

INTERAÇÕES DISCURSIVAS SOB UMA PERSPECTIVA SÓCIO-CULTURAL NUMA ATIVIDADE EXPERIMENTAL DE ELETRODINÂMICA

DISCURSIVE INTERACTIONS FROM A SOCIO-CULTURAL PERSPECTIVE ON AN EXPERIMENTAL ELECTRODYNAMICS ACTIVITY

Rogério Gonçalves de Sousa¹
Maritana Araujo Teixeira², Márcio Aléssio Costa Sales³, Jorge Edson Amorim Dias⁴

¹UFPA/NPADC/Núcleo Pedagógico Integrado, rogeriogdesousa@yahoo.com.br

²UFPA/SEDUC-PA/EEEFM Jarbas Passarinho, maritanaat@yahoo.com.br

³UFPA, marcioalessio@hotmail.com

⁴UFPA, jomarbia@yahoo.com.br

Resumo

Neste artigo, avaliamos o movimento discursivo dos participantes de uma aula de Física, construída através de uma atividade experimental de eletrodinâmica sob uma perspectiva sócio-cultural. O episódio foi registrado em vídeo, com todas as falas transcritas, e organizado em três cenas para análise microgenética. Nossos resultados apóiam a necessidade de um adequado comportamento discursivo do professor na mediação do processo de significação especialmente para valorizar os argumentos dos estudantes, bem como a importância de estratégias de ensino que permitam tanto o diálogo entre os participantes quanto a ocorrência de resultados que possam confrontar os pontos de vista desses sujeitos.

Palavras-chave: Discurso do professor, interações discursivas, análise microgenética, atividades experimentais.

Abstract

In this work we evaluate the discursive movement of the participants of a Physics class through an experimental electrodynamic activity from a socio-cultural perspective. The episode was registered in video and all the participants' speeches were transcribed and organized in three scenes for further microgenetic analysis. Our results support the need for a suitable teaching discursive behavior in the mediation of the meaning process in order to value the students' arguments, as well as the importance of teaching strategies that allow both a dialogue among the participants and occasions in which the results could face the viewpoint of these subjects.

Keywords: Teacher speech, discursive interactions, microgenetic analysis, experimental activities.

INTRODUÇÃO

Atualmente, uma das tendências assinaladas pela pesquisa didática quanto à possibilidade de aproximar os conceitos científicos ensinados dos problemas reais do dia-a-dia dos alunos se refere ao uso de atividades experimentais em aulas de ciências (ARAÚJO; ABIB, 2003). Através destas, criam-se condições de aprendizagem a partir de um problema a ser resolvido via experimentação, resgatando-se o processo em que a questão foi elucidada com as respostas do “como” e dos “porquês”, o que envolve argumentações, reflexões, ponderações e explicações (CAPECCHI; CARVALHO; SILVA, 2000). A matriz sócio-cultural, desenvolvida a partir do referencial ideológico de Vygotsky, coaduna com esse pensamento ao sustentar que a elaboração conceitual em situação de ensino reside no domínio das práticas sociais escolares, nas quais o discurso, como mediador, tem papel crucial (FONTANA, 1993).

A consideração de que os estudantes não participam dessas práticas desprovidos de concepções próprias, usualmente referenciadas como *espontâneas, alternativas, prevalentes*, entre outras, tem sido fortemente utilizada para fundamentar modelos construtivistas de aprendizagem (BASTOS, 2002). Muitas destas propostas pretendem criar situações em que um determinado esquema de assimilação do aluno não é suficiente para resolver uma “novidade” ou que suas previsões para certo evento divergem em relação ao que observa, gerando *conflitos cognitivos*. No entanto, hoje se voltando para uma abordagem sociológica, a pesquisa em Ensino de Ciências tem assumido que o reconhecimento e a superação desses conflitos ultrapassam a *teoria da equilíbrio* de Piaget. A idéia de conflito tem se ampliado ao contemplar o contexto em que ele é gerado, sobretudo a partir das interações discursivas, como resultado da confrontação entre esquemas de sujeitos distintos, isto é, pontos de vista moderadamente divergentes; assim, o conflito é *sócio-cognitivo* (COLL, 1994).

Nesse sentido, ainda é pequeno o número de investigações que têm explicitado as diversas relações discursivas em situações de ensino, especialmente aquelas que envolvem resolução de problemas abertos através de atividades experimentais, bem como avaliado o papel discursivo do professor, como representante da cultura científica, em ocorrências nas quais os estudantes precisam alcançar entendimento significativo quanto a pontos de vista distintos (AGUIAR JUNIOR; MORTIMER, 2005; MORTIMER; MACHADO, 2001).

No presente estudo, avaliamos o discurso que emergiu de uma atividade experimental de Física, desenvolvida numa turma de nível Médio de ensino. Analisamos o papel do professor numa situação de conflito sócio-cognitivo, não previsto no planejamento da atividade, levando em conta os argumentos da turma e destacamos as contribuições destes para a construção de conceitos físicos pretendidos com a atividade no momento de socialização dos resultados. Além disso, buscamos avaliar a relevância da estratégia de ensino para gerar um ambiente de discussão segundo esses objetivos.

