

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO ACADÊMICO EM ENSINO DE FÍSICA**

**DIFERENÇAS E SEMELHANÇAS ENTRE GRADUANDOS EM FÍSICA
COM RESPEITO AO GÊNERO: UMA ANÁLISE DAS INTERAÇÕES DISCURSIVAS SOB A
PERSPECTIVA SOCIOCULTURAL**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

PAULO ROBERTO MENEZES LIMA JÚNIOR

**PORTO ALEGRE
2009**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO ACADÊMICO EM ENSINO DE FÍSICA**

**DIFERENÇAS E SEMELHANÇAS ENTRE GRADUANDOS EM FÍSICA
COM RESPEITO AO GÊNERO: UMA ANÁLISE DAS INTERAÇÕES DISCURSIVAS
SOB A PERSPECTIVA SOCIOCULTURAL**

PAULO ROBERTO MENEZES LIMA JÚNIOR

Dissertação de Mestrado¹ apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob orientação da Profa. Dra. Fernanda Ostermann e co-orientação da Profa. Dra. Flavia Rezende, em preenchimento parcial dos requisitos para obtenção de título de Mestre em Ensino de Física.

**PORTO ALEGRE
2009**

¹ Trabalho parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA SOB A PERSPECTIVA SOCIOCULTURAL	8
1.2	A IMPORTÂNCIA DA LINGUAGEM NA ABORDAGEM SOCIOCULTURAL	9
1.3	DESIGUALDADES DE GÊNERO NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA	10
1.4	A INSERÇÃO DESTE TRABALHO NO QUADRO GERAL DA PESQUISA	11
1.5	A PRESENTE INVESTIGAÇÃO EM LINHAS GERAIS	12
2	REVISÃO DA LITERATURA: GÊNERO E EDUCAÇÃO CIENTÍFICA	14
2.1	METODOLOGIA EMPREGADA NA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.2	QUESTÕES DE GÊNERO NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA FORMAL	15
2.3	GÊNERO E O PROCESSO DE SOCIALIZAÇÃO FORA DA ESCOLA	26
2.4	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA REVISÃO	33
2.5	TENDÊNCIAS DA PESQUISA SOBRE GÊNERO NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA	37
2.6	RELAÇÕES ENTRE A LITERATURA E A PRESENTE PESQUISA	39
3	MARCO TEÓRICO-METODOLÓGICO: UMA ABORDAGEM SOCIOCULTURAL	42
3.1	UMA INTRODUÇÃO À ABORDAGEM SOCIOCULTURAL	42
3.2	A TEORIA DA MEDIAÇÃO DE L. VIGOTSKI	43
3.3	A FILOSOFIA DA LINGUAGEM DE M. BAKHTIN	48
3.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O APORTE TEÓRICO-METODOLÓGICO	59
4	PROCEDIMENTOS DE PESQUISA E CODIFICAÇÃO DOS REGISTROS	62
4.1	OS PROCEDIMENTOS DE PESQUISA	62
4.2	A ESTRUTURA DA ANÁLISE	66
4.3	CONHECIMENTO CONECTADO E O DISCURSO CIENTÍFICO DAS MULHERES	67
4.4	DIFERENÇAS DE GÊNERO EM VISÕES DE CIÊNCIA	69
4.5	GÊNERO E O EXERCÍCIO DO PAPEL DO PROFESSOR PELOS ALUNOS	77
5	ANÁLISE E RESULTADOS DE PESQUISA	81
5.1	CONHECIMENTO CONECTADO E O DISCURSO CIENTÍFICO DAS MULHERES	81
5.2	DIFERENÇAS DE GÊNERO EM VISÕES DE CIÊNCIA	83
5.3	GÊNERO E O EXERCÍCIO DO PAPEL DO PROFESSOR PELOS ALUNOS	85
6	CONCLUSÃO	120
7	REFERÊNCIAS	123

À minha mãe, minha irmã, meu pai,
E às minhas orientadoras.

AGRADECIMENTOS

Estou consciente da sensação de estranhamento que minha declaração pode provocar em alguns leitores – particularmente aqueles que não me conheceram pessoalmente. Mas é “a minha cara” começar agradecendo ao apoio e suporte daquele que, segundo alguns, sequer está do outro lado da linha para me escutar. Agradeço a Deus.

Sou especialmente grato aos meus pais, Maria de Fátima Botelho e Paulo Roberto Lima, por terem me ensinado a importância da honestidade e por terem sacrificado seu conforto para que eu pudesse superar as dificuldades de morar em uma cidade tão distante. Agradeço também à minha irmã, Beatriz Botelho, pelo apoio que recebi nos períodos em que a vida acadêmica parecia não corresponder às minhas expectativas.

Agradeço às minhas orientadoras, Fernanda Ostermann e Flavia Rezende, por suas críticas sinceras, freqüentes e implacáveis, pela sua paciência com os meus erros e teimosias, mas, sobretudo, pela amizade que construímos juntos.

Sou grato a todos os colegas do programa de pós-graduação que contribuíram, ainda que indiretamente, para a realização deste trabalho. Ao professor Cláudio Cavalcanti, pelas suas contribuições sempre bem humoradas. Ao professor Fernando Lang, por me ensinar a usar as ferramentas básicas do SPSS. À professora Teka e todos os servidores dos laboratórios de ensino do Instituto de Física por terem segurado as pontas no período em que eu estava correndo para acertar os detalhes finais dessa dissertação.

Enfim, agradeço a todos aqueles que não foram referidos explicitamente, por distração ou conveniência, mas que contribuíram definitivamente para a concretização deste trabalho.

Muito obrigado!

RESUMO

Na pesquisa brasileira em educação científica, há uma lacuna no que diz respeito ao interesse e à participação das mulheres na ciência. Recentemente, a pesquisa internacional tem apontado que diferenças no processo de socialização podem produzir nos homens e nas mulheres diferentes maneiras de conhecer o mundo. O presente trabalho busca investigar algumas diferenças e semelhanças entre estudantes de graduação em Física com respeito ao gênero. A fundamentação teórico-metodológica desta pesquisa está na teoria da mediação de Vigotski e na filosofia da linguagem do círculo de Bakhtin. A pesquisa contou com a participação de 22 estudantes de graduação em Física. Foi proposto a esses estudantes que debatessem sobre um tema da Física tão bem como suas visões de ciência. O uso que os estudantes fizeram da linguagem científica permitiu responder às seguintes questões: (1) Existe algum indício de que, quando discutem um tema de Física, homens e mulheres estão propensos a pensar de maneira diferente? (2) Existe alguma diferença entre homens e mulheres quanto às visões de ciência que carregam? (3) Existe alguma tendência entre os homens de dominar a situação do debate? Os resultados de pesquisa, ao mesmo tempo em que denunciam a dominação masculina, ilustram como as mulheres podem resistir a essa dominação. Enfim, a partir dessa pesquisa é possível defender a inclusão das mulheres na ciência não somente como uma questão de justiça social, mas como a saída mais vantajosa para a própria ciência, que poderá ganhar novas epistemologias e estilos de linguagem baseados nas maneiras tipicamente femininas de conhecer.

Palavras-chave: Disparidades de Gênero, Mulheres na Física, Visões de Ciência, Interações Discursivas.

ABSTRACT

There is a particular gap between Brazilian and international research in science education concerning women's attitudes toward and participation in the fields of science. Recently, international research has asserted that gender differences in socialization may produce different ways of understanding the world amid men and women. This study aims to investigate some differences and similarities between Physics' undergraduate students concerning gender. The theoretical framework that supports this inquiry is Vigotski's theory of mediation and Bakhtin's linguistic philosophy. This research was made on 22 Physics' undergraduate students. It was suggested that these students had a debate on some topic in Physics as well as their views of science. Students' use of scientific language let us respond the following questions: (1) Is there any sign that, while discussing physics, men and women are more likely to think in different ways? (2) Is there any difference between men and women concerning the views of science they support? (3) Are men more likely than women to dominate the debate? As well as stressing male domination, research results illustrate how women may resist to this domination. At last, from this research, it is possible to argue that an increase in women's participation in the fields of science and science education may result in new epistemologies and styles of language based on women's ways of knowing.

Keywords: Gender Disparities, Women in Physics, Views of Science, Discursive Interactions.

1 INTRODUÇÃO

1.1 A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA SOB A PERSPECTIVA SOCIOCULTURAL

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). As sucessivas falhas em encontrar o mecanismo psicológico universal pelo qual os alunos abandonariam racionalmente suas concepções alternativas fortaleceram a necessidade de introduzir na pesquisa educacional em ciências os aspectos sociais e culturais que vinham sendo sistematicamente evitados pela ênfase na aprendizagem como um fenômeno característico dos processos psicológicos individuais (AIKENHEAD, 1996).

Mas qual é o significado de adotar a perspectiva sociocultural na pesquisa em educação científica? Em primeiro lugar, significa perceber a ciência, a educação científica e a pesquisa em educação científica como atividades sociais conduzidas dentro de uma moldura cultural (LEMKE, 2001). Adotando esse ponto de vista, é necessário reconhecer a individualidade completa como algo irrealizável. Ninguém aprende ou produz conhecimento sozinho. A aprendizagem ocorre sempre mediada pela linguagem e situada em algum contexto sociocultural específico.

A teoria sociocultural propõe que atividades cooperativas só são possíveis porque todos nós crescemos e vivemos em organizações sociais de larga escala, tais como a família, a universidade, a igreja e o laboratório. É a vida no seio das comunidades associadas a essas instituições que fornece ao sujeito as ferramentas necessárias para dar significado ao mundo: a linguagem, os sistemas de crenças, as formas padronizadas de representar tão bem como os valores subjacentes às práticas sociais (LEMKE, 2001). O conjunto dessas ferramentas para viver constitui a cultura² de cada comunidade.

Tendo em vista que os cientistas não compartilham somente idéias abstratas sobre a natureza, mas uma linguagem específica, um conjunto de crenças que não estão dispostos a criticar, e um sistema de valores em torno dos quais organizam suas práticas institucionais, é possível concordar que a ciência não seja vista exclusivamente como um conjunto articulado de leis, modelos ou proposições abstratas, mas, sobretudo, como a *subcultura dos cientistas*. Igualmente, não faz sentido conceber o ensino de ciências como uma prática exclusivamente intelectual. A mente do estudante de ciências não se reduz a um conjunto de conceitos articulados em proposições. É constitutiva da educação científica a aquisição, em diversos graus, das normas, valores, crenças e atitudes convencionais da comunidade científica (AIKENHEAD, 1996). Enfim, o aprendizado de ciências pode ser entendido como a *aquisição de*

2 Eventualmente, para enfatizar a pluralidade de comunidades e seus tipos de cultura, é possível lançar mão do conceito de *subcultura* (AIKENHEAD, 1996).

cultura científica. O aluno que efetivamente aprendeu ciências é aquele que consegue se articular com mais facilidade nos espaços em que o ponto de vista da ciência é a perspectiva dominante.

