



Liderança e Gênero em um debate acadêmico entre graduandos em Física

Leadership and Gender in an academic debate amid Physics Undergraduate Students

Paulo Lima Junior

PPG Ensino de Física/ Instituto de Física/ UFRGS
paulolima@ufrgs.br

Fernanda Ostermann

Departamento de Física/ Instituto de Física/ UFRGS
fernanda.ostermann@ufrgs.br

Flavia Rezende

Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde/ UFRJ
flaviarezende@uol.com.br

Resumo

A presente pesquisa buscou investigar a construção de lideranças na dinâmica discursiva de um debate sobre Mecânica Quântica entre estudantes de um curso de graduação em Física e possíveis relações com as diferenças de gênero. Reconhece-se como pressuposto que a linguagem está atada à vida social concreta e que, por essa razão, podemos conhecer alguns aspectos da vida social por meio de uma análise dos usos da linguagem. Uma análise do debate pautada em Lemke (1997) buscou detectar, entre os participantes, quais estariam exercendo o papel de liderança. Como resultado, foi possível perceber que a liderança durante a atividade foi majoritariamente exercida por meninos. As estratégias utilizadas pelas meninas para lidar com a dominação masculina foram analisadas e discutidas. Acreditamos que a consciência das disparidades de gênero ligadas às relações de poder pode auxiliar os professores a promover uma participação mais equilibrada dos estudantes na construção dos significados científicos.

Palavras-chave: Gênero, Interações Discursivas, Liderança, Ensino de Física.

Abstract

This research aimed to investigate the construction of leadership in the dynamics of a debate on Quantum Mechanics among Physics undergraduate students and relationships with gender issues. This research recognizes that language is connected to concrete social life and that, therefore, we can know some aspects of the social life by means of analyzing the uses of language. Lemke's framework (1997) was used to detect, in the debate, which student would be playing the role of leader. As result, it was possible to perceive that leadership of the activity was mostly a masculine feature. The girls' strategies to deal with masculine domination had been analyzed and discussed. We believe that the conscience of the gender disparities related to power relationships can assist professors on promoting a balanced participation of students in the construction of the scientific meanings.

Key words: Gender, Discursive Interactions, Leadership, Physics Teaching.

Introdução

Ao longo das últimas décadas, pesquisadores em vários lugares do mundo têm dado cada vez mais atenção aos aspectos socioculturais inerentes à ciência e à educação científica (CARTER, 2008). Essa mudança de direção na pesquisa sinaliza um afastamento da análise do processo psicológico individual e seu redirecionamento para as maneiras como o conhecimento é desenvolvido por meio da linguagem no contexto social da sala de aula (SCOTT et al., 2006).

No Brasil, estudos que investigam o papel da linguagem na aprendizagem de ciências têm se tornado cada vez mais freqüentes na pesquisa educacional (eg. MORTIMER & SCOTT, 2002; MOURA & MORETTI, 2003; DUARTE & REZENDE, 2008; PEREIRA, 2009). Seguindo essa direção, alguns autores têm se aportado aos trabalhos de Vigotski (2001, 2003) com o objetivo de dar suporte à idéia de que a linguagem, por constituir o pensamento, está no âmago do processo de ensino-aprendizagem. Com efeito, os resultados da pesquisa de Vigotski permitem relacionar mudanças na linguagem a mudanças de pensamento (WERTSCH, 1993) e um dos desdobramentos dessa proposta é a possibilidade de investigar a construção de significados científicos por meio de uma análise detalhada das interações discursivas em sala de aula.

Por outro lado, a interação discursiva imediata é somente a menor escala do social (LEMKE, 2001) e a análise da construção dos significados científicos em sala de aula por meio da linguagem não é a única possibilidade aberta pela abordagem sociocultural ao ensino de ciências. Com efeito, o acréscimo da filosofia da linguagem de Bakhtin (2003, 2006) à teoria da mediação de Vigotski (WERTSCH, 1993) torna possível perceber as maneiras com que os indivíduos recebem e exercem os condicionamentos sociais por meio da linguagem.

Uma das contribuições da filosofia da linguagem de Bakhtin é apontar como a vida em sociedade está associada à construção de linguagens e enunciados típicos (WERTSCH, 1993). Para Bakhtin (2003), a cada campo da atividade humana correspondem tipos relativamente estáveis de enunciados, atos completos de fala, que refletem as condições específicas e as finalidades desses campos. Assim, é possível conhecer algumas características das comunidades que constituem a sociedade por meio dos usos que fazem da linguagem.

Na medida em que são integrados às comunidades que compõem a sociedade, homens e mulheres podem ser levados a desenvolver interesses, habilidades e pontos de vista relativamente diferentes com respeito à ciência e à educação científica (CRONIN & ROGER, 1999; JONES et al., 2000; VOYLES et al., 2008). Nas famílias de cultura ocidental, por exemplo, é muito comum que os meninos sejam estimulados à assertividade e à competitividade enquanto as meninas são orientadas à sensibilidade e à manutenção da vida (TINDALL & HAMIL, 2004) de maneira que esse direcionamento tenda a repercutir sobre as experiências e as escolhas profissionais dos jovens.

Ao longo da infância e início da adolescência, meninos têm relatado mais familiaridade com situações envolvendo mecânica e eletricidade enquanto as meninas relatam mais experiência com animais, plantas e culinária (JONES et al., 2000). Alguns pesquisadores indicam que a assertividade dos meninos é determinante para que eles recebam mais atenção, em média, que as meninas durante as aulas de ciências (VOYLES et al., 2008). Outras investigações apontam que a apresentação excessivamente abstrata do conteúdo e a competitividade típica dos cursos de graduação e pós-graduação em ciências são particularmente prejudiciais às mulheres (eg. FERREIRA, 2003; JOHNSON, 2007; SEYMOUR, 1995). Enfim, a pesquisa recente sustenta que os indivíduos mais bem adaptados à aprendizagem algorítmica e ao trabalho em ambientes competitivos têm mais sucesso nas situações típicas das instituições de ensino e pesquisa em ciências. Entretanto, devido ao processo de socialização, que leva homens e mulheres a ocuparem papéis diferentes na sociedade, esses indivíduos são geralmente do sexo masculino.