METODOLOGIA

A ferramenta analítica de Mortimer e Scott (2002) foi proposta para a análise do papel do professor nas interações que resultam na construção de significados em sala de aula de ciências. Ela se baseia em três aspectos associados a essa função, resumidos no Quadro 1. O primeiro deles, **focos do ensino**, abrange as *intenções do professor*, nas quais o desenvolvimento da “estória científica” em sala de aula ganha ênfase e o *conteúdo* do discurso, relacionado à “estória científica”, que pode ter natureza *empírica* (referentes diretamente observáveis) ou *teórica* (referentes não diretamente observáveis). A **abordagem** em sala de aula diz respeito à *abordagem comunicativa* relacionada ao modo como o professor trabalha suas intenções e o conteúdo de ensino. Por fim, o aspecto **ações** focaliza os *padrões de interação* que emergem na

medida em que docente e alunos alternam turnos de fala e as *intervenções do professor*, classificadas segundo o foco e comportamento impresso no seu discurso.

Quadro 1: Estrutura analítica apresentada por Mortimer e Scott (2002).

Aspectos analíticos	
Focos do ensino	Intenções do professor: criar um problema; explorar a visão dos estudantes; introduzir e desenvolver a “estória científica”; guiar os estudantes e dar suporte ao processo de internalização das idéias científicas; guiar os estudantes na aplicação, expansão e responsabilidade pelo uso das idéias científicas; manter a narrativa, sustentando o desenvolvimento da “estória científica”. Conteúdo: descrição; explicação; generalização.
Abordagem	Abordagem comunicativa: interativa/dialógica; não-interativa/dialógica; interativa/de autoridade; não-interativa/de autoridade.
Ações	Padrões de interação: tríades I-R-A (Iniciação do professor, Resposta do aluno e Avaliação do professor); seqüências estendidas I-R-P-R-P... ou I-R-F-R-F... (P: ação discursiva do professor que promove prosseguimento da fala do aluno; F: feedback do professor, elicitativo ou avaliativo) abertas ou fechadas. Intervenções do professor: dar forma aos significados; selecionar significados; marcar significados chaves; compartilhar significados; checar o entendimento dos estudantes; rever o progresso da “estória científica”.

O episódio que investigamos compreendeu uma atividade experimental aplicada em cinco turmas regulares de 3ª série do Ensino Médio de uma escola pública de Belém. Como metodologia na produção de nosso material empírico, adotamos a *pesquisa participante*, sendo um dos autores deste trabalho o professor da disciplina Física nas turmas. Nossos instrumentos analíticos foram os *diálogos transcritos*, incluindo referências à comunicação não-verbal, da aula registrada em vídeo em apenas uma das turmas, além de *desenhos* produzidos no momento da atividade. Utilizamos a *análise microgenética* segundo o *referencial teórico descrito* como procedimento analítico, organizando os trechos mais relevantes dos diálogos em três cenas.

Antes, julgamos coerente situar o episódio no contexto pedagógico em que ocorreu. O professor planejou o desenvolvimento do curso de Eletromagnetismo tratando o tema *Equipamentos elétricos e Telecomunicações* como um eixo integrador desenvolvido em quatro unidades. Na primeira, dentre outros conteúdos, seria estudado o modelo clássico de corrente elétrica e os conceitos de Eletrodinâmica relacionados. Até a realização da prática que avaliamos, os conceitos de tensão elétrica e potência elétrica, bem como o modelo clássico de corrente elétrica, haviam sido trabalhados nas turmas. O planejamento da atividade previu a discussão dos conceitos de corrente e de tensão elétrica em suas relações com as características geométricas de condutores (comprimento e espessura) em circuitos simples para a introdução das *leis de Ohm* sobre um conceito até então não trabalhado em sala, a resistência elétrica.

Para tal, decidimos utilizar uma variação da atividade sugerida por Laború e Silva (2003). Organizamos as classes em pequenos grupos, cada qual recebendo um pequeno bocal para lâmpada, quatro pilhas alcalinas (1,5V), duas lâmpadas pequenas (3V e 6V), dois pedaços de fio “cabinho” com garras “jacaré”, seis bastões de grafite, usada em lapiseiras, de espessuras e tamanhos diferentes (1.0mm, 1.6mm e 2.0mm; 12cm e 6cm). Orientamos os grupos para utilizarem o material na resolução de uma situação problema que não possui, de partida, apenas

uma saída possível: *como fazer a lâmpada funcionar?* Eles foram incentivados a projetar seus circuitos através de esquemas e desenhos registrados em papel. Após determinado tempo, cada grupo socializou os arranjos ou montagens dos circuitos para que fossem avaliados segundo outras questões: *quais as diferenças entre as montagens? Por que elas ocorreram?* Nesse momento, buscamos, através do diálogo, explicações para os resultados obtidos em todos os arranjos, observando-se, por exemplo, o brilho das lâmpadas, a quantidade de pilhas utilizada, a influência dos pedaços de grafite e de suas características no brilho das lâmpadas, etc, o que foi bastante enriquecedor diante da variedade de montagens. Em seguida, os estudantes novamente trabalharam em grupos orientados por outra pergunta: *que outra montagem poderia ser feita?* A dinâmica da aula envolveu, então, dois momentos de interação *em* grupo, para montagem dos arranjos, e dois momentos de discussão *entre* grupos coordenada pelo professor.

