

Engajamento Cognitivo na Física em Função de Conduas dos Alunos Durante Investigaçãõ em Grupo

Cognitive Engagement in Physics as Function of Conduct of Students During Investigation in Group

Alexandre Fagundes Faria, Colégio Técnico, Universidade Federal de
Minas Gerais, affaria@ufmg.br

Arnaldo de Moura Vaz, Colégio Técnico, Universidade Federal de Minas
Gerais, arnaldo@coltec.ufmg.br

Resumo

Pesquisamos o engajamento de estudantes do Ensino Médio durante o desenvolvimento de uma atividade investigativa em grupo. A coleta de dados consistiu em gravações de áudio e vídeo de um grupo de três estudantes numa atividade sobre circuitos elétricos na primeira série do Ensino Médio. O artigo foi organizado a partir de descrições analíticas do processo de resolução dessa atividade. Nos referenciamos no conceito de engajamento e numa lista de indicadores de engajamento. Destacamos e interpretamos elementos contextuais que exerceram influência sobre o engajamento dos estudantes.

Palavras-chave: Engajamento; Atividades Investigativas; Grupos; Ensino de Física.

Abstract

We conducted an study about high school student's engagement during the development of an investigative activity in group. Data collection consisted in audio and video recordings of a group of three students in an activity about electrical circuits in a first grade of secondary school. The study was organized from analytical descriptions of the resolution process of this activity. This descriptions was referenced in the concept of engagement and in a list of engagement's indicators. We appointed and interpreted the influence of the context on student's engagement.

Key Words: Engagement; Investigation activity; Work group; Teaching of Physics.

Introdução

Discussões sobre o laboratório escolar e as atividades práticas no Ensino de Ciências estão em pauta há vários anos (BORGES, 2002; HODSON, 1988; HOFSTEIN e LUNETTA, 1982, 2004; WHITE, 1996). O desenvolvimento de atividades práticas no Ensino de Ciências, no laboratório ou fora dele, tem sido descrito e analisado sob diferentes enfoques e a partir de diferentes conceitos e referenciais teóricos (HOFESTEIN, SHORE, KIPNIS, 2004; JULIO E VAZ, 2007; KIPNIS E HOFSTEIN, 2007; WOLF E FRASER, 2008).

No contexto dessas discussões, há trabalhos que sugerem a estruturação do laboratório escolar em torno de atividades investigativas (BORGES, 2002; HOFSTEIN e LUNETTA, 2004).

Atividades investigativas são compostas por problemas abertos ou desafios práticos propostos através de roteiros mais flexíveis ou mesmo sem roteiro definido, o que confere aos estudantes maior autonomia para sua resolução. Tais problemas não apresentam soluções imediatas possíveis de serem alcançadas com simples aplicação de fórmula ou algoritmo de resolução (BORGES, 2002).

Em função de seu caráter desafiador, as atividades de investigação têm o potencial de estimular a colaboração e de promover o *engajamento emocional, comportamental e cognitivo* dos estudantes durante o processo de resolução dos problemas. Outros benefícios trazidos pelas atividades investigativas como estimular o uso de estratégias específicas de aprendizagem, estimular discussões entre estudantes e promover a aprendizagem de conceitos e ideias da Ciência são apontados por pesquisas da área (HOFESTEIN, SHORE, KIPNIS, 2004; JULIO E VAZ, 2007; KIPNIS E HOFSTEIN, 2007; WOLF E FRASER, 2008).

O engajamento é um conceito que se refere à relação que o estudante estabelece com as atividades escolares que lhes são propostas. Essa relação é influenciada pela interação entre o estudante e o contexto no qual a atividade ocorre. O engajamento é dito maleável, pois alterações no contexto implicam em alterações dos níveis de engajamento (FREDRICKS, BLUMENFELD e PARIS, 2004).

De acordo com Fredricks, Blumenfeld e Paris (2004), o engajamento é um conceito multidimensional que envolve as dimensões comportamental, emocional e cognitiva. O *engajamento comportamental* relaciona-se à participação e ao envolvimento dos estudantes em atividades escolares bem como às condutas positivas empreendidas pelos estudantes durante a resolução dessas atividades. O *engajamento emocional* envolve as reações afetivas e emocionais dos estudantes diante das atividades, dos sujeitos e de outros elementos que compõe o ambiente escolar. O *engajamento cognitivo* relaciona-se ao investimento psicológico do estudante na aprendizagem. Ele é marcado pelo esforço empreendido para atingir níveis mais elevados de compreensão sobre determinado assunto.

Nas áreas de Educação e de Psicologia são comuns os trabalhos que investigaram a influência de elementos contextuais sobre o engajamento dos estudantes. O suporte do professor, as relações estabelecidas entre colegas de classe, a estrutura da sala de aula, o estímulo à autonomia e as características das atividades estão entre os elementos contextuais pesquisados (FINN, PANNOZZO e ACHILES, 2003; KINDERMANN, 2007; MARKS, 2000; SKINNER e BELMONT, 1993; TURNER *et al.*, 1998).

Na área de Ensino de Ciência é pequeno o número de pesquisas que lidam com o conceito de engajamento quando comparado à área de Psicologia. As que encontramos se ocupam em investigar o engajamento de estudantes em situações de ensino-aprendizagem específicas (BORGES, JULIO E COELHO, 2005; JULIO, VAZ e FARIA, 2011; MILNE e OTIENO, 2007; MOREIRA e PONTELO, 2009). As motivações e os contextos em que esses estudos foram conduzidos são bastante diversos.