Dessa maneira, o interesse e a facilidade de acesso que alguns homens eventualmente apresentam ao longo da sua trajetória científica não se devem a um excedente inato de competência, mas à congruência entre as situações típicas das instituições de ensino e pesquisa em ciências e os interesses, habilidades e pontos de vista que esse indivíduo foi estimulado a adquirir no contato com outros indivíduos ao longo de toda a sua vida.

A importância da socialização na construção das diferenças de gênero torna a abordagem sociocultural o caminho natural da pesquisa sobre esse tema em educação científica. A presente pesquisa está situada sob essa perspectiva e vem investigar a construção de lideranças na dinâmica discursiva de um debate (LEMKE, 1997) entre estudantes universitários do curso de graduação em Física e possíveis relações com as diferenças de gênero em uma atividade que exige encontrar, com a ajuda dos colegas, as respostas mais adequadas a um conjunto de questões abertas sobre um tema da Física.

Fundamentação Teórico-Methodológica

Uma abordagem sociocultural ao pensamento começa com a suposição de que toda a ação humana está mediada, não podendo ser separada do meio pelo qual se realiza (WERTSCH, 1993). É pela *mediação* que os aspectos sociais e culturais de cada comunidade se fazem presentes na ação e no pensamento humano.

Como proposta central, Vigotski (2003) sustenta que a gênese dos processos psicológicos superiores está em poder dos *signos* e *instrumentos* socialmente compartilhados. Assim, ele se distingue de outros autores cognitivistas por permitir que o fenômeno psicológico seja abordado em seu contexto social, cultural e histórico.

A interação professor-aluno é fundamental para que possamos compreender como os significados científicos são produzidos por meio da linguagem no contexto social da sala de

aula. Por essa razão, alguns pesquisadores têm buscado identificar padrões de interação que caracterizem a construção do conhecimento na aula de ciências.

Sendo desigual o poder de professores e alunos, cabe ao professor controlar o diálogo em si, sua forma e conteúdo, a estrutura das atividades didáticas e as temáticas (LEMKE, 1997). Um dos padrões discursivos usados para tal é o padrão “I-R-F” (Coulthard, apud. LEMKE, 1997) ou padrão triádico (LEMKE, 1997) onde “I” refere-se à iniciação geralmente feita pelo professor, sob a forma de pergunta instrutiva, ou seja, aquela promovida apenas com a intenção de verificar o conhecimento do aluno, “R” diz respeito à resposta do aluno e “F” ao *feedback*, ou à avaliação feita pelo professor.

Este padrão de interação é típico das situações em que o professor utiliza de sua autoridade para conduzir as ações verbais do estudante (MACHADO, 1999). Com este padrão de interação, os professores iniciam as trocas, determinam o tema e controlam a direção na qual o tema se desenvolve, além de poderem decidir quais alunos vão responder e se a resposta é correta ou não. Por outro lado, fica evidente que os alunos gozam de poucas oportunidades de tomar a iniciativa, de controlar a direção da discussão ou de questionar as prerrogativas do professor dentro do diálogo triádico (LEMKE, 1997). Em alguns casos, o estudante re-elabora sua resposta após a avaliação do professor, recebendo um novo *feedback* e o padrão básico se desdobra na seqüência I-R-F-R-F... (MORTIMER & SCOTT, 2002).

O debate professor-aluno, que se inicia com uma contestação do aluno, é um outro padrão de interação muito menos comum, no qual há um conflito interacional que põe professor e alunos em posições contrárias, e um conflito de sistemas temáticos (conceituais) contrários (LEMKE, 1997). Esse padrão é diferente daquele no qual há simplesmente pergunta de alunos e muito menos comum que o diálogo triádico. A partir da contestação inicial, alunos compartilham o controle da direção do diálogo e competem pelo controle temático por meio de intercâmbios com o professor usando termos e combinações semânticas diferentes daqueles usados pelo professor. O debate pode terminar com uma resposta do professor justificando sua tese com palavras diferentes das iniciais. Se neste momento, os alunos aceitam a resposta, não temos um debate propriamente dito. Se, ao contrário, o aluno que iniciou a contestação ou outro aluno continua a objetar a tese original ou a resposta, está instalado, de fato, um debate. Em geral, o professor termina apelando à autoridade de um princípio científico relacionado com a temática em debate. A análise destes episódios mostra que, não incidentalmente, a autoridade do professor em aula e a autoridade da ciência para ditar o padrão temático de uma matéria se vinculam intimamente (LEMKE, 1997).

Em algumas atividades realizadas com duplas de estudantes, foi possível perceber que, eventualmente, um aluno pode passar a conduzir as ações verbais e não-verbais do colega por meio de variações do padrão I-R-F, revestindo-se de certa autoridade e ocupando temporariamente um papel semelhante ao do professor no que diz respeito à sua liderança (DUARTE & REZENDE, 2008; PEREIRA, 2008). Assim, em atividades de grupos de alunos, pode-se encontrar uma pequena diversidade de padrões de interação que podem ser considerados variações do tipo I-R-F e que estão, em geral, relacionadas ao exercício da liderança em situações educacionais.

Estas considerações sobre padrões de interação em sala de aula, que entrelaçam relações de poder, também “expõem diretamente outras relações de poder nas quais estão imersas e que derivam de um sistema social mais amplo” (LEMKE, 1997, p. 58). É justamente este entrelaçamento que permite ligar os padrões de interação a outros tipos de relações sociais, como por exemplo, as relações entre gêneros, etnias e diferentes grupos sociais. No que diz respeito ao gênero, a sujeição das mulheres à autoridade e dominação masculina (BOURDIEU, 2007) na sociedade ocidental tem sido documentada por muitos autores, ainda

que esta situação tenha sido superada em alguns aspectos desde as últimas décadas do século XX à custa de lutas e conflitos sociais.

De certa forma, a literatura em educação em ciências tem documentado, nas últimas décadas, evidências de que os professores interagem mais frequentemente e de maneira mais detalhada com meninos que com meninas da pré-escola à educação superior. Em geral, fornecem menos elogios e críticas às meninas, deixando as questões mais desafiadoras para os meninos. Dessa maneira, os professores reforçam a pouca participação das meninas por não darem oportunidade para que elas contribuam às discussões em sala de aula (TINDALL & HAMIL, 2004).