ANÁLISE DO EPISÓDIO

Cena 1: comparando o brilho das lâmpadas. Nesta cena, que correspondeu ao primeiro momento de debates, o professor discutiu os resultados de duas montagens (“A”, do grupo de Ama, Eli, Kai e Wand e “B”, de Lari, Paul, Ren e Ron) diferenciadas apenas pela quantidade de fio utilizada, conforme a Figura 1.

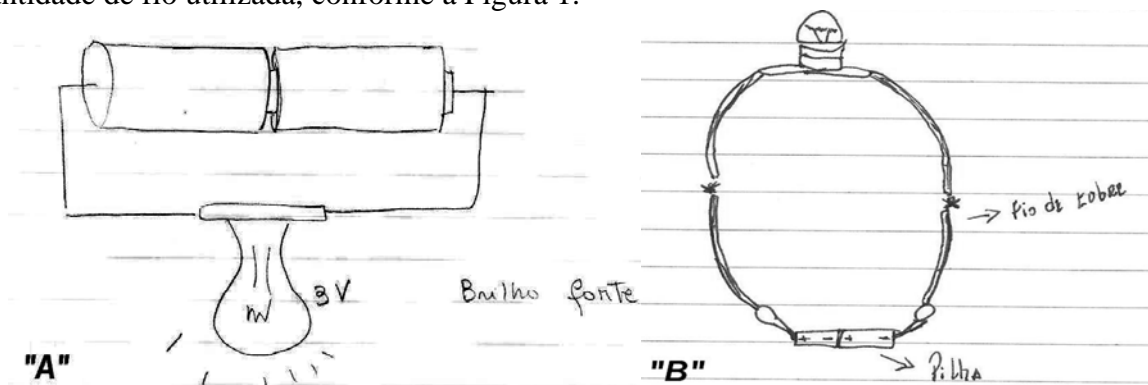


Figura 1: Esquemas “A” e “B”. No primeiro, a lâmpada foi ligada diretamente entre a associação de duas pilhas. No outro, a conexão foi feita com os fios “cabinho” com garras “jacaré”.

A argumentação na cena foi motivada pelo fato das lâmpadas, ambas de 3V, apresentarem brilhos diferentes nos arranjos, apesar de ligadas ao mesmo número de pilhas (duas, cada uma possuindo 1,5V). Fisicamente, o brilho da lâmpada em “B” é um pouco menor que em “A”, considerando a diminuição da corrente elétrica, ou as perdas de energia na forma de calor, pelo aumento do comprimento dos fios no circuito.

Cena 1: Comparando o brilho das lâmpadas

1. **Professor:** Então vamos comparar os brilhos dessas duas lâmpadas. Vocês conseguem ver diferença?
2. **Bia:** Não.
3. **Rod:** Sim... Essa tá mais forte. [aponta para o arranjo “A”]
4. **P:** Sem medo de tocar, não toma choque. [o professor fornece instruções sobre o arranjo “B” que não funcionava naquele momento] Vocês viram a diferença do brilho da lâmpada? Onde é que o brilho é maior?
5. **Rod:** Na da Ama. [arranjo “A”]
6. **Kai:** Aqui [aponta para o arranjo “A”]

7. **P:** Vocês conseguem... vocês tem alguma explicação pra isso?
8. **Rod:** Pelo fio. Acho que por causa do...
9. **Dan:** Do tamanho do fio.
10. **Rod:** Aumentou o tamanho do fio.
11. **P:** E?
12. **Rod:** Aí quando aumenta o tamanho do fio ele perde, ele perde calor pro meio.
13. **P:** Por quê?
14. **Rod:** Porque aumenta, aumenta o choque entre, aumenta a vibração entre, a vibração entre os elétrons e os íons.
15. **P:** Só porque aumenta o tamanho do fio?
16. **Rod:** Não... porque aumenta também o tamanho do campo. *[gesticulando]*
17. **Bia:** Não aumenta não...
18. **Mar:** Ou o tempo que é percorrido.
19. **P:** Ah! Já entrou uma coisa diferente... mas a intensidade do campo não é mudada, porque você tem uma fonte aqui que é a mesma. E aí, se o comprimento de fio é maior o que acontece aí dentro?
20. **Dan:** Espaço percorrido é maior.
21. **Mar:** O espaço percorrido pela corrente... pela corrente elétrica fica maior.
22. **P:** Se o espaço é maior o que acontece com a corrente elétrica aqui... nesse caso? *[arranjo "B"]*
23. **Rod:** Aumenta. *[olha para Mar]*
24. **Wan:** Demora mais pra chegar lá.
25. **Ren:** Diminui a quantidade de corrente.
26. **P:** Se ela aumenta por que o brilho então é menor que aquela? *[professor volta-se para o aluno Rod comparando o brilho da lâmpada de "B" com o do arranjo "A"]*
27. **Rod:** Ele perde...
28. **Dan:** Não, diminui.
29. **Wan:** A vibração dos íons... Demora mais...
30. **Rod:** Não... a potência diminui... Eu acho que é porque... Eu acho que... *[silêncio]*
31. **P:** Olha todo mundo pode participar, desde que vocês participem um de cada vez... Concentrem... Se aumentarmos o comprimento o que acontece aqui? *[arranjo "B"]*
32. **Ana:** O tempo pra corrente elétrica chegar lá do outro lado é menor... então ela não vai queimar por isso.
33. **P:** Se o tempo aumenta o que acontece com a corrente elétrica aqui? *[arranjo "B"]*
34. **Ana:** Diminui.
35. **Rod:** Ah... Diminui.
36. **P:** Por que vocês estão lembrados que corrente elétrica tá relacionada com o tempo.