Neste trabalho, nosso objetivo foi pesquisar o engajamento de estudantes da primeira série do Ensino Médio que, em grupo, desenvolveram um atividade investigativa sobre circuitos elétricos. Estruturamos nosso estudo a partir de descrições analíticas do processo de resolução da atividade com foco na maneira como os estudantes se relacionaram com os problemas propostos e nas discussões dos estudantes entre si e com o professor. A partir dessa descrição, destacamos e interpretamos a influência de elementos contextuais sobre o engajamento dos estudantes no processo de resolução.

Delineamento Metodológico

Contexto da Pesquisa

Acompanhamos um grupo composto por três meninos da primeira série do ensino médio de uma escola pública federal de Belo Horizonte durante uma atividade de investigação. Cuidamos de atribuir nomes fictícios aos participantes a fim de garantir o anonimato.

A atividade desenvolvida introduziu o conteúdo de eletricidade. Ela pode ser descrita a partir dos três episódios que a compõe. Adotamos a definição de episódio proposta por Mortimer et al. (2007): “[...] *um conjunto coerente de ações e significados produzidos pelos participantes em interação, que tem início e fim claros e que pode ser facilmente discernido dos episódios precedentes e subsequentes*”.

Episódio 1 – Montagem de um circuito simples com uma lâmpada: Os estudantes foram solicitados a montar circuitos simples com apenas uma lâmpada, fios e uma pilha elétrica. Eles deveriam desenhar esses três itens nas situações em que a lâmpada acendeu e também naquelas em que ela não acendeu. Além disso, eles deveriam explicar por que alguns circuitos funcionaram e outros não funcionaram.

Episódio 2 – Pilhas de tamanhos diferentes e o brilho da lâmpada: Os estudantes deveriam prever, observar e explicar o brilho de uma lâmpada quando ligada a pilhas de tamanhos diferentes, ambas de 1,5 Volts.

Episódio 3: Montagem de circuitos simples com duas lâmpadas: Solicitou-se a montagem de circuitos com duas lâmpadas. Os estudantes deveriam desenhar os circuitos que funcionaram e os que não funcionaram. Eles também deveriam prever, observar e explicar o que ocorreria com o brilho da outra lâmpada do circuito caso uma delas fosse queimada ou desligada.

Estratégias de Coleta e Análise dos Dados

Observamos e filmamos o grupo de estudantes durante o desenvolvimento da atividade. Posicionamos uma câmera no fundo da sala de modo a enquadrar o grupo e colocamos um gravador de áudio sobre a bancada para garantir a qualidade da gravação das interações verbais. Durante o processo de filmagem, um de nós permaneceu na sala e tomou nota em um diário de campo de acontecimentos que chamaram a atenção.

Para começar a análise do material coletado, assistimos as gravações continuamente. Observamos como os estudantes se relacionaram com a atividade proposta, a organização deles durante o processo de resolução dos problemas que compuseram a atividade, as discussões dos estudantes entre si e as discussões dos estudantes intermediadas pelo professor. Fizemos anotações de acontecimentos que julgamos como indícios de engajamento dos estudantes, de maneira semelhante ao que fizemos durante a observação em sala de aula. A cada anotação, registramos o tempo de gravação correspondente.

Na segunda e na terceira vez em que assistimos aos vídeos verificamos a coerência das anotações realizadas e incluímos novas anotações sobre fatos que passaram despercebidos na primeira. Quando necessário, pausamos, avançamos ou retrocedemos o vídeo.

De posse dessas anotações, tivemos um panorama geral do desenvolvimento da atividade pelos estudantes. Contrastamos essas anotações às anotações feitas no diário de campo. Em caso de dúvida ou divergência, tornamos a assistir aos vídeos.

Analisamos essas anotações em busca de indicadores de *engajamento comportamental* e de *engajamento cognitivo* dos estudantes durante a resolução dos problemas. Selecionamos as anotações que continham os indicadores que julgamos relevantes e procedemos à transcrição da sequência de turnos de fala correspondente a essas anotações. As anotações também foram utilizadas na construção de quadros informativos sobre o processo de resolução dos problemas. As principais ações foram representadas no mapa por marcadores de ação.

Indicadores de Engajamento

A investigação do engajamento dos estudantes na atividade foi baseada em indicadores apresentados por Fredricks, Blumenfeld e Paris (2004) e em categorias analíticas para avaliação da qualidade das discussões em grupo (MERCER, 1995).

Segundo Fredricks, Blumenfeld e Paris (2004), o *engajamento comportamental* está relacionado a um dos seguintes aspectos: (i) condutas positivas dos estudantes; (ii) envolvimento dos estudantes com a aprendizagem e com as tarefas acadêmicas; (iii) participação em grupos e comissões escolares, por exemplo, equipe de atletismo ou colegiado escolar. Focamos nas duas primeiras definições e trabalhamos com os seguintes indicadores:

- Respeito às regras e normas do grupo e da classe como um todo;
- Respeito às opiniões, sugestões e ideias dos colegas;
- Esforço, persistência, concentração e atenção na resolução dos problemas;
- Contribuição para as discussões no grupo.