1.2 A IMPORTÂNCIA DA LINGUAGEM NA ABORDAGEM SOCIOCULTURAL

Recentemente, estudos que investigam o papel da linguagem na aula de ciências têm se tornado cada vez mais freqüentes na pesquisa educacional (eg. DUARTE & REZENDE, 2008; LEMKE, 1990; PEREIRA, 2008; VIEIRA & NASCIMENTO, 2007). Essa mudança de direção na pesquisa sinaliza um afastamento da análise do processo psicológico individual em direção às maneiras como o conhecimento é desenvolvido por meio da linguagem no contexto social da sala de aula (SCOTT et al., 2006).

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 e aprendizagem. Com efeito, os resultados da pesquisa de Vigotski permitem relacionar mudanças na linguagem a mudanças de pensamento (WERTSCH, 1991) 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, uma limitação da teoria de Vigotski sobre a linguagem é que seus estudos não investigam como ela se modifica ao longo dos diversos campos da atividade humana (WERTSCH, 1991). Entretanto, ao acrescentar a filosofia da linguagem de Bakhtin (1981, 2003, 2006) à teoria da mediação de Vigotski (2001, 2003), é possível perceber de que maneiras o pensamento recebe os condicionamentos sociais por meio da linguagem.

Uma das contribuições da filosofia da linguagem de Bakhtin é apontar como a vida em sociedade se desdobra em linguagens e enunciados típicos (WERTSCH, 1991). Para Bakhtin, a cada campo da atividade humana correspondem tipos relativamente estáveis de enunciados que refletem as condições específicas e as finalidades de seus campos (2003). Dessa maneira, é possível conhecer as comunidades que constituem a sociedade por meio dos usos que fazem da linguagem e vice-versa. Em suma, a linguagem tem se tornado importante na abordagem sociocultural porque permite perceber as conexões entre o pensamento de um indivíduo e os diversos papéis sociais cumpridos por ele dentro das organizações sociais de larga escala que constituem a sociedade, tais como a família, os amigos, as instituições de ensino e pesquisa.

1.3 DESIGUALDADES DE GÊNERO NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

Entendidas como resultado de um conjunto de certas práticas sociais conduzidas dentro de uma moldura cultural, a ciência e a educação científica podem estar sujeitas às mesmas disparidades que caracterizam as relações de gênero, classe e etnia fora do laboratório e da escola. Afinal, nenhum desses espaços está completamente separado do resto da sociedade.

Com efeito, 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 (eg. 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 tende a repercutir sobre as experiências e as escolhas profissionais dos jovens. Com efeito, 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 gênero masculino.

Dessa maneira, o interesse e a facilidade de acesso que alguns homens eventualmente apresentam ao longo da sua trajetória científica não se deve 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.

Enfim, a importância dada ao processo de socialização torna a abordagem sociocultural o caminho natural da pesquisa sobre gênero em educação científica. Com efeito, a presente investigação, ao lado da literatura, reconhece que não há mais homens na ciência porque eles superem as mulheres em qualquer aspecto, mas porque as instituições científicas – tais como as

conhecemos hoje – funcionam de maneira a facilitar a entrada dos homens e dificultar o acesso das mulheres (FERREIRA, 2003; LEDERMAN, 2003).

Desde o princípio, é importante deixar claro que as diferenças e semelhanças de gênero discutidas neste trabalho não têm a mesma natureza das características fisiológicas e anatômicas por meio das quais é possível distinguir homens e mulheres. O que se quer dizer com isso? Que um indivíduo pode nascer com o sexo bem definido, mas suas características de gênero são consolidadas no contato com as outras pessoas (BEAUVOIR, 1980). Assim, avaliar o sucesso dos indivíduos na ciência com respeito ao gênero não envolveria a comparação das competências intelectuais inatas entre homens e mulheres, mas uma reflexão crítica sobre as maneiras com que as instituições de ensino e pesquisa em ciências têm facilitado o acesso de uns em detrimento de outros.

1.4 A INSERÇÃO DESTE TRABALHO NO QUADRO GERAL DA PESQUISA

A presente investigação está situada sob a perspectiva sociocultural e vem investigar algumas diferenças entre homens e mulheres com respeito aos usos que fazem da linguagem oral e escrita no contexto de um debate sobre filosofia da ciência e um tema da Física entre estudantes de graduação em Física. Como pressuposto, consideramos que uma análise detalhada dos usos da linguagem permite perceber as maneiras com que os indivíduos conhecem o mundo, quais são seus papéis dentro das organizações sociais de larga-escala em que vivem e como seu pensamento recebe os condicionamentos da vida social concreta.

O segundo capítulo desta dissertação apresenta uma revisão da literatura recente sobre gênero e educação científica. A partir dessa revisão é possível perceber que a pesquisa sobre gênero nos periódicos brasileiros sobre ensino de ciências constitui uma lacuna que, em alguns aspectos, o presente trabalho busca preencher.

Entre as pesquisas realizadas no exterior, as disparidades que mantêm a ciência e a educação científica sob o controle do homem branco encontram-se relativamente bem documentadas (LEDERMAN, 2003) e a tendência atual entre os pesquisadores é buscar uma maior incorporação das contribuições da teoria feminista para abordar essa questão (CRONIN & ROGER, 1999). Caminhando nessa direção, alguns autores afirmam que homens e mulheres podem estar mais propensos a desenvolver maneiras diferentes de conhecer como resultado do processo de socialização (ZOHAR, 2003, 2006). Assim, é possível que, ao fomentar a participação das mulheres na ciência, sejam introduzidas e fortalecidas novas tecnologias e epistemologias baseadas nas maneiras tipicamente femininas de conhecer (CRONIN & ROGER, 1999).

Entretanto, os trabalhos publicados nas melhores revistas internacionais não esclarecem

completamente como essas maneiras de conhecer relacionadas ao gênero constituem a linguagem científica e como seriam essas novas tecnologias e epistemologias relacionadas às mulheres. Por essas razões, surgem as duas primeiras questões que orientam a presente pesquisa: (1) Existe algum indício de que, quando discutem um tema de Física, homens e mulheres estão propensos a pensar de maneira diferente? Quais seriam esses indícios?; (2) Existe alguma diferença entre homens e mulheres quanto às visões de ciência que carregam? Em havendo, quais seriam tais diferenças?

A revisão da literatura também aponta que vários esforços vêm sendo feitos para caracterizar como a atuação do professor pode aumentar ou atenuar as disparidades de gênero nas aulas de ciências (PARKER & RENNIE, 2002; VOYLES et al., 2008). Contudo, não foi encontrado nenhum trabalho que tenha investigado a participação das mulheres em discussões sobre Física *na ausência* do professor.

Uma das características já documentadas pelas análises das interações discursivas nas aulas de ciências é que, na ausência do professor, um dos estudantes costuma conduzir as ações dos outros por meio de perguntas e avaliações, ocupando temporariamente o papel do professor (DUARTE & REZENDE, 2008; PEREIRA, 2008). Assim, o professor não precisa ser visto somente como uma pessoa, mas também como um papel social que, eventualmente, pode ser exercido pelos estudantes.

Tendo em vista a possibilidade de que o fomento à participação das mulheres enriqueça a ciência com novas epistemologias, é pertinente questionar em que medida os pontos de vista femininos estão sendo acolhidos ou marginalizados ao longo do processo educativo que forma os cientistas. Se, na medida em que passam a seguir carreiras científicas, as mulheres são masculinizadas ou marginalizadas, será muito improvável que seja atribuída alguma relevância às novas tecnologias e epistemologias relacionadas às maneiras tipicamente femininas de conhecer. Por essa razão, a presente investigação levanta sua terceira questão de pesquisa: (3) Como é o exercício do papel do professor entre os estudantes de graduação em Física? Existe algum tipo de monopólio masculino ou as mulheres compartilham com os homens essa posição de autoridade e destaque diante dos colegas?

1.5 A PRESENTE INVESTIGAÇÃO EM LINHAS GERAIS

A presente dissertação encontra-se dividida em sete capítulos e um apêndice: (1) Introdução; (2) Revisão da literatura; (3) Marco teórico-metodológico; (4) Procedimentos de pesquisa e codificação dos registros; (5) Análise e resultados de pesquisa; (6) Conclusão; (7) Referências; (A) Questionário.

No capítulo sobre a revisão da literatura são discutidas as publicações mais recentes

sobre gênero e educação científica encontradas nos periódicos nacionais e internacionais de maior destaque na pesquisa em ensino de ciências. De uma maneira geral, a pesquisa aponta que, apesar do processo de socialização se estender muito além dos muros da escola e da universidade, é possível que as instituições de ensino se planejem para combater com eficácia as disparidades de gênero que mantêm a ciência sob a dominação masculina, marginalizando as mulheres. Com efeito, é possível perceber ao longo da revisão como o processo de socialização constitui a chave da compreensão das disparidades de gênero na ciência e na educação científica. Por essa razão, é natural tratar a questão das mulheres na ciência sob a abordagem sociocultural.

Na seqüência, o terceiro capítulo introduz o marco teórico-metodológico que fundamenta a presente pesquisa. Trata-se de um referencial tipicamente sociocultural que emerge das contribuições de dois autores russos: Lev Semenovitch Vigotski (1896-1934) e Mikhail Mikhailovich Bakhtin (1895-1975). Enquanto Vigotski relaciona a linguagem ao pensamento, Bakhtin esclarece como os usos da língua variam de acordo com os diversos campos da atividade humana. Assim, por meio da linguagem, é possível estudar o funcionamento das organizações sociais de larga escala, o pensamento de um indivíduo e a relação entre ambos.

O quarto capítulo resume os procedimentos de pesquisa e codificação utilizados nesta investigação. A propósito, as questões de pesquisa levantadas na seção anterior foram respondidas com respeito a dois grupos de estudantes de graduação em Física. Foi aplicado aos estudantes um questionário sobre visões de ciência e sobre um tema da Física (ver Apêndice A). Em um primeiro momento, foi proposto que os estudantes discutissem com seus colegas as perguntas feitas no questionário. Suas interações discursivas foram gravadas e separadas para análise posterior. Em seguida, foi solicitado que os alunos redigissem suas respostas individuais ao questionário. Ao final, os registros escritos e audiovisuais foram codificados e submetidos à análise com o objetivo de responder às questões de pesquisa.