Essa disparidade na participação entre meninos e meninas na aula de ciências põe alguns desafios ao professor e aos formadores de professores. Por exemplo, está bem documentado que as meninas, muito cedo na sua trajetória na educação científica, sofrem de baixa auto-estima e auto-confiança. Entretanto, mesmo quando estão conscientes de que sua atuação pode fortalecer as disparidades de gênero entre os estudantes, professores costumam enfrentar dificuldades em proporcionar que meninos e meninas participem das aulas de uma maneira mais equilibrada devido aos comportamentos dos próprios estudantes. Em geral, os meninos se mostram mais propensos que as meninas a responder às questões lançadas pelo professor à turma, criando mais oportunidades para expressar seus pontos de vista (TINDALL & HAMIL, 2004).

Dessa maneira, paralelamente à atuação do professor, é possível que, como efeito do tratamento diferenciado que costumam receber dentro e fora da escola, os estudantes do sexo masculino estejam sendo mais estimulados que as meninas a assumirem papéis de liderança ao longo da educação científica, em geral, e na graduação em Física, em particular. Poucos esforços foram feitos até agora para caracterizar de que maneira as lideranças são construídas nas atividades educacionais em ciências e se essas relações de poder refletem relações de poder condicionadas pelo gênero, posição sócio-econômica e etnia.

Neste estudo, pretende-se analisar as interações discursivas em um grupo de estudantes de graduação em Física que debatem sobre Mecânica Quântica na ausência do professor para investigar a construção de papéis de liderança, no sentido de condução da discussão, seja relativamente à temática ou do comportamento de outros participantes e se esses processos podem ser relacionados à diferença de gênero.

Procedimentos Metodológicos

Sujeitos da Pesquisa

Os sujeitos da pesquisa são 13 estudantes (duas garotas e 11 garotos) que constituíam uma turma de *Mecânica Quântica*, disciplina que integra o currículo de graduação em Física (Bacharelado) de uma universidade federal. Esta desproporção entre o número de garotos e garotas na turma não foi, portanto, controlado, visto que se trabalhou com o total de estudantes de uma determinada turma. Por outro lado, esta situação foi encarada como um caso comum nos cursos de graduação em Física.

Os Procedimentos do Debate

Em data e horário agendados previamente com o professor, os estudantes da turma de Mecânica Quântica foram reunidos em uma sala. Algumas cadeiras foram dispostas em

círculo no centro da sala de modo que os alunos pudessem olhar diretamente uns para os outros durante a discussão. Uma câmera de vídeo foi posicionada fora do círculo e um gravador de voz foi posto no centro para complementar o registro em áudio feito pela câmera.

Assim que chegaram ao local, os estudantes foram comunicados da presença da câmera. Para deixá-los mais à vontade com a filmagem, o investigador esclareceu que ninguém seria obrigado a participar e que todos teriam suas identidades preservadas. Uma cópia do questionário foi entregue a cada estudante.

Em seguida, o investigador propôs que a atividade fosse realizada em duas etapas. Na primeira, com duração prevista de 40 minutos, os estudantes debateriam os dois blocos de pergunta do questionário, buscando respondê-los. A saber, o tempo previsto se mostrou adequado à discussão completa do questionário. Encerrado o debate, os alunos passariam à última etapa, que consiste em escrever suas respostas individuais nos computadores disponíveis na sala. Encerrada a atividade, os registros audiovisuais foram codificados e analisados.

A esses estudantes, foi entregue um questionário (ver Apêndice A) com dois blocos de perguntas. No primeiro, foram feitas perguntas sobre aspectos conceituais da Mecânica Quântica. No segundo, foram questionadas as visões de ciência dos estudantes. O bloco sobre Mecânica Quântica foi inspirado em um conjunto de questões elaboradas por Ostermann et al. (2008). O segundo bloco, sobre visões de ciência, foi adaptado do questionário VNOS-C (*Views of Nature of Science – Form C*), utilizado por El-Hani et al. (2004).

Em um primeiro momento, foi proposto que os estudantes discutissem com seus colegas as perguntas feitas no questionário, buscando encontrar, com a ajuda dos colegas, as respostas mais adequadas. Essa etapa da atividade será referida posteriormente como *debate* (LEMKE, 1997). Optou-se por um debate sem um mediador pré-determinado (professor ou pesquisador) com o objetivo de deixar os alunos mais livres para negociar significados referentes às perguntas que também envolvesse negociação de lideranças no grupo durante a atividade. As interações discursivas durante o debate foram gravadas em áudio e vídeo e separadas para análise posterior.

Uma análise mais extensa do corpus e as razões que levaram à escolha dos temas do questionário podem ser encontradas na dissertação de mestrado intitulada *Diferenças e semelhanças entre graduandos em Física: Uma análise das interações discursivas sob a perspectiva sociocultural* (LIMA JUNIOR, 2009).

A Transcrição dos Registros Audiovisuais

O primeiro passo na codificação dos registros audiovisuais foi sua separação em *episódios temáticos*, ou seja, trechos da atividade que se organizam em torno de um tema predominante. O fato de o debate estar pautado em um questionário dado aos estudantes facilitou essa separação. Em geral, os episódios começaram quando um estudante leu uma das perguntas do roteiro e terminam quando o grupo aceitou passar para a pergunta seguinte.

Em seguida, teve início a transcrição detalhada dos atos de fala dos estudantes. Durante a transcrição, foi possível perceber que alguns gestos e outras ações não-verbais seriam fundamentais para a compreensão dos papéis cumpridos pelos estudantes no episódio. Assim, as ações não-verbais mais relevantes foram acrescentadas à transcrição de duas maneiras: (a) quando ocorrem em um momento bem definido durante a fala de um estudante, elas foram inseridas *entre parênteses* no meio do turno de fala; (b) as ações mais prolongadas foram introduzidas *em parágrafos separados* entre um turno e outro.

A Análise das Transcrições

Assim, de acordo com Lemke (1997), o debate é uma estrutura de participação distinta daquela que se observa na interação professor-aluno do tipo I-R-F, na qual a autoridade do professor é relativamente bem estabelecida, seu domínio sobre o conteúdo é mais facilmente reconhecido e não é comum que os estudantes questionem abertamente sua liderança. Em um debate entre estudantes, a posição de liderança é negociada junto com os significados científicos e pode ser transferida e disputada entre estudantes ao longo da atividade.