Os indicadores de *engajamento cognitivo* são baseados em estratégias, ações e formas de se relacionar com a atividade do ponto de vista da aprendizagem. Trabalhamos com os seguintes:

- Uso de estratégias de aprendizagem como resumo, elaboração de modelos explicativos e analogias para organizar e compreender o que se estuda;
- Investimento cognitivo para compreensão de relações, conceitos e ideias relacionadas aos problemas propostos;
- Esforço direcionado para o aperfeiçoamento do que já sabe ou para o desenvolvimento de habilidades;
- Flexibilidade na resolução dos problemas e superação diante das falhas e das tentativas de resolução mal sucedidas.

Também buscamos indícios de engajamento cognitivo dos estudantes nas características das discussões empreendidas no processo de resolução dos problemas da atividade. Trata-se de uma estratégia complementar. A qualidade das discussões entre os membros de um grupo foi avaliada a partir do seguinte sistema de categorias proposto por Mercer (1995):

Quadro 1: Categorias para análise das discussões entre estudantes.

Categoria	Descrição
<i>Discussão competitiva</i>	Os estudantes não conseguem chegar a um acordo sobre os problemas e as tomadas de decisão são individualizadas. São poucas as iniciativas de articular as capacidades dos indivíduos a favor do grupo, de oferecer críticas construtivas ou sugestões. Geralmente, o discurso dos estudantes é marcado por asserções e contra asserções.
<i>Discussão cumulativa</i>	Os estudantes contribuem de maneira positiva, mas acrítica nos assuntos surgidos no grupo. A discussão é usada para construir um “ <i>conhecimento comum</i> ” através da acumulação. Repetições, confirmações e elaborações marcam esse tipo de discussão.
<i>Discussão exploratória</i>	Marcada pelo engajamento crítico e construtivo dos estudantes nas ideias apresentadas no grupo. As afirmações, sugestões, planos, ideias e argumentos são discutidos conjuntamente. É possível que, nesse tipo de discussão, apareçam desafios e contra desafios entre os estudantes, mas esses são justificados e levam a uma redefinição das ideias e do trabalho do grupo. O raciocínio dos estudantes, geralmente, é mais acessível aos observadores.

Avaliamos a qualidade das discussões no grupo para obter indícios sobre o engajamento de seus integrantes. Como as discussões do grupo são formadas por contribuições de cada indivíduo que o compõe, temos a oportunidade de verificar se há ou não um investimento cognitivo desse indivíduo voltado para a aprendizagem.

Assumimos que só quando um estudante está engajado cognitivamente ele consegue ou se dispõe a utilizar a linguagem como um modo social de pensamento, como um meio através do qual ele pensa e aprende juntamente com seus parceiros de grupo. Quando um estudante expõe sua compreensão sobre um conceito ou fenômeno, por exemplo, ele busca tanto se certificar do que compreendeu quanto compartilhar sua compreensão com os colegas. Assim, ele permite que suas ideias sejam avaliadas, discutidas e validadas por seus parceiros. Nesse processo, o estudante torna seu raciocínio público. Por isso, assumimos que as *discussões exploratórias* são alcançadas por aqueles com alto *engajamento cognitivo* na atividade.

Não descartamos a possibilidade de que em um grupo que empreende *discussões competitivas* ou *cumulativas* haja estudantes cognitivamente engajados. Porém, somente a avaliação das características dessas discussões não nos permite inferir com segurança sobre o *engajamento cognitivo* de cada estudante.

Resultados e Discussão

Neste trabalho, apresentamos apenas dados do grupo 2 (G2) que era formado por três estudantes: André, Renato e Valter. André e Renato demonstraram ser vaidosos e bastante agitados. Valter mostrou-se tímido e introspectivo.

Os três membros desse grupo aparentemente demonstraram bom engajamento comportamental: os escolhemos para analisar, exatamente porque durante a gravação os três pareceram participativos e interessados na atividade. Ao adotarmos os indicadores sugeridos por Fredricks, Blumenfeld e Paris (2004) e as categorias de Mercer (1995) para classificar discussões em grupo, no entanto, nos demos conta de que os alunos não estiveram tão engajados assim. Apresentamos a seguir, tanto dados que provam seu engajamento, quanto dados que provam falta de engajamento.

No quadro 2 apresentamos uma súmula do primeiro episódio da atividade, em que os estudantes deveriam montar circuitos com uma lâmpada, uma pilha e fios. Os eventos elencados nesse dão uma visão geral do desenvolvimento do primeiro episódio. Fizemos generalizações a partir da análise desses eventos pois eventos semelhantes a esses foram observados no restante do tempo da aula.

QUADRO 2: Ações empreendidas pelos estudantes do grupo G2 durante o episódio 1

-
1. Os alunos tentaram acender a lâmpada.
 2. André pediu a Renato ajuda para conectar os fios à lâmpada.
 3. Valter propôs uma maneira de ligar a lâmpada às pilhas, mas foi depreciado pelos colegas.
 4. Renato passou a ajudar André a acender a lâmpada. Eles planejaram como fazer.
 5. O professor lembrou a turma que todos os circuitos montados deveriam ser desenhados.
 6. Valter tornou a ajudar os colegas a fazer as ligações.
 7. Os estudantes conseguiram acender a lâmpada.
 8. André tentou ligar a lâmpada à pilha com apenas um fio.
 9. O prof. pediu aos alunos que observassem uma lâmpada incandescente e explicassem seu funcionamento.
 10. Renato brincou que não conseguiram fazer um circuito errado. O professor os desafiou a mostrar uma maneira de ligar o circuito incorretamente.
 11. Os alunos discutiram como é a constituição de uma lâmpada.
-

Do ponto de vista do envolvimento com a atividade, temos boas evidências de que os

estudantes se engajaram comportamentalmente em todos os episódios. Os três garotos demonstraram persistência e atenção durante a maior parte do tempo. Eles observaram os problemas propostos e tentaram solucioná-los. Todos se empenharam em participar do processo de montagem dos circuitos elétricos. Notamos também que cada estudante tentou sistematizar o que fez por meio de anotações no caderno. Os marcadores 2, 3, 4, 6, 8 e 11 do quadro 2 nos dão uma dimensão desse envolvimento.

