis is that an inquiry based class contextualized by means Socio-scientific issue (SSI) can leverage the student's engagement. The intervention was realized in the third year of high school education in a public school in Espírito Santo, in the first semester of 2019. The data was produced by the discursive interactions between teacher and pupils, collected by video recordings, teacher's field diary and reports elaborated by the students. In those data we search for indicators of engagement, disciplinary engagement and productive disciplinary engagement. The results show that the contextualization by means SSI contributed to the students' engagement. Their positions highlighted collective attitudes, instead individual. We noted the three types of engagement during the class. We attribute this to the pedagogical mediation established by teacher and the STS dimension of the theme. We consider that the results can assist to Socio-Scientific's lessons planning, and confirm the importance of the pedagogical mediation for the development of inquiry lesson and engagement.

Keywords: inquiry based teaching; Socio-scientific issue; engagement; disciplinary engagement; productive disciplinary engagement.

Nota

- ¹ Na abordagem investigativa, perguntas abertas são aquelas que não podem ser respondidas imediatamente por meio de equações ou conceitos. Elas devem inquietar os estudantes para que eles formulem respostas a partir de conhecimentos prévios ou de saberes construídos ao longo da investigação (BORGES, 2002).

Referências

AGUIAR JR., Orlando. Sequências de Ensino de Física orientadas pela pesquisa educacional: princípios orientadores e ação docente comprometida com mudanças. In: AGUIAR JR, O. (Org). **Sequências de ensino de Física orientadas pela pesquisa: experiências do PIBID e Pró-Mestre-UFMG. 1ª ed.** Belo Horizonte: Fapemig, 2018.

AIKENHEAD, Glen. **Educação Científica para todos.** Lisboa: Edições Pedagogo, 2009.

AULER, Décio.; BAZZO, Walter. A. Reflexões para a Implementação do Movimento CTS no Contexto Educacional Brasileiro. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n.1, p. 1-13, 2001.

BARCELLOS, Leandro da Silva. **O Ensino Da Interação Radiação-Corpo Humano nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental: Uma Abordagem Investigativa e Colaborativa com Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade de Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

BARCELLOS, Leandro da Silva; GERVÁSIO, Suiany Vitorino; JONIS-SILVA, Mirian do Amaral; COELHO, Geide Rosa. A mediação pedagógica de uma licencianda em Ciências Biológicas em uma aula investigativa de ciências envolvendo conceitos físicos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 19, n.1, p. 37-65, 2019.

BORGES, Antônio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

BORGES, Oto.; JULIO, Josimeire Meneses; COELHO, Geide Rosa. Efeitos de um ambiente de aprendizagem sobre o engajamento comportamental, o engajamento cognitivo e sobre a aprendizagem. In: V ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 2005, Bauru. **Anais...** Bauru, 2005. 1 CD-ROM.

CARDOSO, Zaira Zangrando; ABREU, Rosana Oliveira Dantas; STRIEDER, Roseline Beatriz. Educação CTS e Engajamento dos(as) alunos(as): desafios para a sala de aula. In: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2019, Natal. **Anais...** Natal, 2019, p. 1-8.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018.

CAZARRÉ, Marieta. Brasil registra média de 78 milhões de raios por ano, diz Inpe. EBC - Empresa Brasil de Comunicação. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2017-09/brasil-registra-media-de-78-milhoes-de-raios-por-ano-diz-inpe>>. 2017. Acesso em: 08 fev. 2020.

COELHO, Geide Rosa; AMBRÓZIO, Rosa Maria. O ensino por investigação na formação inicial de professores de Física: uma experiência da Residência Pedagógica de uma Universidade Pública Federal. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Belo Horizonte, v. 36, n. 2, p. 490-513, 2019.

COELHO, Rafael Furtado. **O estudo sobre os benefícios e riscos das radiações com enfoque CTS articulado à perspectiva investigativa**: um projeto de Ensino desenvolvido no IFES Cachoeiro de Itapemirim. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade de Federal do Espírito Santo, Vitória, 2019.

ENGLE, Randi; CONANT, Faith. Guiding Principle for Fostering Productive Disciplinary Engagement: explaining an emergent argument in a community of learners classroom. **Cognition and Instruction**, v. 20, n. 4, p. 399-484, 2002.

FARIA, Alexandre Fagundes; VAZ, Arnaldo de Moura. Engajamento de estudantes em investigação escolar sobre circuitos elétricos simples. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 21, p. 1-28, 2019.

FREDRICKS, Jennifer; BLUMENFELD, Phyllis; PARIS, Alison. School engagement: potential of the concept, state of the evidence. **Review of Educational Research**, Pittsburgh, v. 74, n. 1, p. 59-109, 2004.

GENOVESE, Cinthia Leticia de Carvalho Roversi; GENOVESE, Luiz Gonzaga Roversi; CARVALHO, Washington Luiz Pacheco de. Questões sociocientíficas: origem, características, perspectivas e possibilidades de implementação no ensino de Ciências a partir dos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Revista de Educação em Ciências e Matemática**, Belém, v.15, n. 34, p. 05-17, 2019.

JULIO, Josimeire; VAZ, Arnaldo; FAGUNDES, Alexandre. Atenção: alunos engajados - análise de um grupo de aprendizagem em atividade de investigação. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 17, n. 1, p. 63-81, 2011.

MARQUES, Amanda Cristina Teagno Lopes; MARANDINO, Martha. Alfabetização científica, criança e espaços de educação não formal: diálogos possíveis. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 44, e170831, p. 1-19, 2018.



PEDRETTI, Erminia. Septic tank crisis: A case study of science, technology and society education in an elementary school. **International Journal of Science Education**, Ontario, v. 19, n.10, p. 1211-1230. 1997.

PEDROSO, Marcos Azevedo. **As contribuições da articulação entre o ensino por investigação e o enfoque CTS para o desenvolvimento de conceitos de física moderna no ensino médio**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade de Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; BAZZO, Walter Antônio. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. **Ciência & Educação (UNESP)**, Bauru, v. 13, p. 71-84, 2007.

RATCLIFFE Mary; GRACE Marcus. **Science education for citizenship: teaching socioscientific issues**. Maidenhead: Open University Press, 2003.

SADLER, Troy. Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 41, n. 5, p. 513-536, 2004.

SADLER, Troy. Situated learning in science education: socioscientific issues as contexts for practice. **Studies in Science Education**, v. 45, n. 1, p. 1-42, 2009.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Contextualização no ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, Campinas, v. 1, p. 1-12, 2007.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 191-218, 2016.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: relações entre Ciências da natureza e escola. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. esp., p. 49–67, 2015.

SASSERON, Lucia Helena. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, p. 1061-1085, 2018.

SASSERON, Lucia Helena. Práticas constituintes de investigação planejada por estudantes em aula de ciências: análise de uma situação. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 23, p. 1-17, 2021.

SASSERON, Lucia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SASSERON, Lucia Helena; DUSCHL, Richard. Ensino de Ciências e as Práticas epistêmicas: o papel do professor e o engajamento dos estudantes. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 21, p. 52-67, 2016.

SOUZA, Tadeu Nunes de. **Engajamento disciplinar produtivo e o ensino por investigação: estudo de caso em aulas de física no ensino médio**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

ZEIDLER, Dana; SADLER, Troy; SIMMONS, Michael; HOWES, Elaine. Beyond STS: a research-based framework for socioscientific issues education. **Science Education**, v. 89, n. 3, p. 357-377, 2005.