A partir das características do debate entre professor e alunos apontadas por Lemke (1997), buscamos identificar possíveis papéis de liderança entre participantes de um debate. Há evidências de disputa por liderança quando a iniciação de um estudante consegue a adesão dos colegas a um novo padrão temático e/ou um novo ponto de vista.

A partir dessas considerações, perguntamos: *É possível identificar evidências de liderança entre alunos de graduação em Física quando debatem e negociam o entendimento científico de um determinado tema? É possível relacionar o surgimento ou a ausência destas evidências com relações de gênero?*

No presente trabalho, foram selecionados dois episódios temáticos (sobre Mecânica Quântica), em que há maior participação feminina, permitindo discutir a questão de pesquisa. No primeiro, os estudantes debatem sobre o aspecto mais fundamental da Mecânica Quântica e no segundo, sobre o problema da medida.

O Aspecto Mais Fundamental da Mecânica Quântica

Após se apresentar, o investigador introduz sua proposta de debate, apresentando aos alunos o questionário escrito e buscando deixá-los o mais a vontade possível com a câmera. Com a saída do investigador, a atividade começou. O episódio sobre o aspecto mais fundamental da Mecânica Quântica começa com Gabriel lendo o texto da terceira questão do primeiro bloco. As numerações à esquerda referem-se à posição do turno de cada estudante no episódio. Por ser muito extenso, este episódio foi dividido em duas partes.

Episódio 1 – O Aspecto Mais Fundamental da Mecânica Quântica [PARTE I]

- 1 **Gabriel:** Mais alguma coisa? Então podemos passar para a três: “Na sua opinião, qual é o aspecto mais fundamental da Mecânica Quântica?”
- 2 **Daniel:** Acho que é a incerteza na... pra mim é...
Gabriel tenta completar o pensamento de Daniel.
- 3 **Gabriel:** O fato de ela não ser... determinista, no caso.
- 4 **Daniel:** Isso.
- 5 **Raphael:** Eu acho que a questão toda tá... pra mim, o que é mais... é a constante de Planck. Tanto que essas incertezas, que vêm dos comutadores, se a gente faz a constante de Planck tender a zero, elas viram *bracket* de Poisson e acabou. Então, eu acho que é a quantização.
- 6 **Daniel:** Sim, sim. (escutando atentamente).
- 7 **Raphael:** Acho que toda a parte mais fundamental, mais... O ponto central pra mim é a quantização.
Daniel e os outros colegas voltam seus rostos para Gabriel, que toma a palavra em seguida.
- 8 **Gabriel:** Pois é... às vezes eu fico meio de cara com essa quantização. Tá, tu olha pra luz lá e,

- “Ah!”, tudo é múltiplo daquilo ali. Só que é múltiplo por quê? Porque toda a luz é emitida por causa de um fenômeno químico, lá, que... daí, as transições... Agora, se eu conseguisse, “por acaso”, gerar alguma luz por um outro fenômeno, será que eu não conseguiria gerar luz sem ser um múltiplo inteiro lá...?”
- 9 **Raphael:** Mas... será que tal fenômeno poderia existir? (breve pausa). Aí é que tá o ponto, “talvez” essa quantização não seja uma característica da luz. Talvez não. Talvez seja do fenômeno que gera a luz. Talvez você tenha razão nesse ponto. Talvez esse tal fenômeno nem possa existir.
- 10 **Cibele:** Vocês tão falando da constante de Planck como se estivesse fazendo o pulo da mecânica clássica para a Mecânica Quântica por causa de uma constante. Parece que não tá certo, sabe? Tá simples de mais. Você pega a equação clássica, larga uma constante e cai na quântica? Ou ao contrário. Parece simples de mais pra mim.
- 11 **Gabriel:** Eu ainda acho que a incerteza parece mais importante que a quantização.
- 12 **Vinicius:** É que a incerteza é decorrente da quantização.
- 13 **Gabriel:** É, na verdade não. A quantização veio antes porque se descobriu antes, né? Depois da Mecânica Quântica, tu prova a quantização. (breve pausa) E a quantização veio quando o cara “Ah”, foi fazer a integral lá da “*porra* da radiação lá” (Daniel e Vinicius começam a rir) e disse “Deus, vai estourar isso aqui”. Aí ele pegou lá... “se eu fizer o somatório disso aqui e só somar isso aqui, aí fecha”. Só que aí...
Todos começam a rir juntos, cobrindo os rostos com as mãos.
- 14 **Gabriel:** Mas foi bem assim mesmo, chê!
- 15 **Fabiano:** O cara faz aquilo que a gente não pode fazer, né? (todos continuam rindo juntos).
- 16 **Gabriel:** “Se eu varrer isso aqui pra debaixo do tapete, e fizer desse jeito, vai dar certo”. O cara, ao invés de integrar, fez um somatório com certos termos lá e aí deu certo! Daí você pega lá a Mecânica Quântica. Tá. Daí um cara vem lá e diz: “a natureza funciona assim”. Aquela história das probabilidades. Tua partícula não é definida por posição e velocidade. Tem lá, aquele teu estado que, dependendo da representação, dá uma densidade de probabilidade de encontrar ou em x ou em p , sei lá. Daí, trabalhando com isso aí, tu chega na quantização. Não é assim “Ah, tem a quantização, então... sai a incerteza”. Acho que é ao contrário. A quantização só veio antes porque ela foi observada antes.
- 17 **Edson:** Historicamente ela veio antes, mas eu acho que ela não é mais importante que a incerteza. Por exemplo, esse problema do oscilador harmônico. Nas soluções a gente encontra que vai ter que ser quantizada a energia, sem pressupor antes que tem uma quantização na quântica. Sai naturalmente pelos outros postulados. Então, eu acho que, historicamente, a quantização é mais importante que a incerteza. Só que, na prática e conceitualmente, a incerteza vem bem na frente.
- 18 **Gabriel:** Eu também acho...

Gabriel assume a responsabilidade de conduzir os trabalhos do grupo, o que sugere alguma liderança desse estudante sobre o grupo. No início do episódio, ele auxilia Daniel a explicitar a proposta de que a incerteza é o aspecto mais fundamental da Mecânica Quântica (*turnos 1 a 4*).