Por outro lado, do ponto de vista das condutas positivas, temos evidências de falta de *engajamento comportamental*. Verificamos que os estudantes tiveram dificuldades de ouvir as opiniões e questionamentos uns dos outros. Eles foram individualista, contrariando a demanda de uma organização colaborativa para o desenvolvimento da atividade. Em diversos momentos, as contribuições de Valter foram depreciadas pelos colegas. Esse não foi um acontecimento isolado. O marcador de ação 3 do quadro 2 exemplifica esse fato. Apesar da dificuldade de ser ouvido, Valter não deixou de se envolver com a atividade.

Os marcadores 2 e 4 indicam que André e Renato trabalharam mais próximos um do outro. Porém, notamos que entre eles havia um clima de competição, aparentemente, motivada pela busca da liderança do grupo. Por essa razão, em vários momentos, esses alunos não ouviram ou respeitaram a opinião um do outro.

O alto *engajamento comportamental* dos três estudantes, tendo em vista o envolvimento com a atividade, parece ter contribuído para reduzir as tensões produzidas pela competição entre André e Renato e pelo desrespeito às ideias e propostas de resolução surgidas no grupo. Graças a isso, os integrantes de G2 conseguiram finalizar a atividade no tempo da aula.

Os indicadores de engajamento que observamos a partir das gravações nos dão evidências de que Valter conseguiu se engajar cognitivamente no primeiro e no terceiro episódios da atividade. O fato dele ter ficado de fora da competição travada por André e Renato pode ter dado condições de direcionar seu esforço para a compreensão dos circuitos. Nossos dados não nos permitiram obter evidências de *engajamento cognitivo* de Valter no segundo episódio, pois o aluno apresentou baixo número de interações verbais e as interações não verbais não foram esclarecedoras.

André e Renato se engajaram cognitivamente em momentos isolados. No entanto, na maior parte do tempo, a competição entre eles parece ter consumido tempo e esforço, deixando a discussão sobre os circuitos elétricos montado em segundo plano. Aliás, essa foi outra dificuldade do grupo: os estudantes priorizaram a montagem dos circuitos e não deram a devida atenção à explicação dos mesmos, o que evidencia baixo *engajamento cognitivo*.

Nos parágrafos acima, apresentamos de maneira geral os resultados sobre o engajamento dos estudantes na atividade. A seguir, detalharemos esses resultados e apresentaremos evidências que reforçam o que dissemos.

A sequência de turnos seguinte (E1.1 a E1.26) pertence ao primeiro episódio da atividade. Nela, os alunos tentam ligar a lâmpada à pilha.

E1.1. André: Encosta aqui. A lâmpada.

E1.2. Renato: Eu sei o que você está tentando fazer.

E1.3. André: O Renato quer tentar sozinho... Vai.

[Breve silêncio]

E1.4. André: Calma, Renato.

E1.5. Renato: André, espera aí. Me empresta...

E1.6. André: Eu encosto!

E1.7. Renato: Não! Faz o seguinte: você segura um dos negócios que eu cuido aqui.

E1.8. André: Vai.

E1.9. Valter: Desse lado não, Renato.

E1.10. Renato: Tem que encostar o ferrinho preto da lâmpada. [refere-se a um dos contatos da lâmpada]

E1.11. André: Espera aí! [Valter tentou pegar os materiais]

E1.12. Renato: Tem que criar um circuito!

E1.13. Valter: Renato, segura aqui. E esse daqui, aqui. [indica os pontos de ligação dos componentes do circuito]
E1.14. Renato: Tem que criar um circuito.
E1.15. Valter: Espera aí... Espera aí! Bota aí. Segura esse da pilha aqui.
E1.16. André: Você lembra que a gente já fez isso no CP? Você lembra? [Perguntou para Renato]
E1.17. Valter: Segura aí.
E1.18. Renato: Vai precisar dos três componentes do grupo.
E1.19. André: [Inaudível].
E1.20. Renato: Vai! Segura as coisas aí, André.
E1.21. André: Não é assim não... Não é assim não.
E1.22. Valter: É aqui, ó.
E1.23. André: Não é assim não!
E1.24. Renato: Tem que ser uma coisinha pequetinha aí.
E1.25. André: Não é assim não.
E1.26. Renato: Acendeu! Aí!

Essa sequência de turnos reforça o que dissemos anteriormente sobre o *engajamento comportamental* dos estudantes. Ela oferece evidências de alto envolvimento de todos com a tarefa de montar um circuito com uma pilha e lâmpada. Ela também evidencia a competição entre André e Renato e o desrespeito as ideias e propostas apresentadas no grupo.