2 REVISÃO DA LITERATURA: GÊNERO E EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

Não é por acaso nem por erudição que os pesquisadores em educação científica têm empregado o conceito de *gênero* em lugar de *sexo*. A rigor, essas duas palavras carregam idéias distintas. Sexo compreende as diferenças que homens e mulheres apresentam do ponto de vista fisiológico e anatômico. A esse respeito, é possível argumentar que o sexo está definido desde o momento do nascimento. Em contrapartida, as diferenças de gênero são aquelas que têm raízes no *processo de socialização*, ou seja, nas maneiras com que homens e mulheres passam a integrar as comunidades que compõem a sociedade. Assim, a escolha do conceito de gênero – que ocorreu sem exceção em todos os artigos revisados – já sinaliza que os pesquisadores em educação científica têm adotado a perspectiva sociocultural para abordar a questão das mulheres na ciência.

2.1 METODOLOGIA EMPREGADA NA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A elaboração dessa revisão envolveu uma consulta sistemática aos periódicos nacionais e internacionais mais bem conceituados na pesquisa em ensino de ciências. Dentre os periódicos nacionais, foram consultados: *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*; *Ciência & Educação*; *Ensaio*; *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* e *Revista Brasileira de Ensino de Física*. Dos periódicos internacionais, foram consultados: *Investigações em Ensino de Ciências*; *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*; *Science Education*, *Journal of Research in Science Teaching* e *International Journal of Science Education*.

As revistas internacionais foram revisadas sistematicamente em busca de qualquer artigo sobre gênero no âmbito da educação científica com publicação entre 2005 e 2007. Alguns artigos com publicação no ano de 2008 foram incluídos. As publicações assim encontradas tiveram seus quadros de referência analisados com o objetivo de localizar as pesquisas mais citadas. Os artigos encontrados dessa maneira foram incluídos na revisão mesmo quando se tratavam de trabalhos publicados em revistas outras àquelas escolhidas. Ao final deste procedimento, a revisão contava com trinta e seis (36) publicações, em sua maioria, originadas em países de língua inglesa.

Devido à falta de publicações sobre gênero e educação científica no Brasil, as revistas de circulação nacional tiveram todos os seus volumes revisados até o ano de 2008. Mesmo estendendo o período de revisão ao máximo, foram encontrados somente três (03) artigos sobre gênero nesses periódicos.

Encerrado esse período de levantamento bibliográfico, seguiu-se a etapa de leitura e

categorização dos artigos. Devido à grande diversidade teórica e metodológica encontrada, as publicações foram organizadas com respeito aos seus resultados em torno de duas ênfases principais: (a) questões de gênero na educação científica formal; e (b) gênero e o processo de socialização fora da escola.

A ênfase na *educação científica formal* ocorre nos trabalhos que investigam o efeito diferenciado das práticas educativas sobre meninos e meninas. Pesquisas com essa ênfase buscam diagnosticar as abordagens didáticas e curriculares que têm efeito negativo sobre as meninas com o objetivo de propor ações capazes de incrementar significativamente o engajamento delas nas atividades da ciência escolar. Esses trabalhos indicam que, em parte, as disparidades de gênero nas aulas de ciências podem ser postas sob o controle do professor.

Em contrapartida, o processo de socialização não se limita à educação científica formal. Assim, algumas disparidades entre homens e mulheres escapam ao controle do planejamento educacional. Os estudos que investigam tais fatores alheios ao professor, mas muito presentes na sua vida diária, foram agrupados sob a categoria *gênero e o processo de socialização fora da escola*.

Com o objetivo de detalhar melhor a classificação, foram construídas subcategorias que serão discutidas ao longo da revisão. Artigos de cunho teórico serão discutidos ao final. É importante ressaltar que a categorização a seguir não é a única possível e que alguns trabalhos podem ter recebido mais ênfase de acordo com a abrangência dos seus resultados.

O primeiro resultado dessa revisão é que não há quase nenhuma publicação sobre gênero nos periódicos brasileiros da pesquisa em ensino de ciências. A saber, a maioria dos trabalhos que constituem a presente revisão vem de pesquisas feitas em países de língua inglesa como a Inglaterra, os EUA, o Canadá e a Austrália. Porém, apesar da variedade de pesquisas internacionais, as diferenças sociais, econômicas e culturais que nos separam desses países não nos permitem generalizar seus resultados para a população brasileira sem investigação específica.

Embora toda esta revisão esteja baseada na leitura de artigos publicados nos periódicos mais bem classificados na área de pesquisa em ensino de ciências e matemática, foi aberta uma exceção para a tese de doutorado de Tolentino Neto (2008). Nela foram publicados os primeiros resultados do projeto ROSE no Brasil. A importância e a natureza desse projeto serão introduzidas a seguir.

2.2 QUESTÕES DE GÊNERO NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA FORMAL

Em síntese, há duas dimensões ao longo das quais o planejamento e a execução das atividades de ensino podem variar prejudicando ou potencializando o engajamento das meninas

na ciência escolar. São estas: (a) a relação com o conteúdo; e (b) a relação com os colegas e o professor. Em geral, os artigos encontrados relatam que, quando essas dimensões não foram consideradas no planejamento e na execução das atividades de ensino, houve mais prejuízo para as meninas que para os meninos tanto em atitude quanto em desempenho.

2.2.1 A Relação com o Conteúdo

Devido ao processo de socialização, meninos e meninas chegam à escola com experiências de vida significativamente diferentes. Com efeito, as experiências anteriores dos estudantes são, em grande parte, responsáveis pelas preferências e pelo grau de confiança que eles apresentam com respeito à educação científica. Dessa forma, no momento em que as atividades educativas são planejadas, é necessário considerar que alguns temas podem provocar respostas diferentes em meninos e meninas.

Com o objetivo de conhecer como as experiências e preferências variam entre estudantes de todo o mundo com respeito ao gênero e ao acesso à leitura em casa, foi iniciado o projeto internacional Relevância da Educação Científica (ROSE). Tal projeto consiste basicamente na tradução e aplicação em larga escala de um questionário que permite investigar as experiências anteriores e a atitude³ de jovens estudantes frente à ciência⁴. Como todos os questionários são traduções adaptadas de um mesmo original, o projeto ROSE facilita o estudo comparativo entre os países – além do detalhamento das diferenças de gênero nesses países.

Embora o conhecimento das particularidades dos países seja necessário à pesquisa educacional em ciências, o projeto ROSE tem corroborado a idéia de que, na maioria dos países de cultura ocidental, as meninas apresentam mais familiaridade e interesse por *atividades orientadas a pessoas*. Ao aplicar o questionário ROSE sobre 583 estudantes na Grécia, Christidou (2006) percebeu que, em média, as meninas gregas demonstraram maior interesse pelos tópicos relacionados à biologia humana e à saúde. Já os meninos se mostraram mais interessados em ciência, tecnologia e o perigo que podem representar. Dentre suas experiências prévias mais comuns, as alunas reportaram mais familiaridade em praticar artesanato, culinária e em buscar informações sobre a natureza. Por outro lado, os meninos gregos estão mais familiarizados com computadores e trabalhos manuais.

Em um levantamento feito com 652 estudantes das cidades de São Caetano do Sul/SP e Tangará da Serra/MT, Tolentino Neto (2008) encontrou resultados semelhantes. Em média, as

³ Atitude: Embora a pesquisa educacional em ciências tenha empregado o construto de atitude de forma um pouco nebulosa (OSBORNE et al., 2003), é possível dizer que a atitude de um estudante frente à ciência se refere aos comportamentos, idéias e sentimentos que esse estudante apresenta com relação à ciência (KIND et al., 2007). Dessa maneira, tanto opção por se matricular em certas disciplinas optativas quanto o desejo de em seguir carreiras científicas indicam uma atitude mais positiva frente à ciência.

⁴ O questionário utilizado pelo projeto ROSE pode ser encontrado no endereço: www.ils.uio.no/english/rose/

meninas se interessaram mais por questões envolvendo primeiros socorros, doenças sexualmente transmissíveis, o tratamento do câncer e a natureza e significado dos sonhos. Enquanto isso, houve maior interesse médio entre os meninos brasileiros pelo funcionamento dos computadores e dispositivos eletrônicos de armazenamento de dados, a bomba atômica, buracos negros, supernovas, asteróides e a possibilidade de haver vida fora da Terra.

Nesse mesmo levantamento, Tolentino Neto (2008) pôde detectar as questões menos interessantes na opinião dos estudantes brasileiros. Foi característico das meninas apresentarem menor interesse, em média, por foguetes, satélites e viagens espaciais e como utilizar e consertar equipamentos elétricos e mecânicos. Em contrapartida, os meninos se interessaram menos por cirurgias plásticas e tratamento de beleza, o controle de natalidade e os métodos contraceptivos.

Também sob o projeto ROSE, Jones et al. (2000) investigaram as diferenças de gênero em termos das experiências prévias e das atitudes de 437 estudantes americanos com respeito à ciência escolar. Dentre os respondentes, os meninos reportaram mais experiências extracurriculares com baterias, brinquedos elétricos, fusíveis, microscópios e polias. Em contrapartida, as atividades mais citadas entre as meninas foram fazer pão, tricotar, costurar e plantar sementes. Entre os meninos, houve um maior interesse em bombas atômicas, átomos, carros, computadores, raios-X e tecnologia. Por sua vez, as meninas reportaram maior interesse em comunicação animal, arco-íris, alimentação saudável, meteorologia e AIDS. Quando questionados sobre suas carreiras futuras, os meninos deram mais importância à possibilidade de controlar pessoas, tornar-se famoso, ganhar muito dinheiro e ter um trabalho simples e fácil. Em contraste, foi mais comum entre as meninas o desejo de ajudar outras pessoas.

Além das pesquisas publicadas sob o projeto ROSE que não foram discutidas acima⁵, há outras investigações que chegam a resultados muito semelhantes (eg. MILLER et al., 2006). Em suma, a literatura deixa claro que as meninas, em média, têm mais familiaridade com atividades relativas ao cuidado com as pessoas e à manutenção da vida. Por outro lado, as experiências extracurriculares relacionáveis à Física têm maior ocorrência entre os meninos. Dessa forma, independente da abordagem didática escolhida, há uma tendência geral de que as meninas tenham mais dificuldade que os meninos em se interessar pelos conteúdos da Física escolar. Como o aproveitamento das disciplinas se correlaciona positivamente com a atitude frente a elas (WEINBURGH, 1995), é possível explicar por que o aproveitamento médio das meninas costuma ser inferior ao dos meninos nas disciplinas de ciências e matemática. A Tabela 2.1 ilustra essa diferença.