Assim que Daniel se posiciona com o auxílio de Gabriel, Raphael expressa sua oposição, afirmando que o aspecto mais fundamental é a quantização (*turnos 5 e 7*), que ele associa à constante de Planck, redirecionando o tema do debate. Logo após a resposta de Raphael, que é distinta da proposta por Daniel, o grupo se volta para Gabriel, demonstrando haver uma expectativa sobre o que ele tem a dizer, o que dá indícios de que o grupo reconheça sua liderança.

Gabriel faz algumas afirmações e questionamentos um pouco nebulosos sobre a natureza e a emissão da luz (*turno 8*). Possivelmente esse turno resulta de uma tentativa apressada de

satisfazer os olhares que pousaram em sua direção. Como resposta, Raphael assume uma posição condescendente, questionando Gabriel de maneira igualmente vaga.

As perguntas que aparecem em seguida, formuladas por Gabriel e Raphael (*turnos 8 e 9*), produziram o comentário de Cibele (*turno 10*), que avalia negativamente a importância dada pelos seus colegas à constante de Planck. Devido ao emprego de “Vocês estão falando...” na afirmação de Cibele, é provável que sua crítica também se dirigisse a Gabriel – que ainda não havia se posicionado claramente. Porém, em vez de se intimidar, Gabriel aproveita a oportunidade criada pela colega para aderir explicitamente à importância da incerteza (*turno 11*), proposta inicialmente por Daniel. Vinícius discorda, afirmando que a incerteza é decorrente da quantização (*turno 12*).

Na seqüência, Gabriel avalia negativamente a afirmação de Vinícius e elabora um argumento que será aceito por Fabiano e Edson (*turnos 15 e 17*). Seu projeto discursivo consiste em dizer que a quantização veio antes somente porque ela foi “descoberta” antes. A rigor, a quantização poderia ser deduzida dos postulados da Mecânica Quântica. O número de iniciações de Gabriel e a adesão ao seu argumento por colegas que ainda não haviam se pronunciado são indícios da liderança de Gabriel.

Os comentários avaliativos de Gabriel com respeito à opinião de Vinícius e Raphael se estendem até o final do excerto. Enquanto narra sua versão da história da quantização, Gabriel faz uma série de comentários jocosos, arrancando risadas do grupo – o que pode ser considerado mais um indício de que ele possui a adesão dos colegas em torno do seu ponto de vista. Em seguida (*turno 17*), Edson conclui o argumento desenvolvido por Gabriel, dizendo que, embora a quantização tenha uma grande importância histórica, a incerteza é mais relevante do ponto de vista prático e conceitual. Gabriel concorda (*turno 18*), encerrando a primeira parte do episódio. Percebe-se, neste episódio, uma polarização entre dois pontos de vista, representados por Gabriel e Raphael. Entretanto, a adesão de vários colegas à importância da incerteza não foi o suficiente para intimidar Raphael, que argumenta em defesa da sua posição, na segunda parte.

Episódio 1 – O Aspecto Mais Fundamental da Mecânica Quântica [PARTE II]

- 19 **Raphael:** O que me faz continuar é achar que, sem quantização não tem...
- 20 **Edson:** Ah, também.
- 21 **Raphael:** Tem um postulado básico, aquele que...
- 22 **Daniel:** Você quer dizer que é algo intrínseco...?
- 23 **Raphael:** Sim. Até porque, quando tu postula a incerteza lá, os comutadores, comutador de x p é $i \hbar$ cortado, tu tem que assumir já a quantização.
- Edson tenta interromper
- 24 **Edson:** Sim, sim, mas...
- 25 **Raphael:** Tu tá com aquele bendito \hbar cortado. Sem quantização, não tem como. Tudo comuta e acabou.
- 26 **Edson:** É, com certeza. Uma é consequência da outra, só que, sem tu assumir a quantização, no problema do oscilador tu encontra a quantização.
- 27 **Gabriel:** É que o \hbar cortado já tá lá, né?
- 28 **Raphael:** Tu teve que assumir aquele postulado lá da incerteza, dos comutadores... quando tu assumiu aquilo, tu já tá assumindo a quantização. Pra mim, é esse o ponto, por isso que não...
- 29 **Cibele:** Então, o postulado é que é mais uma coisa que enfiam na cabeça da gente, né? Diga-se de passagem.
- 30 **Raphael:** Postulado efetivamente é. Não tem... O postulado é uma coisa que a gente diz, vamos levando fé... e é isso aí. Postulado não é discussão.
- 31 **Gabriel:** O estranho é que a gente aceita a gravidade, força elétrica... blá blá blá... e tudo isso é tão enfiado na cabeça da gente quanto o princípio da incerteza...
- 32 **Cibele:** Mas é mais palpável, né?
- 33 **Gabriel:** É que, tipo, a gente enxerga... a gente vem aprendendo desde criancinha...
- 34 **Cibele:** A sugestão é dar Mecânica Quântica lá na pré-escola.
- 35 **Gabriel:** Isso...! (rindo junto com todos os alunos).
- Cibele se dirige a Gabriel e pede a palavra para fazer uma pergunta.
- 36 **Cibele:** Posso...?
- Gabriel autoriza.
- 37 **Cibele:** Aquela história do colapso da função de onda. De que...tu mediu uma coisa aqui, lá a quinhentos anos luz você já sabe o que vai achar. Meu, isso é irreal! A gente vem desde criança sabendo que a velocidade da luz é finita, tem o seu valor c . E, de repente, tu sabe que tu sabe uma coisa aqui e...
- 38 **Gabriel:** Colapsa os dois juntos.
- O investigador bate à porta. Era esperado que os estudantes tivessem terminado o primeiro bloco. O investigador pergunta se todos estão a vontade, chama atenção ao tempo e se retira. Os estudantes passam à discussão da questão seguinte.