Nos turnos E1.1 a E1.8, André e Renato pegaram os materiais e fizeram tentativas de ligação sem a participação de Valter. Esses turnos também são representativos do tipo de disputa travada por André e Renato. A relação entre os dois envolveu certa dose de agressividade. Houve momentos em que um puxou os materiais das mãos do outro. Interpretamos isso como uma busca inconsciente pela liderança do grupo.

É importante que todo grupo tenha um líder que coordene, oriente e valorize as contribuições de seus membros. O problema enfrentado por G2 foi que André e Renato não souberam administrar o desejo pela liderança. Isso gerou inúmeros conflitos durante a realização da atividade que dificultaram a colaboração para a resolução dos problemas e, como veremos, empobreceu algumas situações de aprendizagem.

Em E1.7., Renato propôs um sistema de trabalho que envolveu André. Essa atitude possibilitou a administração momentânea dos conflitos, criou condições favoráveis a participação dos três estudantes e contribuiu para o avanço do grupo. Porém, condições como essa não foram comuns.

A partir do turno E1.7, Valter percebeu uma oportunidade de fazer parte do processo de resolução dos problemas. Apesar de ter se mantido afastado do início da discussão, ele ficou atento ao que os colegas fizeram. Nos turnos E1.9 e E1.13, Valter indicou a maneira correta de ligar os fios. Apesar de terem amenizado a disputa entre si, André e Renato não conseguiram prestar atenção no que o colega dizia. Nos turnos E1.13 e E1.15, Valter mostrou com gestos como deveria ser as ligações. Ele continuou a ser ignorado pelos colegas como indica o turno E1.16, em que André desviou o rumo da conversa. Nos turnos E1.17 e E1.22, Valter tornou a sugerir como as ligações deveriam ser feitas. Finalmente, Renato deu atenção ao que Valter disse. Ele ajudou a operacionalizar a proposta de montagem, apesar da resistência de André.

As contribuições de Valter são, em nossa avaliação, indícios de que o estudante se engajou cognitivamente: ele acompanhou com atenção o processo de montagem dos circuitos iniciado por André e Renato e interveio de modo a sinalizar a maneira correta de ligar os componentes. Ele fez sugestões precisas de como os circuitos deveriam ser montados. Essas ações requerem avaliação e investimento cognitivo na situação estudada. Situações semelhantes a essa, em que Valter se engajou cognitivamente, ocorreram também no terceiro episódio quando os estudantes tentaram montar os circuitos com duas lâmpadas.

Nos turnos E1.12 e E1.14, há indícios de que Renato também se engajou cognitivamente no processo de montagem do circuito, ainda que brevemente. O aluno recorreu ao conceito de circuito elétrico na tentativa de orientar e organizar o trabalho do grupo. No entanto, a

ansiedade em liderar o processo de montagem parece ter dificultado o investimento cognitivo necessário à compreensão e explicação do circuito.

A sequência E1.1 a E1.26 pode ser categorizada como uma *discussão competitiva*, que foi recorrente e representa bem a maior parte das discussões empreendidas pelo grupo nessa atividade. Elas foram marcadas por uma série de afirmações e contra afirmações, por frases curtas e por frases de comando utilizadas com frequência e de maneira sobreposta.

Esse tipo de discussão não é característica de grupo de alunos engajados no nível cognitivo. Contudo, reconhecemos que alunos engajados cognitivamente podem participar deste tipo de discussão, como ocorreu com Valter. Ele conseguiu se manter engajado cognitivamente, pois se manteve fora da disputa entre André e Renato.

André e Renato tiveram dificuldades de se engajar cognitivamente na resolução dos problemas, pois empreenderam mais esforço no processo de competição pela liderança do processo de resolução do que para discutir como resolvê-los. Em nenhum momento, eles demonstraram empenho em propor e discutir as estratégias de trabalho que tinham em mente. O mesmo ocorreu com as ideias que ambos tinham sobre os fenômenos e conceitos estudados.

Os três estudantes desse grupo parecem ter atribuído grande valor à tarefa de acender as lâmpadas, mas não conseguiram conciliar essa tarefa com a necessidade de explicação dos circuitos montados. Porém, não temos evidências de que os estudantes não compreenderam que a explicação dos circuitos montados era um dos objetivos da atividade. Possivelmente, eles perceberam esse objetivo, mas não conseguiram estabelecer um sistema de trabalho que privilegiasse a discussão do funcionamento dos circuitos. O ambiente no grupo não era favorável a isso.

A seguir, apresentamos a continuação da transcrição iniciada. Essa sequência de turnos evidencia que Valter tentou compreender o funcionamento dos circuitos, mesmo sem conseguir participar ativamente das discussões do grupo. Essa situação ocorreu no episódio 1. Ela corresponde ao marcador de ação 8, apresentado no quadro 2.

E1.27. André: Eu sei como acende a lâmpada com uma pilha só. [Refere-se a possibilidade de Acender a lâmpada com uma pilha e um único fio].

E1.28. Renato: Eu também sei.

E1.29. André: Encosta aqui, Valter. Você tem que me ajudar a encostar aqui. Era mais fácil com um fio...

E1.30. Valter: Ô, André...

E1.31. André: Encosta aqui! Eu vou tentar fazer com uma pilha só. Com um fio só.

E1.32. Renato: [Inaudível].

E1.33. André: Tem que fazer com um fio só!