⁵ Todas as publicações em inglês relacionadas ao projeto ROSE podem ser encontradas no seguinte endereço eletrônico: <http://www.ils.uio.no/english/rose/publications/english-pub.html>

Tabela 2.1: Proficiência em Matemática e Ciências dos Alunos Brasileiros matriculados na 8ª série do ensino fundamental em 1999

	Meninas		Meninos		Razão-t
	Média	DP	Média	DP	
Matemática	248,46 (n=9469)	50,42	262,17 (n=8344)	51,46	17,91 (p<0,001)
Ciências	247,86 (n=9469)	48,06	256,41 (n=8344)	52,15	11,33 (p<0,001)

Esses dados, retirados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), referem-se a uma amostra que pôde ser considerada representativa do Brasil em 1999. Tais dados estão discutidos na literatura brasileira sobre educação em ciências (ARRUDA, 2002). Embora o hiato entre meninos e meninas esteja bem demarcado no Brasil, é necessário reconhecer que essa diferença não permite sustentar a existência de qualquer habilidade inata entre os homens para a ciência ou a matemática. Com efeito, o aproveitamento nas disciplinas se correlaciona com a atitude e na base da atitude está o processo de socialização.

Das alternativas que os pesquisadores propõem para fomentar o interesse das meninas na ciência escolar, a mais básica é investir na maleabilidade dos currículos de tal forma que os jovens estudantes possam entrar em contato com os temas científicos a partir das preferências que o processo de socialização fomentou (eg. FORD et al., 2006; ZOHAR, 2006). Uma alternativa nessa direção seria discutir nas aulas de ciências as contribuições da Física para o tratamento de doenças, a manutenção da saúde e o bem-estar das pessoas – temas de maior interesse entre as meninas. Como resultado, espera-se que tanto os meninos quanto as meninas tenham adquirido novas preferências e que essa mudança facilite a aprendizagem de outras formas tipicamente científicas de representar a natureza.

Além de apresentarem preferências pelos temas das ciências que dizem respeito ao bem-estar das pessoas e dos animais (JONES et al., 2000; MILLER et al., 2006), as meninas estão mais sujeitas que os meninos aos efeitos negativos de uma apresentação excessivamente abstrata do conteúdo. De uma forma geral, elas apresentam uma maior necessidade de entrar em contato com o conteúdo e sentir que os temas em estudo dizem respeito às suas vidas. Quando essa necessidade é satisfeita, as meninas tendem a apresentar maior sucesso e melhor atitude frente às disciplinas de ciências.

Em um levantamento feito nos EUA com 2.085 estudantes universitários, Hazari et al. (2007) investigaram em que medida as variáveis afetivas e os fatores da Física escolar (conteúdo, pedagogia e avaliação) influenciam o desempenho de homens e mulheres nas disciplinas de Física durante os primeiros semestres da graduação. Segundo essa pesquisa, a Física escolar centrada na *compreensão profunda dos tópicos* em lugar da *memorização mecânica do conteúdo* teve importância significativa no sucesso acadêmico das mulheres nas disciplinas introdutórias de Física.

A rigor, dentre os estudantes que reportaram ter passado por uma Física escolar centrada na compreensão profunda dos tópicos, o desempenho das meninas nas disciplinas de Física na graduação superou o desempenho dos meninos. Por outro lado, a Física escolar centrada na memorização parece ter beneficiado mais meninos que meninas no mesmo período (HAZARI et al., 2007).

Para explicar esse resultado, os autores recuperam a idéia de que os estudantes chegam à escola com experiências prévias e padrões de comportamento diferentes. As meninas, geralmente mais estudiosas e diligentes, não se beneficiam de uma prática pedagógica centrada em doutrinar a memória. Por outro lado, faltam às meninas algumas experiências prévias com temas freqüentemente abordados na Física. Essa deficiência, que as meninas apresentam *em média*, pode ser sanada com um ensino focalizado na compreensão dos conceitos científicos e seus contextos de aplicação. Segundo os autores, a situação dos meninos seria exatamente oposta (HAZARI et al., 2007).

Em uma investigação interpretativa conduzida sob a epistemologia da perspectiva feminista⁶ com estudantes de um curso de formação de professores para educação elementar nos EUA, Roychoudhury et al. (1995) destacaram a *conexão com a vida* como um aspecto essencial da forma como as próprias mulheres perceberam seu progresso ao longo do curso. A partir da análise dos registros, as autoras sustentam que, se as garotas não têm a oportunidade de relacionar a ciência com suas próprias vidas, elas se tornam mais propensas a se afastar da área.

Ao contrário das mulheres, os homens se mostraram pouco entusiasmados com os resultados do curso e preferiram avaliar seu progresso a partir de critérios diferentes. De acordo com eles, as atividades desenvolvidas contribuíram essencialmente para uma melhor compreensão e aplicação dos conceitos. Segundo as autoras (op. cit.), essa falta de entusiasmo dos homens pode ser atribuída à constituição social dos papéis masculinos. Na sociedade ocidental, os homens aprendem a não expressar emoções; logo, seria indesejável se eles avaliassem o próprio aprendizado em termos dos seus sentimentos. Com efeito, se é correto dizer que o apelo à objetividade e à rejeição das próprias emoções constitui a epistemologia subjacente à subcultura da ciência, então essa mesma subcultura reforça o exercício dos papéis masculinos, e vice-versa.

Com o objetivo de investigar como os professores universitários de ciências desencorajam mulheres de cor a prosseguir em suas carreiras, Johnson (2007) realizou entrevistas e acompanhou pessoalmente as experiências acadêmicas de dezesseis estudantes negras, latinas e indianas em uma universidade predominantemente branca no oeste dos EUA.

A autora relata que a grande questão das aulas de ciências observadas era insistir com

⁶ Atualmente, a *epistemologia da perspectiva feminista* é a mais influente das três tendências do pensamento feminista identificadas por Harding (1986) com respeito à ciência. Caracteriza-se pela asserção de que as mulheres têm maneiras de conhecer baseadas nos papéis que cumprem na sociedade e que, sendo assim, elas podem contribuir para a ciência com epistemologias e tecnologias características desse ponto de vista que elas carregam (CRONIN & ROGER, 1999).

os alunos que toda a informação científica cabe em um quadro geral e articulado de idéias. Essa preferência dos professores por enfatizar as formas abstratas de representar a natureza, em detrimento dos possíveis desdobramentos práticos do conteúdo, terminou desencorajando muitas das meninas que participaram do estudo. Ao apresentar todas as minúcias de uma reação química complexa, é provável que o professor não estivesse desdenhando das aplicações práticas da ciência. Contudo, foi exatamente essa a mensagem que algumas alunas inferiram das aulas em que a ciência era apresentada como um conhecimento com finalidade em si mesmo (Johnson, 2007).

Com o objetivo de avaliar as contribuições que uma experiência científica concreta pode oferecer às crianças de dez a onze anos, Jarvis e Pell (2005) investigaram as mudanças na atitude frente à ciência escolar de um grupo de meninos e meninas após terem visitado o Centro Espacial Nacional do Reino Unido.

Antes da visita, as meninas demonstraram menos entusiasmo que os meninos pela ciência e pelo espaço. Após a visita, o interesse pelo espaço aumentou para todos os alunos, mas esse aumento foi mais expressivo entre as meninas, reduzindo a disparidade de gênero. Por outro lado, em comparação com as meninas, os meninos apresentaram uma atitude mais negativa frente à ciência em um contexto social antes da visita. Após a visita ao Centro Espacial, os meninos avançaram mais que as meninas na relação entre ciência e sociedade (JARVIS & PELL, 2005).

Embora meninos e meninas possam apresentar diferenças bastante estáveis em termos dos seus interesses e preferências ao longo de todos os momentos da sua vida, a visita ao Centro Espacial Nacional ilustra como uma atividade prática pode atuar de formas diferentes e igualmente positivas sobre meninos e meninas, suavizando alguns aspectos das suas desigualdades.

Em suma, outra recomendação da pesquisa educacional em ciências para potencializar o engajamento das meninas é que o ensino seja baseado em atividades concretas e direcionadas a uma compreensão profunda dos conceitos científicos em lugar de uma memorização mecânica. Em acréscimo, a ênfase nas situações em que os conceitos encontram suas origens e seus desdobramentos práticos potencializaria a relação íntima que as meninas geralmente desejam ter com o conteúdo. Enfim, na medida em que as aplicações práticas do conhecimento dialogarem com os valores que já fazem parte da subcultura dessas meninas, aumenta a chance de ocorrer um ganho em interesse e desempenho.

2.2.2 A Relação com os Colegas e o Professor

Tão importante quanto a possibilidade de entrar em contato íntimo com a realidade prática do conteúdo, também é necessário que o ambiente de aprendizagem seja mais colaborativo e pouco competitivo. Ao lado dessa necessidade, poder entrar em contato pessoal com o professor também repercute positivamente sobre a atitude das meninas frente às disciplinas de ciência.

Na investigação desenvolvida por Johnson (2007), muitas alunas de graduação relataram um desejo de conhecer seus professores não somente enquanto profissionais, mas também como pessoas. Segundo essas estudantes, aulas com muitos alunos faziam com que elas se sentissem a platéia de um espetáculo. Muitas alunas nesse estudo buscaram cursos de graduação relacionados à ciência como uma forma de usar seus talentos para ajudar os outros, particularmente nas carreiras biomédicas. Essas mulheres encontraram no ambiente impessoal das salas-auditório uma inconsistência entre seus objetivos e os meios que a universidade lhes oferecia para realizá-los. Para poder um dia trabalhar pela realização *pessoal* dos outros seria necessário sobreviver ao tratamento *impessoal* da universidade e das aulas de ciência, onde elas não eram mais que um rosto na platéia.

Em um estudo etnográfico de três anos, Seymour (1995) investigou as razões específicas pelas quais mulheres habilidosas abandonam os cursos de graduação em ciência, matemática e engenharia. Nessa pesquisa foram entrevistados um total de 460 estudantes de alto rendimento entre homens e mulheres em seis instituições americanas de ensino superior. Entre outros resultados, a autora percebeu que, a maioria dos homens e das mulheres tem expectativas e critérios de avaliação diferentes em relação aos professores.