Então, se vocês aumentam *o caminho*, esse tempo aumenta, para um mesmo fluxo de corrente... e o que vai acontecer com a corrente elétrica?

37. Alunos: Diminui.

38. P: E aí o brilho da lâmpada?

39. Alunos: Diminui também.

Aqui, o professor foi claro quanto à intenção de *criar um problema* a partir das percepções dos alunos em relação aos elementos constituintes dos arranjos “A” e “B” (turno 1) e, sobretudo, à intensidade do brilho das lâmpadas (4). De certa forma, ele “contou” que há uma diferença de brilho, mesmo que alguns alunos, como Bia, não tivessem percebido (2). Prosseguindo, *explorou a visão dos estudantes*, abdicando do conteúdo *descritivo*, quando solicitou comentários sobre os brilhos das lâmpadas (1 e 4), para assumir a *explicação* como característica do discurso, através de um padrão de interação aberto do tipo I-R1-R2-R1-P-R1-P-R1-F-R1 (7 a 16). Os aprendizes mencionaram de início um referente observável (*empírico*) para apoiar suas idéias, isto é, o tamanho do fio usado em “B” (8, 9 e 10), mas, elicitados pelo professor, introduziram referentes *teóricos* para justificar a diminuição de potência da lâmpada, como o calor (12), vibração entre elétrons e íons (14), campo elétrico (16) e intervalo de tempo (18). Contudo, as intervenções subsequentes adquiriram um padrão de interação triádico I-R-A e não exploraram adequadamente visões como as de Bia (2 e 17), pois o docente preocupou-se em *selecionar significados*, encerrando possíveis discussões em torno da relação entre tamanho do fio e vibração de íons (14), do campo elétrico (19) e da potência elétrica (30). O discurso de autoridade prevaleceu na cena confirmando a intenção do professor de *guiar e sustentar os alunos no processo de internalização das idéias científicas*, na busca de uma relação qualitativa entre corrente elétrica, intensidade luminosa e tamanho do condutor. Assim, a abordagem docente foi *interativa/de autoridade*, apesar de quase sempre repetir as falas dos alunos em seu discurso. Ele *marcou significados chave*, repetindo o enunciado sobre o comprimento do fio (19 e 31) e *compartilhou esse significado* com a classe para que os conceitos de “corrente elétrica” e “tempo” fizessem parte do debate (21 e 32). As concepções de Rod (23) não foram exploradas pelo docente, o que nos leva a questionar se o aluno compreendeu de fato o que assumiu em sua fala (35). Por fim, o professor *checou o entendimento da turma* sobre a relação entre corrente elétrica e intervalo de tempo (33), *revendo o progresso da “estória científica”* ao recapitular atividades de aulas anteriores (36). Entendemos que em boa parte da cena, o docente poderia ter alternado sua abordagem comunicativa para *dialógica* e assumido um padrão interativo que permitisse reelaboração de enunciados para explorar os diversos pontos de vista levantados.

Cena 2: discutindo sobre uma explicação. Os estudantes foram motivados a construir novos arranjos após as primeiras discussões, especialmente porque os bastões de grafite não foram utilizados no primeiro momento, o que não desencadeou debates sobre a influência desse material no funcionamento da lâmpada. Então, o grupo formado por Lari, Paul, Ren e Ron, elaborou o arranjo “C”, permitindo a construção de uma relação entre o comprimento do pedaço de grafite ligado no circuito e o brilho da lâmpada. Todavia, outro grupo, composto por Rod, Mar, Dan, Bia e Gabi, elaborou o arranjo “D” e problematizou tal relação diante do efeito obtido nesta montagem. A Figura 2 mostra os esquemas desenhados pelos membros desses grupos.

No arranjo “C”, alimentado por quatro pilhas de 1,5V cada, os alunos fixavam as garras “jacaré”, aproximando-as ou afastando-as entre si, ao longo do bastão de grafite (o maior e mais espesso), resultando na variação do brilho da lâmpada (6V). Com as garras fixas nas pontas do bastão de grafite, o brilho da lâmpada era mínimo, aumentando com a aproximação das garras entre si. A partir dessa montagem, a classe concordou com uma relação aceita do ponto de vista da Física: quanto menor o comprimento do condutor (garras mais próximas entre si), maior a

corrente elétrica no circuito (maior o brilho da lâmpada). Além disso, os alunos concluíram que o pedaço de grafite ligado ao circuito aquecia durante o funcionamento da lâmpada, assim como esta tinha o brilho diminuído em tal situação.