E1.34. Renato: Onde falou que tem que fazer com um fio só?

E1.35. André: Mas eu vou conseguir fazer com um fio só.

E1.36. Renato: Você vai desenhar. Se o André fizer errado, ele vai desenhar sozinho.

E1.37. Valter: E como é que vai passar...?

E1.38. André: Viu? Fraquinho. Eu sou o cara!

Enquanto André tentou acender a lâmpada utilizando apenas um fio, Valter tentou compreender como a corrente elétrica poderia circular no circuito com essa condição. Em E1.30, Valter quis perguntar algo, provavelmente sobre o funcionamento do circuito que André tentou montar. Em E1.37, novamente Valter tentou perguntar algo. Dessa vez, podemos inferir com maior segurança que Valter quis entender qual o caminho que a corrente elétrica percorreria no circuito montado. Isso é um indicador que Valter se esforçou cognitivamente para compreender a situação estudada, além de simplesmente querer fazer a lâmpada acender. Houve um esforço direcionado para a aprendizagem do funcionamento do circuito.

Como já dissemos, embora os resultados acima tenham como referência o episódio 1, podemos generalizá-los para os demais episódios. Por outro lado, o episódio 2 difere dos demais por ter sido caracterizado por uma intervenção mais sistemática do professor junto ao grupo. Por isso, decidimos apresentar os resultados de nossa análise sobre esse episódio.

Os turnos a seguir correspondem ao início do segundo episódio, quando apenas André havia se inteirado sobre o problema proposto. Tal problema consistia na previsão, observação e comparação do brilho de uma lâmpada quando ligada a pilhas de tamanhos diferentes.

- E2.1. Professor: Com qual pilha brilha mais?
E2.2. André: Com a grande.
E2.3. Professor: Com a pilha grande ou com a pequena?
E2.4. André: Com a grande.
E2.5. Professor: Por que brilha mais com a grande?
E2.6. Renato: Porque a voltagem dela é maior?
E2.7. André: Não. A voltagem dela é a mesma. É porque tem mais elétrons liberados.
E2.8. Professor: Tá. Agora, brilha mais mesmo? Vocês fizeram ali?
E2.9. André: Humhum!
E2.10. Renato: Acho que brilha a mesma coisa, André.
E2.11. André: É porque a pilha está fraca.
E2.12. Renato: Não. Acho que brilha a mesma coisa, André.
E2.13. Professor: Ô, gente! Experimenta trabalhar junto. Alguém ajuda ele lá. [ajuda para montar o circuito]

Novamente, o desacordo entre André e Renato empobreceu uma potencial situação de aprendizagem. A disputa entre os dois estudantes impediu que o investimento cognitivo de cada um fosse orientado para a compreensão dos problemas propostos e para a aprendizagem dos fenômenos observados. O exemplo disso foi a incapacidade de André e Renato conduzirem *discussões exploratórias* no grupo, intermediadas pelo professor, a fim de solucionar os problemas propostos.

André previu que a pilha grande faria a lâmpada brilhar mais do que a pilha pequena. Mesmo tendo observado que o brilho era o mesmo, ele não tentou formular uma explicação para o que observou e se manteve fiel à sua expectativa inicial. Parece ter sido mais confortável pensar que a pilha estava descarregada (E2.11). Havia várias pilhas à disposição para testar essa hipótese, mas isso não foi feito. Tomamos essa falta de persistência em compreender a situação estudada como evidência de baixo *engajamento cognitivo* na resolução do problema.

Renato fez a mesma previsão que André. Inicialmente, ele achou que a pilha maior tinha maior diferença de potencial. Ao saber que essa característica era a mesma para as duas pilhas, ele não hesitou em afirmar que o brilho seria o mesmo (E2.10). A certeza com que Renato afirmou que o brilho da lâmpada não seria alterado nos leva a inferir que ele relacionou a diferença de potencial aplicada ao circuito e a corrente elétrica estabelecida no mesmo. Isso é uma evidência de *engajamento cognitivo*.

Os turnos acima também evidenciam, mais uma vez, a falta de *engajamento comportamental* do ponto de vista de condutas positivas. André e Renato não souberam ouvir o que o outro tinha a dizer e nem se esforçaram para esclarecer o entendimento sobre os fenômenos um para o outro. André não se esforçou em compreender a afirmação de Renato no turno E.10. e Renato não argumentou sobre sua afirmação. Não houve, por parte dos estudantes, um esforço para discutir a discordância entre as ideias apresentadas. Isso minou a manutenção do *engajamento cognitivo* de Renato e impediu que André se engajasse cognitivamente.

Em E2.13., o professor notou a dificuldade dos estudantes em se organizarem e coordenarem as ações empreendidas para solucionar os problemas. Ele sugeriu que os estudantes trabalhassem juntos e repetissem a experiência. Após a repetição, o professor continuou:

- E2.14. Professor: Qual que brilha mais?
E2.15. André: Acho que é mesma coisa.
E2.16. Renato: A mesma coisa.
E2.17. Professor.: É de se esperar isso?
E2.18. André: Era. Porque a diferença de potencial é a mesma. É 1,5V nas duas.
E2.19. Professor: O quê vocês acham?
[Silêncio]
E2.20. Professor: Vocês esperavam o quê?
E2.21. André: Que com a grande ia brilhar mais.
E2.22. Professor: Achavam que ia brilhar mais com a pilha grande. Por quê?
E2.23. André: Eu achava que ia liberar mais elétrons do que a pilha pequena.
E2.24. Professor: O que tem a ver o fato de ter a mesma voltagem?