Embora o descontentamento com as salas-auditório seja quase universal, esse estilo de aula foi apontado como um problema pelos homens devido ao seu efeito negativo sobre as notas e pelo fato de ser exercido majoritariamente por professores menos qualificados. Em contrapartida, as mulheres se queixaram principalmente da dificuldade de conhecer o professor como pessoa.

Para a maioria das mulheres, o bom professor seria uma pessoa acessível, agradável, amigável, paciente e interessado na forma como o aluno responde. Ao contrário das mulheres, os homens não se mostraram tão preocupados com as qualidades pessoais do professor. Para eles, o bom professor é entusiasmado, interessante, divertido de se escutar, claro em suas explicações, eficiente em propor analogias. Segundo os homens entrevistados, também é positivo que os professores enfatizem a aplicação prática do conteúdo e que tragam experimentos para a sala de aula. A partir desses resultados, a autora (SEYMOUR, 1995) sustenta que a possibilidade de diálogo pessoal com o professor deve ser um fator crítico para que as mulheres tenham melhor desempenho nas disciplinas e desenvolvam níveis de confiança

adequados à competitividade predominante nos cursos de graduação em ciências, matemática e engenharia.

Com respeito à análise de um curso de Física centrado na experiência direta e nas atividades em grupo, Laws et al. (1999) relataram que algumas mulheres acharam desgastante trabalhar ao lado de pessoas muito assertivas. Devido ao processo de socialização, é comum que as mulheres sejam um pouco mais sensíveis à opinião dos colegas que os homens. Assim, no âmbito da pesquisa em gênero, colaboração e atividade em grupo não podem ser vistos como sinônimos, pois não é sempre que tais atividades proporcionam o clima de aceitação necessário a várias das mulheres que cursam disciplinas científicas.

Em um estudo realizado nos cursos de pós-graduação dos departamentos de química e biologia em uma universidade americana, Ferreira (2003) investigou as diferenças na evasão dos estudantes (homens e mulheres) desses departamentos. A análise dos dados quantitativos indicou uma maior evasão no departamento de química em comparação com o de biologia. Em ambos departamentos, a evasão das mulheres superou significativamente a evasão masculina.

Como um resultado de pesquisa, a autora sustenta que a cultura no departamento de química foi baseada nas normas culturais tradicionais masculinas da competição, do individualismo e da agressividade. Os alunos que puderam se ajustar a esse ambiente competitivo tiveram sucesso na carreira acadêmica enquanto aqueles que não se mostraram aptos, se afastaram. Esse ambiente competitivo, combinado com a falta de professoras que pudessem servir de modelo às jovens alunas, teve um efeito desmoralizante sobre as mulheres que permaneceram no curso (FERREIRA, 2003).

Com o objetivo de estudar um programa voltado para mulheres na ciência, engenharia e matemática (PWISEM), Kahveci et al. (2008) se dedicaram a investigar como esse programa influenciou a permanência das mulheres nessas carreiras.

O PWISEM foi planejado com o objetivo de criar um ambiente que encorajasse as garotas a se desenvolverem em suas carreiras pela interação constante com os professores, pesquisadores e colegas de curso. A comunidade envolvida no programa daria suporte às alunas de várias maneiras. Por exemplo, as alunas mais antigas, junto com as professoras do programa, serviriam de modelo para as alunas recém-chegadas. Também foram organizadas atividades com palestrantes convidados, viagens de campo, aulas especiais, orientação, tutoria, experiências de pesquisa e premiações pelo sucesso acadêmico. Segundo as autoras (Kahveci et al., 2008), o programa foi eficiente em dar suporte acadêmico e emocional às alunas recém-chegadas por desenvolver nelas um senso de coletividade mais amplo que abarcava toda a comunidade projetando essas novas alunas para a atuação legítima nas áreas de ciência, engenharia e matemática.

As pesquisas discutidas até agora indicam que alguns aspectos da relação com os colegas e o professor são especialmente relevantes quando se deseja uma participação mais equilibrada de mulheres e homens nas atividades educacionais de ciências. De uma forma geral,

a troca de experiências e o contato mais íntimo entre os estudantes potencializam o engajamento feminino. Contudo, quando o clima de aceitação e colaboração não ocorre nos corredores e nas salas de aula, a maioria das mulheres tende a se decepcionar e abandonar as carreiras científicas em curso.

É importante para a maioria das meninas a sensação de estarem conectadas tanto ao conteúdo em seus desdobramentos práticos como às pessoas em sua individualidade. No entanto, diferente da relação com o conteúdo, a qualidade das relações interpessoais são mais difíceis de controlar por meio do planejamento didático. Por exemplo, não há garantia de que, colocando os estudantes para trabalhar em grupo, eles evitem a competição constituindo um ambiente realmente colaborativo.

Nessa direção, faz sentido introduzir outro tópico importante na pesquisa sobre gênero na educação científica: a questão dos grupos homogêneos quanto ao sexo. Alguns autores recomendam separar os meninos das meninas nas atividades em grupo como uma forma de evitar que a competitividade seja plantada entre as alunas, prejudicando-as (PARKER & RENNIE, 2002; VOYLES et al., 2008). Esses mesmos autores sustentam que a separação dos estudantes em grupos do mesmo sexo facilita a implementação de estratégias didáticas capazes de atuar sobre as deficiências específicas tanto dos meninos quanto das meninas, reduzindo as desigualdades para benefício de todos. Em contrapartida, há autores mais cautelosos que sustentam a falta de evidência para que os grupos homogêneos sejam preferíveis aos heterogêneos⁷. Nos parágrafos seguintes os resultados dessas pesquisas serão discutidos.

A discussão sobre as potencialidades e deficiências das abordagens educativas baseadas em grupos de alunos do mesmo sexo é bastante antiga e envolve ativamente alguns países como Estados Unidos, Grã-Bretanha e Austrália. Nos EUA, devido à impossibilidade legal de criar turmas homogêneas nas escolas públicas, a pesquisa ficou restrita ao estudo do funcionamento de grupos de trabalho homogêneos dentro de salas heterogêneas. Na Grã-Bretanha e na Austrália, no entanto, onde esses limites legais não existem, houve várias iniciativas que envolveram turmas inteiras formadas por alunos do mesmo sexo.

No oeste da Austrália, por exemplo, o Ministério da Educação iniciou um projeto piloto de educação em turmas homogêneas (SSEPP) no ano de 1992. Além de separar os alunos em turmas do mesmo sexo, o projeto providenciou treinamento continuado para que os professores aproveitassem a homogeneidade das turmas para implementar estratégias capazes de potencializar o interesse e o sucesso das meninas nas disciplinas de ciências e matemática.

Como uma forma de avaliar os resultados desse projeto, Parker e Rennie (2002) investigaram as circunstâncias sob as quais os professores de ciências conseguiram fomentar o engajamento das meninas nas turmas homogêneas. Como resultado geral, os autores sustentam que a organização dos estudantes em turmas do mesmo sexo permitiu aos

⁷ Ver AAUW (1998). Separated by sex: A critical look at a single-sex education for girls. Washington, DC: Author.

professores implementar mais efetiva e prontamente as estratégias educacionais previstas.

Nessa pesquisa (PARKER & RENNIE, 2002), as inferências com respeito ao sucesso das estratégias educacionais foram feitas principalmente a partir dos comentários dos professores participantes do SSEPP, das respostas dos alunos a um questionário escrito e das observações diretas dos pesquisadores. Entre todos os respondentes, houve um acordo quase universal de que as turmas de garotas constituíram ambientes mais agradáveis que as turmas em que havia garotos. Nas turmas homogêneas femininas, foi percebido que as garotas participaram mais, foram mais extrovertidas, tiveram mais interações com o professor e foram menos incomodadas por outros estudantes em comparação com as turmas heterogêneas.

Nas turmas de garotos, as reações foram mais variadas. A maioria deles foi ambivalente quanto à satisfação de estar estudando em uma turma homogênea. No entanto, vários alunos relataram que a separação por sexo lhes rendeu mais liberdade na sala de aula para falar sobre 'coisas de homens' sem serem incomodados pela presença das meninas. A tendência dos meninos de falar mais sobre assuntos pessoais nas salas homogêneas foi confirmada pelos professores (PARKER & RENNIE, 2002).

Com respeito às atividades orientadas à realização de tarefas, as turmas homogêneas masculinas constituíram um grande desafio devido à falta de disciplina e diligência dos meninos. Em algumas escolas, esse problema predominou durante todo o projeto ao lado da falta de ânimo dos professores em dar aula para turmas masculinas. No entanto, na maioria das escolas, as turmas de meninos se tornaram ambientes de aprendizagem construtivos e produtivos.

Vários professores perceberam as turmas homogêneas masculinas como uma oportunidade de trabalhar diretamente sobre as deficiências comuns aos meninos, como a questão do trabalho colaborativo e da comunicação oral e escrita. Ao final do projeto, alguns professores chegaram a afirmar que os meninos em salas homogêneas são mais fáceis de lidar que em salas heterogêneas (PARKER & RENNIE, 2002). Em suma, os autores sustentam que tanto os meninos quanto as meninas se beneficiaram das turmas de estudantes do mesmo sexo.

Quase ao mesmo tempo em que o SSEPP se desenvolvia na Austrália, do outro lado do Pacífico, a Associação Americana de Mulheres Universitárias (AAUW) também investigava o efeito das turmas homogêneas na aprendizagem de ciências. Em 1998, a AAUW publicou que, embora existam registros sustentando que as turmas homogêneas realmente beneficiem alguns estudantes em algumas circunstâncias, não há evidência de que a separação entre meninos e meninas seja preferível à educação conjunta.

Segundo a AAUW, os professores de ciências tendem a dar mais atenção aos meninos que às meninas de várias formas. A tendência mais geral é que, em turmas com muitos estudantes, os professores atendam mais prontamente às intervenções dos menos sensíveis e mais assertivos, privilegiando os garotos. Com efeito, essa parcialidade dos professores já foi detectada em uma variedade de situações (VOYLES et al., 2008):

- (a) Alguns professores tendem a dar menos elogios e críticas às meninas, deixando as perguntas mais desafiadoras para que os garotos respondam;
- (b) Em geral, os professores tendem a perguntar a opinião dos garotos com mais frequência, aceitam suas interrupções mais prontamente e acompanham por mais tempo o que os garotos têm a dizer durante as aulas;
- (c) Também é comum que os professores de ciências ajudem as meninas fazendo por elas, enquanto, com os garotos, os mesmos professores se limitam a dar orientações esperando que os meninos encontrem seu próprio caminho.