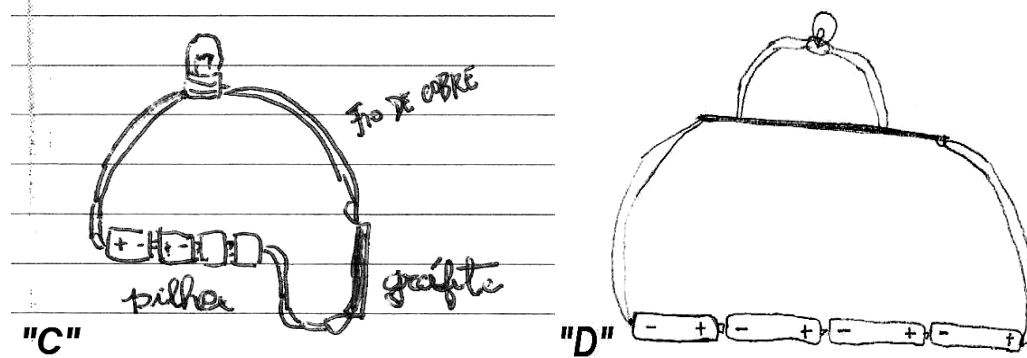


Figura 2: Esquemas “C” e “D”. No primeiro, a lâmpada foi ligada entre a associação de quatro pilhas e um pedaço de grafite. No outro, a conexão foi feita diretamente no pedaço de grafite.

Por sua vez, no arranjo “D”, os terminais dos fios vindos da lâmpada foram simplesmente enrolados no bastão de grafite, podendo se deslocar no mesmo, enquanto as garras estavam fixas nas extremidades do bastão. O arranjo, montado com material equivalente ao de “C”, não implicava, no princípio, no mesmo efeito percebido anteriormente. Enquanto em “C” a aproximação das garras produziu um maior brilho na lâmpada, no arranjo “D” a aproximação entre si dos terminais dos fios implicou na diminuição do brilho. Contudo, teoricamente a relação entre o comprimento do condutor e o brilho da lâmpada, construída a partir de “C”, é válida em “D”. Assim, o debate na cena foi orientado pelo docente tendo em vista os aspectos de uma explicação elaborada pelos alunos para a situação.

Cena 2: Discutindo sobre uma explicação

40. **Professor:** Agora vamos olhar pra esse aqui. [arranjo “D”]
41. **Rod:** Então... Aqui, a gente percebeu que esse daqui [grafite] é menos condutor que esse aqui, né? [fio “cabinho”]. E ele perde, a gente percebeu que ele perde por que, ó... aqui ele tá mais quente, porque ele tá perto da base...
42. **Mar:** Da base da fonte.
43. **P:** Hum...
44. **Rod:** Então quando aproxima, ó... [os alunos aproximam os terminais entre si em “D”]
45. **Mar:** Vai ficando mais fraco.
46. **Rod:** Vai ficando mais fraco... porque já perdeu bastante... energia.
47. **P:** Perde *onde* essa energia?
48. **Dan:** No grafite.
49. **Rod:** Ao longo da grafite.
50. **Mar:** Tanto é que tá super quente... se a gente tocar aqui...
51. **P:** Vocês estão dizendo que se diminuir o comprimento ali, o que acontece com o brilho da lâmpada?
52. **Rod:** Diminui
53. **P:** E aí Lari? Quando você diminuía o comprimento o que acontecia com o brilho da

lâmpada? [arranjo “C”]

54. **Lari:** Aumentava. [alguns concordam, outros ficam em dúvida, conversam entre si]
55. **P:** E agora? [turma fica agitada] Por que isso acontece? O que foi que vocês disseram ainda agora? [dirige a pergunta para o grupo de Rod]
56. **Rod:** Porque eu acho que lá... tava ligado no grafite?
57. **P:** Tava.
58. **Rod:** Tava. Ah, mas, aqui ó... aqui tá diretamente ligado ao grafite... Lá não.
59. **Lari:** Aqui tá sim.
60. **Rod:** Não, mas... aqui tá direto... tá ligado com o fio. [confusão entre os estudantes]
61. **P:** Vocês têm alguma resposta pra isso?
62. **Lan:** Tu estás engatando nas duas extremidades... no pedaço de grafite, então... vai começar a esquentar primeiro as extremidades devido a corrente passar primeiro por lá... quando eu aproximo para o meio [aluno manipula as garras em “D”], a lâmpada, a intensidade da corrente diminui e quando eu afasto, ela aumenta.
63. **P:** Mas onde... onde é que diminui essa intensidade da corrente?
64. **Alunos:** No grafite.
65. **P:** Em que lugar do grafite?
66. **Lan:** Ah, no meio do grafite.
67. **Gabi:** Ele vai afastar o fio dessa ponta aqui. [bastão de grafite em “D”]
68. **P:** Se juntar, o que acontece com o brilho da lâmpada? [Rod manipula “D”]
69. **Bia:** Diminui.
70. **P:** Então por que é que diminui a corrente se está mais quente na ponta?
71. **Ana:** Não, aumenta nas extremidades... porque lá está quente... no meio não está quente porque ainda não chegou...
72. **Gabi:** Lá, perto da fonte... na fonte.
73. **Ana:** Aí lá diminui no lado.
74. **P:** Hum... tudo bem, é uma resposta. Mas isso ainda não resolve o problema sobre o que a gente concluiu ali.
75. **Mar:** É... eu também ainda não entendi.
76. **P:** Se a gente concluiu que quando diminui o comprimento do condutor, aumentou o brilho daquela lâmpada, [“C”] por que não aconteceu o mesmo aqui? [“D”]