E2.25. André: Eu acho que a pilha grande não tem a mesma voltagem não. Ela tem menos diferença de potencial, da pequena para a grande, por que a grande tem mais... Eu acho que é um reagente químico. Que libera elétrons. Aí tem mais. Aí a pilha grande dura mais que a pequena.

E2.26. Professor: Se libera mais elétrons ela deveria fazer a lâmpada brilhar mais, não é?

E2.27. André: Não.

A mesma questão apresentada pelo professor nos turnos E2.1 e E2.8, foi recolocada no turno E2.14. Dessa vez, a discussão se restringiu a André e o professor, mesmo após a tentativa do professor de envolver Renato e Valter na conversa (E2.19).

A ausência de uma discussão entre os membros do grupo sobre as características e o funcionamento da pilha resultou na dificuldade de entendimento da situação estudada. André parece não ter refletido sobre a relação entre a diferença de potencial aplicada ao circuito e a corrente elétrica estabelecida no mesmo. Sua fala em E2.18 sugere uma repetição das ideias que apareceram na sequência de turnos E2.1 a E2.13. O professor percebeu esse fato, o que o levou ao questionamento apresentado no turno E2.24. Logo em seguida, a fala de André demonstrou sua incompreensão sobre as características das pilhas e a persistência da dificuldade de compreender a divergência entre a previsão e a observação sobre o brilho da lâmpada. Tomamos isso como um indício da dificuldade do estudante se engajar cognitivamente na atividade. Inferimos que a organização do grupo e o tipo de interação estabelecida entre seus membros contribuíram para essa dificuldade.

Conclusão

Descrevemos e analisamos o *engajamento comportamental* e o *engajamento cognitivo* de estudantes do Ensino Médio durante uma atividade investigativa de Física em grupo. A pesquisa se deu através da observação de como os estudantes se relacionaram com a atividade, da organização deles durante o processo de resolução dos problemas, das discussões dos estudantes entre si e das discussões dos estudantes intermediadas pelo professor. Recorremos à definição de engajamento proposta por Fredricks, Blumenfeld e Paris (2004), a partir de uma extensa revisão de literatura sobre o tema. A análise do engajamento foi realizada a partir de indicadores relacionados por esses autores e de categorias analíticas propostas por Mercer (1995).

Destacamos três elementos contextuais que influenciaram os níveis de engajamento dos estudantes na atividade: As relações entre colegas de grupo, a relação dos estudantes com os objetivos da atividade e o suporte do professor aos estudantes.

As relações entre os integrantes de G2 exerceram grande influência sobre os níveis de engajamento. Todos se envolveram com as atividades propostas. Porém, não se preocuparam em manter um padrão de condutas positivas como observar a demanda de um sistema de trabalho colaborativo, saber ouvir os colegas e saber expressar suas ideias. Embora os estudantes tenham se engajado comportamentalmente do ponto de vista de envolvimento com a atividade, eles não conseguiram o mesmo do ponto de vista das condutas positivas.

Associamos a dificuldade de André e Renato em se engajarem cognitivamente na resolução dos problemas à falta de engajamento comportamental do ponto de vista das condutas positivas. A competição entre os dois empobreceu várias situações de aprendizagem, dificultando a reflexão sobre as situações e fenômenos estudados.

A maneira como Valter atuou no processo de resolução dos problemas, sobretudo nos episódios 1 e 3, evidencia engajamento cognitivo no processo de resolução. Julgamos que ele conseguiu se concentrar na tentativa de compreender os circuitos visto que não se envolveu na competição estabelecida no grupo. Possivelmente, seu engajamento poderia ter sido mais vigoroso se o ambiente no grupo fosse menos tenso e pautado pela colaboração.

O relacionamento dos estudantes com os objetivos da atividade também foi determinante na dificuldade de se engajarem cognitivamente. Eles se sentiram seduzidos e levaram a sério a tarefa de montar os circuitos. Porém, a discussão e explicação desses circuitos não foi assumida explicitamente, no nível do grupo, pelos estudantes. A tarefa de explicar poderia ter gerado ótimas situações de aprendizagem, mas ela não foi devidamente explorada. Assim, defendemos que as ações dos estudantes devem ser guiadas pelos objetivos da atividade para que eles se engajem cognitivamente e consigam aprender coisas importantes.

É preciso tornar claro para os estudantes os objetivos das atividades em que estão envolvidos e alertá-los para a necessidade de orientar o trabalho por esses objetivos. O papel do professor é fundamental para chamar a atenção para o que realmente importa, sempre que necessário. No entanto, essa tarefa é complexa e, por isso, corre o risco de não ser bem sucedida.

Por fim, identificamos uma característica marcante no suporte do professor ao grupo. Notamos que esse suporte privilegiou a dimensão cognitiva do engajamento dos estudantes. O professor fez questão de deixar claro os objetivos da atividade, destacou os aspectos importantes de serem explorados sobre o funcionamento dos circuitos e ajudou os estudantes a organizarem o pensamento e as ações durante o processo de resolução dos problemas. Intervenções focadas na dimensão comportamental do engajamento não foram observadas.