Com o objetivo de avaliar a interação professor-aluno com respeito ao gênero, Voyles et al. (2008) investigaram um curso de robótica para secundaristas em uma universidade no meio-oeste dos EUA. Nesse curso, os estudantes foram divididos em tríades homogêneas quanto ao sexo com o objetivo de construir um pequeno robô com peças de Lego[®]. As interações professor-aluno foram gravadas e analisadas.

Como resultado geral, os pesquisadores perceberam que os professores abordavam os grupos de meninos e meninas de formas qualitativamente distintas. Em contrapartida, os professores não se consideraram parciais ou preconceituosos. Eles explicaram essa diferença na abordagem como função das diferenças que dizem respeito aos próprios alunos.

Como as meninas se mostraram mais diligentes e atentas às instruções, as interações de correção precisaram ser mais frequentes entre os meninos. Foi percebido, também, que as meninas manifestavam suas dúvidas mais imediatamente, reduzindo a necessidade de interações iniciadas pelos professores. Em acréscimo, como elas apresentaram menos experiências prévias relacionadas à construção de robôs de brinquedo, os professores fizeram mais por elas e menos pelos meninos, esperando que eles conseguissem encontrar o próprio caminho com mais autonomia.

Segundo os professores, suas intervenções visavam minimizar os efeitos das diferenças entre meninos e meninas no resultado final das atividades. De fato, ao final do curso, não foi detectada disparidade em termos de atitude ou desempenho entre meninos e meninas (VOYLES et al., 2008). Enfim, esse trabalho ilustra como as interações professor-estudante podem ser administradas com o objetivo de reduzir as disparidades de gênero.

Segundo os autores, os resultados encontrados também suportam a hipótese de que tanto os meninos quanto as meninas se beneficiam da educação científica em grupos homogêneos quanto ao sexo (VOYLES et al., 2008). Com efeito, meninos e meninas chegam à escola com potencialidades e deficiências diferentes devido ao processo de socialização. Para que a educação científica proporcione oportunidades iguais a homens e mulheres em todos os momentos das suas vidas, é necessário planejar as atividades educacionais em ciências de tal forma que as deficiências relacionadas ao gênero sejam corrigidas, reduzindo as disparidades. Em outras palavras, para que homens e mulheres tenham igualdade de oportunidades, é

necessário que a educação científica seja planejada para provocar resultados diferentes. No entanto, a asserção de que esses resultados sejam mais facilmente obtidos em turmas do mesmo sexo ainda é uma questão que a pesquisa não resolveu.

2.3 GÊNERO E O PROCESSO DE SOCIALIZAÇÃO FORA DA ESCOLA

Nesta seção, são discutidos os resultados de pesquisa sobre gênero na educação científica que estão mais relacionados ao processo de socialização *fora* da escola. Assim, as disparidades de gênero apontadas por essas pesquisas não parecem estar sob controle do planejamento educacional. Em síntese, tais resultados puderam ser organizados em torno de três focos. São estes: (a) A imagem que os estudantes têm dos cientistas; (b) O papel da família e dos amigos; (c) A questão da identidade feminina. Cada um desses será discutido detalhadamente nas subseções a seguir.

2.3.1 A Imagem que os Estudantes Fazem dos Cientistas

De modo geral, o estereótipo do cientista é incongruente com os valores e as práticas que o processo de socialização fomenta nas meninas e essa incongruência parece ser um fator crítico no interesse e na participação das mulheres nas profissões de ciência, engenharia e matemática. Há algum tempo, a imagem que os estudantes fazem dos cientistas vem sendo documentada pela pesquisa educacional em ciências (LOSH et al., 2008). O método de investigação mais popular nesse tipo de pesquisa é o teste “desenhe um cientista”, muito adequado aos estudantes em educação elementar. O teste é bastante auto-explicativo. Ele consiste em solicitar que os alunos desenhem um cientista e que expliquem o seu desenho logo em seguida.

Losh et al. (2008) discutiram algumas questões metodológicas, criticando o teste “desenhe um cientista”. Para esses autores, solicitar que as crianças desenhem somente cientistas tem levado a conclusões ambíguas. Com o objetivo de ilustrar um método alternativo que resolva essa fragilidade, realizou-se uma investigação com 206 estudantes de educação elementar de vários sexos, etnias e idades. Foi solicitado aos estudantes que desenhassem não somente cientistas, mas professores e veterinários. Segundo os autores, as conclusões emergem com mais consistência a partir do contraste entre a figura do cientista com os outros profissionais representados.

De uma forma geral, os professores foram representados por figuras agradáveis e

femininas enquanto os cientistas, por figuras masculinas e pouco atraentes. Os desenhos corroboram a idéia de que os cientistas têm um problema crítico de imagem em meio aos estudantes.

Em outro estudo, planejando determinar os fatores mais influentes sobre a escolha das garotas em favor da ciência, Baker e Leary (2003) entrevistaram quarenta alunas de uma escola primária norte-americana sobre seus sentimentos a respeito da ciência, seu interesse em seguir carreiras científicas, o apoio dos amigos e dos pais e a forma como a ciência é ensinada na escola.

Ao lado dos resultados gerais, os autores perceberam que as carreiras baseadas em Biologia foram consideradas menos científicas que aquelas ligadas à Física e Química (BAKER & LEARY, 2003). Para as meninas que participaram do estudo, enquanto o biólogo é somente um *cientista*, o químico e o físico são *cientistas cientistas* – duas vezes, como se a Biologia fosse um tipo de ciência *lato sensu*. Tradicionalmente, a biologia é vista pelas garotas como uma área mais amigável, que envolve o cuidado com a vida, enquanto a Física aparece relacionada com guerra e destruição (JONES et al. 2000). Assim, ao mesmo tempo em que a Biologia é considerada menos científica pelas garotas, ela também é percebida como uma área mais interessante e menos masculina.

Em um estudo exploratório realizado em um curso de pós-graduação não-tradicional, Buck et al. (2006) examinaram a autodefinição de oito mulheres envolvidas com pesquisa nas áreas de ciência, matemática e engenharia. Durante as entrevistas em grupo, as participantes discutiram suas percepções sobre o papel do cientista observando que alguns aspectos dessas percepções mudaram ao longo da escolarização enquanto outros permaneceram estáveis. As participantes reconheceram a existência de uma imagem canônica do cientista, mas preferiram sustentar uma visão um pouco mais ampla que a estereotipada.

Segundo as estudantes, além de ser masculinizado, o estereótipo do cientista supõe uma pessoa sem vida privada e pouco sociável. A partir dessa afirmação, as participantes criticaram sistematicamente a necessidade de abrir mão da vida pessoal para serem reconhecidas como pesquisadoras competentes. Assim, surge a questão do equilíbrio.

De acordo com as participantes, “ser cientista”, “ter vida pessoal” e “ser mãe de família” não constituem papéis mutuamente excludentes. As participantes concluíram que poderiam ter todas essas coisas desde que buscassem o equilíbrio entre a vida pessoal e a vida profissional. Em qualquer outro contexto, as conclusões dessas mulheres poderiam até parecer obviedades, porém, na ciência, a questão do equilíbrio pessoal-profissional é bastante crítica.

Em um levantamento publicado pelo Grupo de Trabalho sobre Mulheres na Física da IUPAP em 2001⁸, foi ressaltado que as exigências da carreira científica atrapalham ou mesmo impedem que algumas mulheres se casem e tenham filhos. Segundo o Grupo de Trabalho, uma

⁸ Para mais informações, acesse a página do Grupo de Trabalho sobre Mulheres na Física da IUPAP: <http://www.iupap.org/wg/wip/index.html>

quantidade significativa de mulheres relatou que seus casamentos interferem no seu trabalho. Em acréscimo, quando comparadas às suas colegas, as mulheres que têm filhos foram mais propensas a reconhecer que suas carreiras progrediram mais lentamente.

Dessa forma, apesar das dificuldades impostas pela vida acadêmica, foi importante que as estudantes de pós-graduação envolvidas na pesquisa de Buck et al. (2006) tenham insistido na importância de não deixar suas vidas pessoais para segundo plano. Ao lado deste resultado, o estudo comparativo de Seymour (1995) acrescenta que esse cuidado com o equilíbrio entre as questões pessoais e profissionais concerne principalmente às mulheres.

2.3.2 O Papel da Família e dos Amigos

Ao desenvolver a idéia da ciência como *subcultura* e da aprendizagem como *travessia de fronteira* dentro da subcultura da ciência, Aikenhead (1996) aponta a congruência entre a subcultura da ciência escolar e as subculturas da família e dos amigos como fator crucial na aquisição das idéias, valores e práticas tipicamente científicas. Com efeito, algumas pesquisas recentes têm discutido a influência de familiares e amigos na escolha das disciplinas eletivas, das carreiras e na permanência nos cursos de graduação. O conjunto desses resultados permite sustentar que o apoio da família é crucial para que as mulheres desenvolvam atitudes positivas frente às disciplinas de ciências.

Em um levantamento feito em três momentos diferentes com 987 estudantes secundaristas holandeses, van Langen et al. (2006) investigaram a influência das características do aluno, da sua família e da escola na opção em favor da ciência escolar. Como variável dependente, os autores adotaram o número de disciplinas científicas eletivas que os alunos escolhiam cursar em um estágio correspondente ao ensino médio brasileiro. Dentre as variáveis familiares que constituíram o modelo final, etnia e grau de escolaridade dos pais foram os fatores mais significativos.

Como resultado geral, a escolha das garotas pela ciência escolar foi diretamente influenciada pelas variáveis familiares enquanto a escolha dos garotos não. Em primeiro lugar esse resultado indica que meninos e meninas, em média, experimentam relações familiares diferentes e que essa diferença repercute nas atitudes deles frente à ciência escolar. Por outro lado, esse resultado indica que, entre as meninas, há uma variabilidade significativa que não foi considerada até agora.

Com efeito, o padrão tipicamente feminino que foi discutido até o presente momento desta revisão, caracterizado pela atitude negativa em relação à ciência escolar, não foi encontrado entre as meninas como um todo. Por exemplo, a preferência feminina pela ciência escolar foi muito semelhante à masculina quando consideradas somente as alunas de etnia não-

minoritária e filhas de pais com alto nível educacional. Foi mais especificamente entre as famílias de etnia não-minoritária e de baixo nível educacional que as discrepâncias masculino/feminino estiveram mais acentuadas. Esse resultado será discutido no final do capítulo. Por agora, basta enfatizar que homens e mulheres recebem as influências familiares de formas significativamente diferentes.