O professor criou um problema (“por que isso acontece”, 55) referente ao efeito notado no arranjo “D” (mudança no brilho da lâmpada), depois de *checar o entendimento dos alunos* (40, 43, 47, 51 e 53) através de um padrão de interação I-R-A. Em seguida, para *rever o progresso da “estória científica”*, lembrou sobre o efeito observado em “C” (“o que foi que vocês disseram ainda agora”, 55). O conteúdo do discurso foi mais *descritivo* que *explicativo*, apesar do professor *explorar a visão dos estudantes*, sob um padrão avaliativo, quanto à explicação dada por Lan (62). Os alunos caracterizaram os materiais usados nos arranjos e as relações entre os mesmos, usando referentes *empíricos*, baseados nas observações quanto à

posição do bastão no circuito (56, 58 e 60). O docente especificou os referentes sobre a mudança de temperatura (66, 67, 69, 71, 72 e 73) quando *marcou significados chave* usando um tom de voz particular para os termos “onde” e “lugar” (47, 63 e 65). Para os alunos Lan, Gabi, Bia e Ana, a transformação de energia elétrica em térmica, percebida pelos colegas ao tocarem o bastão ligado ao circuito (“*aqui ele tá mais quente*”, 41; “*tá super quente*”, 50), guarda relação com a diminuição da corrente elétrica. Assim, se a temperatura é maior na ponta do bastão, então há mais corrente e, portanto, o brilho da lâmpada aumenta. À medida que os terminais são aproximados entre si, afastando-se da “parte quente” (ponta), a transmissão de corrente para o “meio” do bastão é dificultada e por isso há diminuição no brilho da lâmpada. Esse modelo explicou a situação observada em “**D**”, conforme o professor aceitou e validou (“*tudo bem, é uma resposta*”, 74). Entretanto, a explicação parece indicar, por um lado, que o aumento da temperatura do condutor implica em “facilidade” de passagem de corrente elétrica, o que é aceito fisicamente em alguns materiais (o carbono, por exemplo, coincidentemente presente no bastão), mas esse efeito extrapola a abrangência do modelo clássico trabalhado nas aulas precedentes. Não houve uma discussão sobre essa situação, o que poderia ter enriquecido o debate. O docente concluiu o movimento discursivo na cena, que foi conduzida através de uma abordagem *interativa/de autoridade*, (re)criando um problema para generalizar a relação estabelecida em “**C**”, lembrada quando *reviu o progresso da história científica* (76). Implicitamente, essa intervenção foi um modo de *selecionar significados* e dar continuidade ao debate, considerado necessário pela aluna Mar (75). Ressaltamos que o docente poderia ter “testado” o modelo dos alunos discutindo os resultados do arranjo “**C**”, segundo a intenção de *guiar os estudantes na aplicação, expansão e responsabilidade pelo uso das idéias científicas*.

Cena 3: mostrando “caminhos”. A culminância da aula consistiu na elucidação, através de uma nova rodada de debates, do problema levantado na cena anterior. Nesse sentido, a intervenção do professor ao discutir sobre as diferenças na constituição dos arranjos “**C**” e “**D**” foi importante para a generalização da relação fisicamente aceita entre as grandezas “corrente elétrica” e “comprimento do condutor”.

Cena 3: Mostrando “caminhos”

77. **Professor:** Vou perguntar pra vocês [*grupo de Lari*], o quê que tem de comum no arranjo de vocês aí com o do Rod?
78. **Dan:** O tamanho do grafite.
79. **Ren:** O fio [*da lâmpada*] tá ligado diretamente na pilha.
80. **P:** E aqui? [*arranjo “D”*]
81. **Mar:** O que difere... A lâmpada tá diretamente ligada no grafite.
82. **Ren:** Aí tá no grafite e depois do grafite tá numa pilha daquela.
83. **P:** Deixa eu te perguntar, quantos *caminhos* tem aqui [*“D”*] pra corrente passar?
84. **Dan:** Dois. Primeiro o grafite e depois a lâmpada.
85. **P:** E lá no da Lari?
86. **Lari:** Só um. Um.
87. **Rod:** Não. Dois, porque a pilha... o grafite e a pilha também.
88. **P:** Tem dois caminhos pra corrente fluir aqui? [*“D”*]
89. **Ren:** Tem a pilha, no caso, e o grafite que ela falou. [*Rod fica em silêncio*]
90. **P:** E ali... se a gente for olhar não tem só um circuito? [*“C”*]