No grupo investigado, em que os estudantes não estabeleceram um padrão de condutas positivas, as intervenções focadas da dimensão cognitiva parecem não ter surtido o efeito desejado. Isso pode ter ocorrido em função do foco de dois dos três estudantes estar voltado para a competição estabelecida no grupo.

É possível que a predominância do suporte aos estudantes focado na dimensão cognitiva do engajamento possa estar ligada às expectativas do professor sobre os resultados de aprendizagem. Dessa forma, a tendência do professor seria direcionar suas intervenções para auxiliar os estudantes a perceberem as relações, os fenômenos e os conceitos fundamentais envolvidos na atividade prática. Contudo, não investigamos esse aspecto.

Percebemos que o trabalho em grupo composto por estudantes participativos e envolvidos com a atividade pode não garantir boas condições de aprendizagem e o engajamento cognitivo se os membros do grupo não se engajam comportamentalmente do ponto de vista das condutas positivas. Nesse tipo de grupo, nos parece essencial intervenções focadas na dimensão comportamental do engajamento.

O conhecimento do conceito e dos indicadores de engajamento pode permitir um olhar diferenciado sobre a maneira como os estudantes se relacionam com a atividade e intervenções mais acertadas sobre o contexto de desenvolvimento das mesmas. Em trabalhos futuros, estenderemos esta análise a outros grupos de alunos da mesma instituição em que os dados foram coletados. Julgamos importante investigar o engajamento em atividades com o mesmo perfil, mas em outros contextos.

Referências

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Santa Catarina, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

BORGES, O.; JULIO, J. M.; COELHO, G. R. Efeitos de um Ambiente de Aprendizagem sobre o Engajamento Comportamental, o Engajamento Cognitivo e sobre a Aprendizagem. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 5, 2005, Bauru: Associação Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2005.

- FINN, J. D.; PANNOZZO, G. M.; ACHILLES, C. M.. The “Why’s” of Class Size: Student Behavior in Small Classes. *Review of Educational Research*, v.73, n.3, p.321-368, 2003.
- FREDRICKS, J. A.; BLUMENFELD, P. C.; PARIS, A. H. School Engagement: potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research*, v. 74, n. 1, p. 59-109, 2004.
- HODSON, D. Experiments in science and science teaching. *Educational Philosophy and Theory*, v.20, n.2, p.53-66, 1988.
- HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V. N. The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research. *Review of Educational Research*, v.52, n.2, p.201–217,1982.
- HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V. N.. The laboratory in science education: foundations for twenty-first century. *Science Education*, v. 88, n. 1, p. 28-54, 2004.
- HOFSTEIN, A.; SHORE, R.; KIPNIS, M. Provide high school chemistry students with opportunities to develop learning skills in a inquiry-type laboratory: A case study. *International Journal of Science Education*, v.26, n.1, p.47-62, 2004.
- JULIO, J. M.; VAZ, A. M. Grupos de Alunos Como Grupos de Trabalho: Um Estudo Sobre Atividades de Investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 7, n. 2, 2007.
- JULIO, J. M.; VAZ, A. M.; FARIA, A. F. Atenção: alunos engajados – análise de um grupo de aprendizagem em atividade de investigação. *Ciência e Educação*, v.17, n.1, 2011.
- KINDERMANN, T. A. Effects of naturally existing peer groups on changes in academic engagement in a cohort of sixth graders. *Child Development*, v.78, n.4, p.1186-1203, 2007.
- KIPNIS, M.; HOFSTEIN, A. The inquiry laboratory as a source for development of metacognitive skills. *International Journal of Science and Mathematics Education*, v.6, n.3, p.601-627, 2007.
- MARKS, H. M. Student engagement in instructional activity: Patterns in elementary, middle and high school years. *American Educational Research Journal*, v.37, n.1, p. 153-184, 2000.
- MERCER, N. The guided construction of Knowledge: Talk amongst teachers and learners. Clevedon: Multilingual Matters, 1995.
- MILNE, C.; OTIENO, T. Understanding engagement: Science demonstrations and emotional energy. *Science Education*, v.91, n.4, p.523-553, 2007.
- MOREIRA, A. F.; PONTELO, I. Níveis de engajamento em uma atividade prática de Física com aquisição automática de dados. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 9, n. 2, 2009.
- MORTIMER, E. F. et al.. Uma metodologia para caracterizar os gêneros de discurso como tipos de estratégias enunciativas nas aulas de Ciências. In: NARDI, R. (Org.). A pesquisa em ensino de Ciências no Brasil: Alguns recortes. 1 ed. São Paulo: Escrituras, 2007.
- SKINNER, E. A.; BELMONT, M. J. Motivation in the classroom: Reciprocal effect of teacher behavior and student engagement across the school year. *Journal of Educational Psychology*, v.85, n.4, p.571-581, 1993.
- TURNER, J. C.; MEYER, D. K.; COX, K. E.; LOGAN, C.; DICINTIO, M.; THOMAS, C. T. Creating contexts of involvement in mathematics. *Journal of Educational Psychology*, v.90, n.4, p.730-745, 1998.
- WHITE, R. T. The link between laboratory and learning. *International Journal of Science*

Education, v. 18, n. 7, p. 761-774, 1996.

WOLF, S. J.; FRASER, B. J. Learning environment, attitudes and achievement among middle-school science students: Using inquiry-based laboratory activities. *Research in Science Education*, v.38, n.3, p. 321-341, 2008.