Em sua pesquisa sobre a evasão nos cursos de ciência, engenharia e matemática, Seymour (1995) percebeu que a diferença mais pronunciada entre homens e mulheres não está nas razões pelas quais os estudantes abandonam seus cursos, mas nos seus motivos de entrada. Em análise retrospectiva, muitas mulheres destacaram a influência da família, dos professores e de outros adultos na sua escolha profissional. Porém, no início do curso, as mulheres tinham menos clareza que os homens a respeito das razões, benefícios e obstáculos envolvidos na escolha de suas carreiras.

Embora as mulheres tenham apresentado uma visão prévia menos sistematizada das próprias expectativas em relação aos cursos de sua escolha, quando chegavam à conclusão de que estavam insatisfeitas, a decisão por mudar de curso era tomada muito mais facilmente por elas que pelos homens. De uma forma geral, as mulheres apresentaram uma maior facilidade de se livrar dos compromissos considerados por elas menos interessantes ou relevantes. Segundo a autora, além de estarem mais propensas a mudar seus objetivos profissionais, as mulheres pareceram ter mais suporte familiar quando decidem abandonar as carreiras de ciência, matemática e engenharia. A pressão social que os jovens homens recebem de suas famílias, em geral, os mantém ligados às suas carreiras durante os períodos de dúvida, reduzindo a chance de evasão. Entre as mulheres, porém, as pressões familiares são menos intensas e mais favoráveis à evasão. Algumas mulheres relataram terem combatido essas influências, afirmando sua escolha pelas carreiras em ciência, engenharia e matemática para que conseguissem chegar ao final do curso.

Em um estudo com crianças na educação infantil, Andre et al. (1999) investigaram como as expectativas dos pais se refletem na consolidação das preferências e competências percebidas pelas crianças. De um modo geral, foi observado que os estereótipos de gênero são mais tênues entre as crianças mais novas (5 a 9 anos) e vão se consolidando na medida em que avança o ensino fundamental (9 a 12 anos).

Dentre os conteúdos ministrados na escola elementar, os pais reconheceram principalmente a importância da matemática e da leitura tanto para as crianças mais novas quanto para as mais crescidas. Porém, com respeito à ciência, algumas diferenças emergiram. Além de ser apontada como uma disciplina mais importante para os garotos que para as garotas, em média, os pais dão menos importância à ciência quando têm filhas mais novas. Segundo os pais, filhos homens são mais habilidosos com a ciência que filhas mulheres.

Dessa forma, embora as opiniões dos pais estejam claramente ligadas ao estereótipo que aproxima os homens da ciência e afasta as mulheres, as crianças não refletiram diretamente

o discurso dos pais. Somente entre as crianças mais velhas (9 a 12 anos) foram percebidas diferenças significativas de interesse e auto-imagem. Os estudantes com idades de 5 a 9 anos não perceberam diferenças nas suas habilidades para leitura, Matemática, Biologia ou Física.

Enfim, os resultados dessa pesquisa permitem sustentar que as diferenças atitudinais mais cruciais entre meninos e meninas com implicações para a educação científica se consolidam ao longo do ensino fundamental e refletem as expectativas dos pais e familiares. Segundo os autores (ANDRE et al. 1999), é necessário que as intervenções para o aumento do acesso feminino à ciência envolvam a participação dos pais e sejam feitas também nos primeiros anos de escolarização.

2.3.3 A Questão da Identidade Feminina

O estudo das formas tipicamente femininas de construir identidades sociais tem permitido explicar tanto o desinteresse das meninas pela ciência escolar como os conflitos que as mulheres precisam enfrentar para sobreviver aos cursos de ciências, engenharia e matemática.

As identidades pessoais não são necessariamente simples ou estáveis. A cada papel social que o sujeito desempenha subjaz uma identidade e, com ela, um conjunto de significados e valores que geralmente apresenta incongruências com outros papéis. A regra geral é que as pessoas aspirem participar de diferentes comunidades simultaneamente. Por essa razão, é necessário que o sujeito resolva as incongruências entre suas identidades estabelecendo prioridades de forma que somente os papéis colocados em primeiro lugar estejam mais propensos a ser invocados em situações de conflito (BUCK et al., 2006).

Alguns estudos recentes têm se dedicado à forma como homens e mulheres organizam suas identidades e como resolvem os conflitos entre os papéis que exercem. Por exemplo, homens acreditam com mais frequência que os papéis associados às suas carreiras *complementam* seu papel de provedor dentro das famílias. Por outro lado, é mais comum entre as mulheres considerar que os papéis profissionais entram em *conflito* com os papéis familiares. Conforme já foi discutido, equilibrar os compromissos profissionais com a vida pessoal e familiar é um ponto crítico para as mulheres que seguem carreiras científicas.

Uma característica do construto de identidade é tratar com eficiência os fatores individuais e coletivos imbricados nas escolhas do sujeito. Se, por um lado, os indivíduos não são completamente livres para se tornarem aquilo que quiserem, por outro, a sociedade toda não define a pessoa. Assim, embora a construção das identidades seja um processo individual, ela está sempre situada na sociedade (BRICKHOUSE et al., 2000).

Sob essa perspectiva, Brickhouse et al. (2000) investigaram como o engajamento das meninas nas atividades da ciência escolar constitui o processo de formação de identidades. Para

o estudo, foram escolhidos quatro casos-limites de garotas que se destacaram no interesse pela ciência. A análise dos casos ilustra como garotas reais podem se desviar das características tipicamente femininas apontadas pela pesquisa educacional em ciências.

Entre suas considerações finais, as autoras apontam algumas limitações metodológicas comuns à maioria das investigações sobre gênero no âmbito da educação científica. A ênfase corrente no contraste entre homens e mulheres e a abordagem estatística de larga escala têm fortes limitações em seus desdobramentos. Por exemplo, os resultados de Brickhouse et al. (2000) ilustram como a generalização dos valores médios tem se mostrado de pouca ajuda quando se deseja trabalhar com casos individuais. Segundo as autoras, a questão de gênero como um conjunto de diferenças vem sendo superenfaticada com prejuízo das *semelhanças* que homens e mulheres podem apresentar e da variabilidade tanto entre homens quanto entre mulheres.

Em outro estudo, Ford et al. (2006) investigaram o hábito de leitura em ciências entre meninas do ensino fundamental. A motivação desse estudo é o fato de que as alunas freqüentemente apresentam dificuldades em desenvolver suas identidades científicas, mas têm facilidade em se identificar como leitoras. Como resultado, as autoras perceberam que, em casa, as garotas são estimuladas a ler de uma forma menos direcionada que na escola. Pais com pelo menos dois filhos (um menino e uma menina) descreveram os interesses de leitura da sua menina em contraste com o menino, seguindo o padrão do estereótipo de gênero. No entanto, a preferência que as próprias meninas declaram em favor das leituras científicas superou as expectativas dos pais. De uma forma geral, as expectativas dos pais a respeito do hábito de leitura das suas filhas foram mais estereotipadas que as preferências das meninas propriamente ditas.

Ao analisar a maneira como homens e mulheres são representados nos livros didáticos de ciências voltados à primeira fase do ensino fundamental brasileiro, Martins e Hoffmann (2007) problematizaram o funcionamento das mensagens subliminares que procuram produzir identidades distintas entre homens e mulheres por meio de uma sexualização dos espaços domésticos e do mercado de trabalho. As autoras perceberam que, nesses livros, as mulheres são mais representadas cuidando da casa, das crianças e da alimentação. Em oposição, os homens realizam mais atividades que dependam de esforço físico e intelectual. De uma maneira geral, os livros didáticos investigados mostram o menino como protagonista e a menina como coadjuvante, oferecendo aos meninos as possibilidades de liberdade e poder, enquanto as meninas cumprem um papel social secundário.

Com o objetivo de verificar a percepção dos estudantes brasileiros de licenciatura em Física a respeito do papel das mulheres nas ciências naturais, Teixeira e Costa (2008) entrevistaram 66 estudantes de diferentes semestres do curso de licenciatura em Física do CEFET-SP. Nessa entrevista, foi solicitado aos estudantes que escrevessem o nome de até dois cientistas do sexo masculino e até duas cientistas do sexo feminino que fossem importantes no

quadro mundial. Também foi solicitado que eles mencionassem nomes de cientistas brasileiros. Como resultado, os pesquisadores perceberam que faltam modelos de mulheres na ciência em geral e que esses modelos são ainda mais raros nos casos de cientistas brasileiras.

Outro problema levantado pela pesquisa em gênero (eg. FERREIRA, 2003) é a falta de professoras de ciências em todos os níveis da educação científica. Em alguma medida, a dificuldade das meninas em desenvolver identidades científicas aparece na literatura associada à baixa frequência relativa de mulheres dos quadros de professores de ciências das escolas e das universidades. Dessa forma, subjaz a algumas pesquisas a crença de que o aumento da quantidade de professoras proporcionaria condições mais favoráveis para que as meninas desenvolvam suas identidades como mulheres cientistas e engenheiras.

Para testar essa tese, Gilmartin et al. (2007) desenvolveram um estudo com 1138 estudantes distribuídos em cinco escolas norte-americanas de ensino médio. A análise quantitativa resultou surpreendente. Não foi detectada nenhuma relação significativa entre a quantidade percentual de professoras e uma série de medidas, como, por exemplo, a forma como meninos e meninas compreendem a prática científica, seu autoconceito em ciências e seu interesse em seguir carreiras nas áreas de ciência, engenharia e matemática. Uma análise qualitativa posterior foi concebida para detectar as razões desse resultado aparentemente anômalo. Após a análise das entrevistas dadas por 23 estudantes, as autoras perceberam que as próprias alunas não reconheciam suas professoras como cientistas, muito menos como modelos profissionais a serem seguidos. Assim fica esclarecido por que a quantidade percentual de mulheres nos departamentos de ciências não facilitou a construção das identidades científicas nas garotas.

Em sua pesquisa sobre a evasão nos cursos de ciência, engenharia e matemática, Seymour (1995) percebeu que a maioria das mulheres que chega ao final desses cursos precisa sobreviver também a um tipo de conflito de identidade. Segundo a autora, as qualidades que as mulheres sentem que precisam demonstrar para terem sua competência reconhecida e conquistarem o direito de pertencer fomentam nelas a sensação incômoda de que estariam perdendo sua feminilidade.