Ao longo dessa segunda parte do episódio, vemos Raphael retomar sua posição, enfraquecida pelas colocações anteriores, instaurando o debate novamente. No início desse excerto, contestando a aceitação do princípio da incerteza como aspecto mais fundamental da Mecânica Quântica, Raphael argumenta que, ao assumir as relações de comutação entre posição e *momentum*, a quantização é introduzida implicitamente (*turnos 23 e 25*). Como é possível perceber, o argumento de Raphael busca neutralizar a afirmação de que, sendo

possível deduzir a quantização a partir dos postulados da Mecânica Quântica, ela não poderia ser considerada um aspecto fundamental.

Em resposta à pergunta de Daniel (*turno 22*), Raphael afirma pela primeira vez que, por estar ligada às relações de comutação entre observáveis, a incerteza presume que a quantização seja possível (*turno 23*). Contudo, sua afirmação não põe fim à questão. Edson tenta tomar a palavra (*turno 24*), mas Raphael permanece falando e destaca que, sem a constante de Planck, não haveria relações de comutação, nem incerteza (*turno 25*). Demonstrando não estar completamente satisfeito, Edson tenta retomar seu posicionamento contra a quantização (*turno 26*). Entretanto, como é possível perceber, Gabriel dá razão a Raphael com uma pergunta (*turno 27*) que, depois de ser respondida (*turno 28*) põe fim à discussão.

Em seguida, Cibele faz uma iniciação que muda o rumo da discussão, chamando atenção para o conceito de *postulado* (*turno 29*), que apareceu pela primeira vez na voz de Edson (*turno 17*) e que foi muito importante para que Raphael elaborasse sua contraproposta (*turnos 21, 23 e 28*). Entretanto, o uso da expressão “diga-se de passagem” marca uma diferença entre a importância de seu enunciado e a dos enunciados anteriores, que discutiam o conceito em si. Cibele faz comentários e perguntas que ganham a adesão de Raphael e de Gabriel (*turnos 30, 31, 33 e 35*), mas essa discussão é paralela ao debate conceitual. Assim, apesar dessas trocas poderem dar a impressão de que a liderança está menos centralizada em comparação à primeira parte do episódio, nota-se que Cibele aceita a liderança de Gabriel quando, antes de introduzir um questionamento sobre o conteúdo do debate, pede sua autorização, tal como um estudante pediria a palavra ao professor (*turno 36*). Além disso, o ato de fala em que Gabriel avalia positivamente o posicionamento de Raphael (*turno 27*) e que abre mão do que vinha sustentando na primeira parte do episódio é fundamental no sentido de representar a divisão da liderança com Raphael, e de pôr fim às intervenções de Edson. De uma maneira geral, esse segundo excerto do episódio é uma referência ao *pensar juntos* de Mercer (2000). Contudo, é possível perceber alguma assimetria entre os estudantes apontando para os protagonismos de Gabriel e de Raphael e para o fato de que, embora Cibele tenha participado ativamente desta parte do episódio, com comentários e críticas, a liderança da atividade é negociada entre dois garotos.

O Problema da Medida

Ao final do debate sobre Mecânica Quântica, Gabriel tomou a liberdade de propor uma pergunta que não estava prevista no roteiro, estendendo a discussão. O episódio em que os alunos discutiram a pergunta levantada pelo colega foi chamado “o problema da medida”.

Episódio 2 – O Problema da Medida

- 1 **Gabriel:** Acho que esse é um bom item pra perguntar o seguinte: O que vocês entendem pela medida? (breve pausa) O que caracteriza a tal da medida na Mecânica Quântica? Isso é um negócio que eu fico até hoje, assim... tá, a coisa tá lá acontecendo, um elétron interagindo com um próton, quando é que é a medida? Quando alguém vai lá e olha pro troço? Se não tivesse vida no mundo, ia existir Física? Será que, sem ninguém pra medir, a função de onda nunca ia colapsar? (breve pausa). Então... os caras dizem “tu mede e colapsa”, mas quando é a tal da medida? Quando tu começa a abrir o olho...? Quando é que ela ocorre? Quanto do seu olho tem que estar aberto pro sistema colapsar? (todos riem). Mas é. O que é uma medida? Isso ninguém diz: “A medida é exatamente isso aqui. Quando tu faz isso aqui, tu fez a medida”.
- 2 **Raphael:** No meu primeiro semestre, teve uma [impossível entender] que eu não entendi nada. Mas uma coisa que o cara disse que eu guardei... Ele disse que... colapsar não é exatamente pegar um equipamento ou instrumento e medir o negócio. É quando tem uma interação com o sistema, e essa interação precisa de uma resposta, entende? É uma...

- 3 **Luís:** Ação e reação...?
- 4 **Raphael:** É, por exemplo. Ou... Ah, ele explicou bem mais bonito. Teve uma idéia que eu não sei demonstrar... Mas... quando dá uma interação térmica, essa interação depende da temperatura do sistema. Esse sistema não tava numa temperatura bem definida, mas pra essa interação específica, ele colapsa. Entendeu?
- 5 **Gabriel:** Mais ou menos... Se tu olhar, microscopicamente pra coisa, daí você tá olhando meio que de fora. Tá isolando o sistema e dizendo “tá, agora alguma coisa precisa ter temperatura”...
- 6 **Raphael:** Ter contato com o sistema, qualquer tipo de contato, vai precisar... qualquer instrumento, qualquer jeito que tu olhar, vai colapsar. E como tu quer uma resposta, tu vai estar pedindo uma resposta. Qualquer tipo de coisa. Pediu uma resposta, o sistema colapsa.
- 7 **Edson:** Tá, então tudo já deveria estar colapsado. Porque todas as coisas interagem umas com as outras.
- 8 **Gabriel:** É. Tudo tá interagindo toda hora.
- 9 **Luciano:** É, não vai começar a interagir na hora que tu vai medir, vai encostar, vai olhar...
- 10 **Gabriel:** Vamos pegar uma coisa bem simples: átomo de hidrogênio. O que a gente faz? A gente finca o próton lá, “com uma posição bem definida” (todos riem). E, tá, o potencial é central e deu. O elétron... Agora, se eu quisesse fazer bem direitinho e dizer que nem o próton está bem definido nem o elétron então como é a força que o potencial do elétron com relação ao próton? O elétron não tem posição definida, então da onde sai o potencial dele pra ele interagir com o próton? A gente tá acostumado a ver uma coisa: “ah, tudo bem, a força é central, botamos o próton aqui e o elétron a gente não sabem onde é que está”. O elétron está submetido ao potencial do próton. Mas e aí? E ao contrário? Como é que ficaria essa coisa? (breve pausa) Tipo, se eu quisesse deixar o próton na função de onda dele, como é que o sistema ia evoluir. (breve pausa) Aí a gente, né...? (quase todos riem).
- 11 **Laura:** Daí eu tenho uma outra visão: Não interessa como tu vai medir, só interessa o resultado. Não interessa a maneira como tu vai interagir, só interessa o resultado. Essa é a única coisa que a gente tem palpável. Essa é a única coisa que a gente pode fazer com os dados.
- 12 **Gabriel:** Pois é, mas é que... É... (gagueja). Ainda... continuo com aquela do... onde é que começa e termina a medida. O que é um absurdo.... “ah, é instantâneo”... mas o instantâneo é uma coisa... discreta, digamos (Gabriel faz uma breve pausa e murmura alguma coisa). Descontinua.... Bah, tem uma coisa que não fecha... E se tu ficasse medindo o tempo inteiro... a coisa ia seguir... como, daí?
- 13 **Cibele:** Vamos para o bloco 2?
- 14 **Gabriel:** Vamos, por que senão...