91. **Alunos:** É.
92. **P:** Significa que aqui... [*“D”*] a corrente, imaginem que essa corrente vai sair das pilhas... vai pela boca de jacaré... na hora ela vai ter que *tomar uma decisão*.
93. **Rod:** Ela divide, né?
94. **P:** Ela vai ter que passar...
95. **Ren:** Pelo grafite...
96. **P:** Pelo grafite...
97. **Rod:** E depois?
98. **P:** Ah... vocês já podem me responder por que essa lâmpada brilha menos, nessa situação... quando vocês aproximam [*os terminais entre si*] ela brilha menos.
99. **Mar:** Porque a corrente elétrica no meio vai ser menor. [*em seguida, Rod afasta as garras em “D”*]
100. **P:** Nessa situação aí [*“D”, terminais afastados entre si*] ela passa... vai por onde a corrente elétrica, ela tem preferência de ir por onde?
101. **Ren:** Pelo grafite.
102. **Ana:** Pelo meio.
103. **P:** Ela vai mais pelo grafite ou vai mais pela lâmpada?
104. **Rod:** Pela lâmpada. [*outros repetem a fala*]
105. **P:** Porque se o brilho da lâmpada é maior... o que acontece com a corrente elétrica?
106. **Rod:** É maior. [*outros concordam*]
107. **Bia:** Tá dando nó agora, professor...
108. **P:** Tá dando nó, não é? Vamos pensar um pouquinho?
109. **Rod:** Ela vai ter que... Ah, vai ter um maior caminho!
110. **Ana:** Nesse conjunto aqui... [*em “D”, terminais próximos entre si*] Ela vai passar pelo grafite pra depois de passar pelo fio...
111. **Rod:** Não é? Porque se eu aproximar, aqui, ó...
112. **P:** E aí?
113. **Ana:** Ela vai ter que passar pelo grafite...
114. **Rod:** Ela vai ter que passar, vai ter um caminho maior...
115. **P:** Onde o caminho é maior aí?
116. **Ana:** Quando eles estão juntos. Quando estão próximos.
117. **Rod:** Quando estão próximos.
118. **P:** O caminho é maior pra... pra onde? Pra que caminho?
119. **Rod:** Pro caminho da lâmpada. Agora aqui não [*afasta os terminais entre si em “D”*]
120. **P:** Hum... E agora?
121. **Ana:** Agora em vez de ela vir por aqui [*trecho do bastão de grafite*], ela vai por aqui direto [*trecho onde está a lâmpada*] e por isso a lâmpada brilha mais.

122. **Rod:** Porque olha, diminuiu o caminho a ser percorrido pela corrente.
123. **P:** Então, quando o caminho é mais curto, a corrente elétrica passa mais por ele, é isso?
124. **Rod:** Isso. [alunos concordam com o colega]

O professor iniciou a cena *explorando a visão dos alunos* quanto aos materiais comuns nos arranjos (77 e 80) num padrão de interação triádico. Os aprendizes descreveram semelhanças (78 e 79), mas também citaram diferenças entre as montagens (81 e 82), talvez por considerarem estas informações mais pertinentes. Em seguida, o docente *deu forma e marcou alguns significados chaves*, introduzindo no debate os termos “caminhos” (83), “circuito” (90) e “tomar uma decisão” (92), referentes à passagem de corrente elétrica nos trechos dos arranjos, pela mudança no tom de voz empregada. Quando o professor questionou a quantidade de “caminhos” em “C” (85), a réplica de Rod foi avaliada negativamente (87); então, *checou o entendimento da turma e selecionou significados* (“*não tem só um circuito*”, 90), usando o termo “circuito” como sinônimo de “caminho”. Em tese, essa relação foi internalizada pela turma (91), pois não houve nenhuma inquirição quanto aos significados que atribuíam aos termos; contudo, o silêncio de Rod (89) talvez nos mostre uma falta de compreensão. É necessário mencionarmos que uma explicação possível para o efeito em “D” se deve à “divisão” da corrente elétrica neste arranjo: ela pode “fluir” tanto pelo trecho onde está a lâmpada quanto pelo ramo onde está o bastão de grafite. Assim, com os terminais mais próximos entre si no bastão, a corrente elétrica atravessa majoritariamente o trecho do próprio bastão. Por conseguinte, a lâmpada brilha menos. Com os terminais mais afastados entre si, a corrente elétrica atravessa principalmente o trecho onde está a lâmpada, aumentando o brilho desta. O discurso dos participantes sobre o “menor” ou “maior caminho” tomou como referência a distância entre as garras “jacaré”, em “C”, e os terminais da lâmpada, em “D”, ambos móveis no bastão de grafite. É possível que isso tenha produzido a divergência quanto à relação anteriormente estabelecida. Assim, com a divisão de corrente no arranjo “D” (“*ela vai ter que tomar uma decisão*”, 92), o docente adotou uma *abordagem interativa/de autoridade*, que consideramos importante para a elucidação do problema, fato demonstrado pelos *insights* de Rod (“*ela divide, né*”, 93; “*vai ter um maior caminho*”, 109). Quando *checou o entendimento dos aprendizes* (98 e seguintes), o professor *guiou e deu suporte no processo de internalização* das idéias, *marcando e compartilhando esses significados* com toda a turma (103, 115 e 118). A réplica da aluna Mar no turno 99, ao introduzir um termo novo ao debate (“*meio*”), foi selecionada pelo professor, pois não correspondeu à resposta esperada, apesar de fazer sentido: ela relaciona o menor brilho com a menor intensidade de corrente. Por sua vez, “meio” foi usado por Ren (101) referente ao percurso onde está o bastão, sendo que o docente também mencionou o percurso onde está a lâmpada (103), compartilhado na resposta de Rod e de outros alunos (104). O professor quis mostrar que a intensidade da corrente elétrica poderia ser deduzida a partir do brilho da lâmpada (105). Essa atitude colaborou para o entendimento de alguns alunos, em especial o de Ana e Rod que alternaram turnos de fala com o professor segundo um padrão I-R1-R2-R1-P-R2-R1-F-R2-R1-P-R1-P-R2-R1-P-R1 (108 a 124), da relação entre a intensidade da corrente e o tamanho de seu percurso num condutor. Enquanto manipulavam os arranjos, esses alunos testaram suas idéias (110, 111, 119 e 121) até concluírem o esperado. Todavia, a aluna Bia demonstrou não compreender a relação física estabelecida (“*tá dando nó agora*”, 110), mantendo-se em silêncio o resto da cena; o professor, por sua vez, não *checou o entendimento* desta estudante.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa, os estudantes discutiram os resultados de uma atividade experimental, vivenciando uma situação de conflito sócio-cognitivo motivado por divergências entre os efeitos