No início do episódio, Gabriel levanta uma questão profundamente metafísica (*turno 1*) sobre o problema da medida na Mecânica Quântica. Devido ao seu tom especulativo, não deve se tratar de uma pergunta instrutiva, mas autêntica. Por outro lado, é importante destacar que, ao mobilizar os colegas em torno de um questionamento próprio, o aluno assume a posição de liderança no grupo.

Como tentativa de resposta, Raphael se aporta a algum tipo de palestra que ele assistiu sobre o assunto (*turnos 2 e 4*), mas Gabriel avalia negativamente a contribuição do colega (*turno 5*), o que demonstra novamente relativo controle sobre a atividade. Em seguida, Raphael reelabora sua réplica (*turno 6*), mas é avaliado negativamente por três colegas: Edson (*turno 7*), Gabriel (*turno 8*) e Luciano (*turno 9*). Aparentemente, ninguém chega a uma resposta satisfatória à questão da medida.

Na seqüência, Gabriel usa perguntas e respostas como recurso retórico, conferindo um tom didático à sua argumentação (*turno 10*) e reforçando sua posição destacada no grupo. Como resposta, Laura introduz um tipo agudo de pragmatismo. Ela não resolve o problema conceitual que estava sendo discutido pelos colegas, mas acaba com a discussão, afirmando

que a maneira como se dá a interação durante a medida não é relevante, somente o resultado da medição interessa (*turno 11*). Como é possível perceber pela resposta de Gabriel (*turno 12*), a intervenção de Laura o deixou profundamente desconcertado. Até este momento, a turma vinha aceitando a liderança de Gabriel. Ao final do episódio, entretanto, Laura desequilibra rapidamente seu controle sobre a atividade, introduzindo um ponto de vista distinto e inesperado. Embora Gabriel parecesse gozar de prestígio frente aos colegas, Laura não precisou mais do que alguns segundos para desestabilizar sua liderança.

Considerações Finais

A presente pesquisa se concentrou em investigar papéis de liderança entre estudantes de graduação durante um debate sobre Mecânica Quântica. Entre os pressupostos desta pesquisa está a asserção de que a linguagem está atada à vida social concreta e que, por essa razão, podemos conhecer alguns aspectos da vida social por meio de uma análise das interações discursivas.

A partir das características de um debate acadêmico entre alunos (LEMKE, 1997) foi possível detectar, entre os participantes, quais estariam exercendo a liderança, conduzindo as ações dos colegas por meio de enunciados que atraem a adesão e permitem controlar o conteúdo discutido.

Após a análise dos excertos, foi possível perceber que Gabriel se destacou entre os demais, ocupando a liderança em vários momentos e compartilhando o papel de líder com Raphael, na segunda parte do primeiro episódio. Com efeito, mesmo nos episódios que não foram explicitamente analisados aqui, Gabriel conseguiu a adesão dos seus pares em torno dos pontos de vista e dos questionamentos que ele mesmo tinha introduzido.

Embora as Cibele e Laura tenham participado ativa e criticamente do debate, em nenhum momento uma delas disputou a liderança. Com efeito, a análise realizada revelou duas maneiras distintas de participação feminina, que podem estar refletindo conformações sociais mais amplas relacionadas à assimetria entre gêneros. Cibele participou ativamente de todo o debate, expondo suas opiniões, e tendo suas asserções reconhecidas pelos colegas como contribuições legítimas (LIMA JUNIOR, 2009), mas foi característico de sua participação não subverter a posição de liderança de Gabriel.

Laura, por sua vez, permaneceu calada por quase toda a atividade, pronunciando-se pela primeira vez contra o questionamento levantado por Gabriel no episódio 2, sobre o problema da medida. Ela questionou a pertinência do problema, deixando Gabriel visivelmente desconcertado. A atuação de Laura ilustra como uma mulher pode dar visibilidade ao seu ponto de vista em um contexto dominado por homens, vinculando seu ponto de vista à autoridade da ciência.

Ao mesmo tempo em que os resultados da análise denunciam assimetria em termos de liderança no debate entre os garotos, também são ilustradas estratégias adotadas pelas garotas para se inserir em grupos dominados por homens, que contornam a disputa pela liderança. Nos dois casos, foi necessário às estudantes lidar com a propensão dos meninos a assumir o controle das atividades.

Com o objetivo de investigar se o papel feminino encontrado neste debate configurava uma questão de gênero, essa mesma investigação foi repetida em uma turma de Epistemologia e História da Física (LIMA JUNIOR, 2009). Nessa segunda turma, apesar da maioria feminina (6 mulheres e 3 homens), também foram os garotos que se mantiveram predominantemente na

liderança do grupo, o que corroborou os indícios de que haveria uma conformação sociocultural na participação de Cibele e Laura no debate analisado aqui.