observados em seus arranjos. O movimento discursivo estabelecido entre professor e alunos ajudou na generalização da relação fisicamente aceita entre a intensidade da corrente elétrica e o comprimento do material condutor usado na experiência. Enquanto alguns participantes, como Rod e Ana, tomaram consciência sobre a possibilidade de generalização da referida “estória científica”, outros, como Bia, talvez não conseguiram evoluir em suas fases iniciais de regulação conceitual, conforme as características dos diálogos que participaram. Ainda assim, do ponto de vista do Ensino de Física, a atividade experimental promoveu discussões enriquecedoras e motivou a participação dos alunos na aula, inclusive daqueles que não argumentaram no momento de socialização de resultados, pois como membros dos grupos, contribuíram no debate ao buscarem resolver a situação problema.

A ferramenta analítica que utilizamos permitiu avaliarmos as interações discursivas do ponto de vista do professor, mostrando, dentre outros, a necessidade de tornar claras as intenções do docente no plano social da sala de aula, da alternância do tipo de abordagem comunicativa e da adoção de padrões de interação que valorizem os argumentos dos estudantes. Ao lançarmos mão desses aspectos, foi possível refletirmos sobre as dimensões de nossa prática como docentes. Entretanto, também deduzimos do material empírico que as relações discursivas estabelecidas em sala não se resumem à interação professor-aluno, mas também são construídas no intercâmbio entre alunos e seus companheiros.

REFERÊNCIAS

- Aguiar Junior, O.; Mortimer, E. F. Tomada de consciência de conflitos: Análise da atividade discursiva em uma aula de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.10, n.2, p.1-23, ago, 2005.
- Araújo, M. S. T.; Abib, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.25, n.2, p.176-194, jun, 2003.
- Bastos, F. Construtivismo e ensino de ciências. In: Nardi, R. (org). **Questões atuais no ensino de ciências**. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2002. p.9-25.
- Capecchi, M.C.V. M.; Carvalho, A. M. P.; Silva, D. Argumentação dos alunos e o discurso do professor em uma aula de física. **Ensaio**, v.2, n.2, p.189-208, 2000.
- Coll, C. **Aprendizagem escolar e construção do conhecimento**. Porto Alegre: Artmed, 1994.
- Fontana, R. A. C. A elaboração conceitual: a dinâmica das interlocuções na sala de aula. In: Smolka, A. L. B; Góes, M. C. R. (orgs) **A linguagem e o outro no espaço escolar: Vygotsky e a construção do conhecimento**. Campinas: Papirus, 1993. p.119-149.
- Laburú, C. E.; Silva, O. H. M. Reostatos de grafite: um experimento simples e de baixo custo. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v.5, n.2, p.235-240, jul/dez, 2003.
- Mortimer, E. F.; Machado, A. H. Elaboração de conflitos e anomalias em sala de aula. In: Mortimer, E. F.; Smolka, A. L. B. (orgs). **Linguagem, Cultura e Cognição: reflexões para o ensino e a sala de aula**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001. p.107-138.
- Mortimer, E. F.; Scott, P. Atividade Discursiva nas Salas de Aula de Ciências: Uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.7, n.3, p.1-24, dez, 2002.