Acreditamos que os resultados dessa análise contribuem para uma melhor compreensão da questão da participação dos estudantes na construção dos significados científicos por meio da linguagem e de sua relação com fenômenos sociais como as desigualdades de gênero em um debate acadêmico. Como foi possível perceber, a negociação de significados entre colegas não está assentada sobre uma base social simétrica. Assim, o presente estudo ilustra como as interações sociais necessárias às atividades discursivas realizadas em sala de aula podem reproduzir desigualdades de gênero, que nem sempre são identificadas nos processos de ensino e produção do conhecimento científico. Acreditamos que a consciência das disparidades de gênero relacionadas à formação de lideranças entre os alunos pode auxiliar os professores a estimular a assertividade das meninas, promovendo uma participação mais equilibrada dos estudantes na construção dos significados científicos.

Referências

- BAKHTIN, M. M. Os Gêneros do Discurso. In: _____. **Estética da Criação Verbal**. 4.ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003. p. 261-306.
- BAKHTIN, M. M. **Marxismo e Filosofia da Linguagem**. 12.ed. São Paulo: Hucitec, 2006. 203 p.
- BOURDIEU, P. **A dominação masculina**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil Ltda, 2007. 158 p.
- CARTER, L. Sociocultural Influences on Science Education: innovation for contemporary times. **Science Education**, v. 92, n. 1, p. 165-181, 2008.
- CRONIN, C.; ROGER, A. Theorizing Progress: women in science, engineering, and technology in higher education. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 36, n. 6, p. 637-661, 1999.
- DUARTE, M.; REZENDE, F. Construção discursiva na interação colaborativa de estudantes com um sistema hipermídia de Biomecânica. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 7, n. 2, p. 399-419, 2008.
- EL-HANI, C. N.; TAVARES, E. J. M.; ROCHA, P. L. B. Concepções epistemológicas de estudantes de biologia e sua transformação por uma proposta explícita de ensino sobre história e filosofia das ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 9, n. 3, p. 265-313, 2004.
- FERREIRA, M. M. Gender Issues Related to Graduate Student Attrition in Two Science Departments. **International Journal of Science Education**, v. 25, n. 8, p. 969-989, 2003.
- JOHNSON, A. C. Unintended Consequences: how science professors discourage women of color. **Science Education**, v. 91, n. 5, p. 805-821, 2007.
- JONES, M. G.; HOWE, A.; RUA, M. J. Gender Differences in Students' Experiences, Interests, and Attitudes Toward Science and Scientists. **Science Education**, v. 84, n. 2, p. 180-192, 2000.
- LEMKE, J.L. **Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores**. Barcelona: Paidós Ibérica, 1997. 273 p.
- LEMKE, J. L. Articulating communities: Sociocultural perspectives on science education. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 38, n. 3, p. 296-316, 2001.

- LIMA JUNIOR, P. R. M. **Diferenças e semelhanças entre graduandos em física com respeito ao gênero**: Uma análise das interações discursivas sob a perspectiva sociocultural. Porto Alegre, 2009. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Instituto de Física – UFRGS, Porto Alegre, 2009.
- MACHADO, A. H. **Aula de química**: Discurso e conhecimento. Ijuí, RS: Unijuí, 1999. 200 p.
- MERCER, N. **Palabras y mentes**. Como usamos el lenguaje para pensar juntos. Barcelona: Ediciones Paidós Iberica, S. A., 2001. 239 p.
- MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002.
- MOURA, M. O.; MORETTI, V. D. Investigando a aprendizagem do conceito de função a partir dos conhecimentos prévios e das interações sociais. **Ciência & Educação**, v.9, n.1, p. 67-82, 2003.
- OSTERMANN, F.; PRADO, S. D.; RICCI, T. Investigando a aprendizagem de professores de física do ensino médio acerca do fenômeno de interferência quântica. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 1, p. 35-54, 2008.
- PEREIRA, A. P. de. **Fundamentos de física quântica na formação de professores**: uma análise de interações discursivas em atividades centradas no uso de um interferômetro virtual de Mach-Zehnder. Porto Alegre, 2008. 139 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Instituto de Física – UFRGS, Porto Alegre, 2008.
- SCOTT, P. H.; MORTIMER, E. F.; AGUIAR, O. G. The tension between authoritative and dialogic discourse: a fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons. **Science Education**, v. 90, n. 4, p. 605-631, 2006.
- SEYMOUR, E. The loss of women from science, mathematics and engineering undergraduate majors: an exploratory account. **Science Education**, v. 79, n. 4, p. 437-473, 1995.
- TINDALL, T.; HAMIL, B. Gender disparity in science education: the causes, consequences, and solutions. **Education**, v. 125, n. 2, p. 282-295, 2004.
- VOYLES, M. M.; FOSSUM, T.; HALLER, S. Teachers respond functionally to student gender differences in a technology course. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 45, n. 3, p. 322-345, 2008.
- VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001. 495 p.
- VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**: O desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 6.ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003. 191 p.
- WERTSCH, J. **Voces de la Mente**: Un enfoque sociocultural para el estudio de la acción mediada. Madrid: Visor, 1993. 184 p.

Apêndice A

Questionário Instrumento para debate em sala de aula



- 1 O que você entende por fóton?
- 2 O que é uma função de onda? Para que ela serve?
- 3 Na sua opinião, qual é o aspecto mais fundamental da Mecânica Quântica?
- 4 O que diz o princípio da incerteza? Qual é a sua importância?
- 5 O que é a dualidade onda-partícula? Qual é a sua importância?
- 6 Ultimamente, vídeos e textos como “Quem Somos Nós?” ou “O Segredo” têm divulgado uma visão de física moderna bastante diferente daquela tratada nos cursos de graduação em física. Qual é a sua opinião a respeito dessas obras? Justifique.



- 7 Na sua opinião, o que é ciência?
- 8 O conhecimento científico pode ser considerado um conhecimento *verdadeiro*? Justifique sua opinião.
- 9 É possível traçar uma fronteira capaz de separar (completa ou parcialmente) a ciência de outras práticas como a arte, a filosofia ou a religião? Como seria essa fronteira? Justifique sua posição com exemplos e argumentos.
- 10 Alguns filósofos contemporâneos afirmam que a ciência reflete os valores sociais, culturais e políticos de cada época. Você concorda com essa afirmação? Por quais motivos?
- 11 Existe espaço para subjetividade (criatividade, imaginação, opinião pessoal) na construção da ciência? Justifique sua opinião.

Recebido em Maio de 2009, aceito em Fevereiro de 2010.