Ao longo das entrevistas com os estudantes, foi percebida entre os homens a tendência de considerar que atrativos físicos e intelectuais são mutuamente excludentes. Eles expressaram abertamente a crença de que todas as mulheres em seus cursos, por virtude da sua escolha profissional, não apresentariam atrativos físicos. Como consequência de ter adotado essa posição, alguns homens dos cursos de ciência, engenharia e matemática evitaram contato social com as colegas, buscando relacionamentos mais íntimos com as mulheres de outros cursos, que eles consideravam mais atraentes.

Como os homens se mostraram muito propensos a perceber o interesse e a habilidade em ciências como faculdades masculinas por natureza, eles foram capazes de enquadrar suas colegas em quatro categorias muito específicas: (a) as inerentemente feias; (b) aquelas que

estavam muito ocupadas com os trabalhos acadêmicos para aprender a arte feminina da boa apresentação; (c) aquelas que, embora tenham sido bonitas um dia, perderam a beleza quando decidiram cursar ciências; (d) e as lésbicas.

As mulheres nos cursos de Engenharia, Física e Química investigados por Seymour (1995) consideraram seus colegas excessivamente preocupados com a questão da aparência. Na maioria dos contatos acadêmicos, as mulheres notaram que seus colegas homens freqüentemente não sabiam se relacionar como colegas de trabalho, parceiros de estudo ou amigos.

Uma forma que algumas mulheres utilizaram para lidar com as constantes brincadeiras e ataques à sua auto-estima foi tornar sua aparência mais “neutra” possível. As mulheres que optaram pela invisibilidade declararam querer chamar menos a atenção de pessoas indesejadas e, ao mesmo tempo, serem reconhecidas como melhores cientistas e engenheiras que aquelas mulheres admiradas pelos homens. De uma forma ou de outra, o processo de formação das identidades profissionais entre as mulheres nos cursos de ciência, engenharia e matemática foi muito mais conflituoso que o processo masculino (SEYMOUR, 1995).

2.4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA REVISÃO

2.4.1 Síntese dos Resultados

Com o auxílio das categorias propostas para a presente revisão, é possível perceber que alguns resultados se encontram largamente corroborados por vários estudos. Os parágrafos a seguir se dedicarão à síntese desses resultados de pesquisa.

A relação com o conteúdo. Há uma tendência geral de que as meninas sejam menos propensas a se mostrarem familiarizadas e interessadas pelos temas da Física escolar. Essa característica pode ser atribuída essencialmente ao processo de socialização, que direciona as meninas para o cuidado com a vida, enquanto forma os meninos para exercerem papéis mais dominadores. Em acréscimo, as meninas estão mais sujeitas que os meninos aos efeitos negativos de uma apresentação excessivamente abstrata e mecânica do conteúdo. De uma forma geral, elas apresentam uma maior necessidade de se sentirem conectadas ao conteúdo e suas aplicações na vida das pessoas.

A relação com os colegas e o professor. Para a maioria das mulheres, é essencial que o ambiente de estudo seja mais colaborativo e pouco competitivo. De uma forma geral, é muito importante para elas a possibilidade de colaborarem com seus colegas e se sentirem mais conectadas aos professores. Assim, a troca de experiências e o contato mais íntimo com os

colegas e o professor potencializam o engajamento feminino nas atividades educacionais em ciências.

A imagem que os estudantes fazem do cientista. Embora as formas com que as pessoas representam o mundo tenham vários graus de sofisticação, investigações com estudantes de diversas idades indicam que, além de masculinizado, o estereótipo do cientista supõe uma pessoa de vida social pouco atraente. Em todos os seus aspectos, o estereótipo do cientista é incongruente com os valores e as práticas que o processo de socialização fomenta nas meninas. Entre as adolescentes, esse estereótipo compõe o conjunto de fatores que condicionam o desinteresse feminino pelas carreiras nas áreas de ciência, matemática e engenharia. Entre as mulheres que já seguem carreiras científicas, há uma crítica mais sistematizada à falta de vida social do cientista estereotipado. Com efeito, subjaz a essa crítica a necessidade de buscar um equilíbrio maior entre a vida pessoal e profissional.

O papel da família e dos amigos. Somente ao final do ensino fundamental, o autoconceito e os interesses dos estudantes se aproximam significativamente das expectativas dos seus pais. Assim, é nesse período que as diferenças atitudinais mais cruciais entre meninos e meninas com respeito à educação científica são consolidadas. Em acréscimo, ao longo dos cursos de graduação, a família e os amigos mais próximos são os principais responsáveis pelas pressões sociais que mantêm os meninos nas carreiras de ciência, engenharia e matemática, encorajando a saída das meninas. Sobretudo, é a família quem educa as meninas para a sensibilidade e os meninos para a assertividade.

A questão da identidade feminina. Em linhas gerais, as formas mais comuns entre as mulheres de organização dos papéis sociais não têm congruência com a maioria das identidades tipicamente científicas. Na adolescência, essa incongruência está principalmente associada à atitude negativa das meninas frente à ciência escolar. Embora o aumento da quantidade de professoras nos departamentos de ciências possa contribuir para a formação das identidades científicas nas meninas na escola, é necessário, em primeiro lugar, que os estudantes sejam capazes de reconhecer suas professoras como modelos de mulheres cientistas a serem seguidos. Nos cursos de graduação em ciências, matemática e engenharia, os conflitos de identidade estão associados principalmente à dificuldade que a maioria das mulheres tem em serem reconhecidas como profissionais competentes em suas respectivas áreas. Para serem admitidas pelos colegas nas comunidades em que desejam atuar profissionalmente, muitas preferem deixar de lado as práticas sociais que as identificam como mulheres (por exemplo, o cuidado com a aparência). Por outro lado, essa decisão corrobora justamente a crença popular entre os rapazes de que mulheres cientistas não são muito atraentes nem femininas, que as qualidades femininas e científicas não se encontram em uma pessoa só.

2.4.2 Planejando a Mudança

Em uma pesquisa feita em Israel, Zohar e Bronshtein (2005) perceberam que a maioria dos professores de ensino médio não sabe o que pode ser feito para aumentar o engajamento das meninas nas atividades de Física e que quase dois terços desses professores não vêem a baixa participação das meninas como um problema.

A instituição de ensino tem um papel fundamental no processo de socialização, mas ela não o encerra. Dessa forma, muitos condicionantes das disparidades de gênero estão além da capacidade de planejamento da educação científica e não podem ser atacados diretamente. Concentrando a atenção sobre os fatores relativos à educação formal detalhados nesta revisão, é possível apontar estratégias com o objetivo de aumentar o interesse, o acesso e a participação das mulheres nas atividades científicas. São essas:

- (a) Enfatizar as relações entre o tema em estudo e as experiências anteriores dos alunos, em particular aquelas ligadas à manutenção da vida e ao bem-estar das pessoas.
- (b) Evitar abordagens didáticas excessivamente abstratas. Dar preferência àquelas que integram teoria e atividade prática, deixando claros os desdobramentos do tema na realidade fora da sala de aula.
- (c) Evitar a aprendizagem algorítmica ou por memorização, proporcionando oportunidades para que os estudantes relacionem o tema em estudo às suas idéias e experiências anteriores da forma mais profunda e completa possível.
- (d) Proporcionar que o ambiente dentro e fora da sala de aula seja essencialmente colaborativo, instituindo espaços para trocas de experiência e contatos mais pessoais entre os estudantes e deles com relação aos professores.

Como é possível perceber, as propostas da pesquisa sobre gênero para aumentar o interesse, o acesso e a participação das mulheres na educação científica convergem em vários pontos para a idéia atual do que é uma boa maneira de ensinar ciências. Como proposta de síntese das disparidades de gênero na educação científica e das estratégias para atacá-las a presente revisão propõe recorrer aos conceitos de *conhecimento separado* e *conectado* resgatados por Zohar (2003, 2006) da epistemologia feminista⁹.

O *conhecimento separado* é reconhecido pela objetividade e analiticidade que seus procedimentos fixos ostentam, tornando-o essencialmente mecânico e algorítmico. O lugar comum dessa forma de conhecer é o confronto direto de idéias, o debate. Nessas situações, o

⁹ Os conceitos de conhecimento separado e conectado foram desenvolvidos primeiramente por BELENKY, M.F.; CLINCHY, B.M.; GOLDBERGER, N.R.; TARULE, J.M. (1986). *Women's ways of knowing: The development of self, body, and mind*. New York, NY: Basic Books.

foco do conhecimento separado na argumentação objetiva se desenvolve de modo a afirmar que só há uma posição consistente: a que ele mesmo sustenta.

Em contraste, o âmago do *conhecimento conectado* é a compreensão profunda. O conhecedor conectado não é um observador pretensamente imparcial, mas se posiciona deliberadamente em favor daquilo que deseja compreender. Ele acredita que, para conhecer, é necessário entrar em contato com o objeto do conhecimento, ligando-se por meio de significados e sentimentos.

Enquanto o conhecimento separado busca validade universal, o conhecimento conectado busca significados individuais. Em termos das relações entre conhecedores, o conhecimento conectado busca o suporte mútuo, ele coloca os conhecedores *ao lado* uns dos outros. Em contrapartida, o conhecimento separado, pela sua orientação ao conflito, coloca os conhecedores uns *contra* os outros. Enquanto, para o conhecedor separado, os sentimentos enfraquecem o argumento, para o conhecedor conectado, os sentimentos iluminam o pensamento (Zohar, 2006). O Quadro 2.1 sintetiza as características do conhecimento separado e conectado, explicitando suas semelhanças com as características tipicamente masculinas e femininas apontadas pela pesquisa recente sobre gênero em educação científica.

Quadro 2.1: Características do conhecimento separado e conectado

	Conhecimento Separado (relacionado ao masculino)	Conhecimento Conectado (relacionado ao feminino)
Definição	Nessa modalidade de conhecimento, o conhecedor busca uma posição distante do conhecido com o objetivo de analisá-lo da maneira mais imparcial possível.	O conhecedor busca mais proximidade com o conhecido, ligando-se a ele e tentando compreendê-lo a partir de dentro, como ele mesmo se compreende.
Características Típicas	Objetivo, analítico, imparcial e de validade universal.	Subjetivo, holístico, parcial e situacional.
Objetivos	Testar, avaliar, justificar e convencer. Chegar a asserções de conhecimento universalmente válidas.	Entrar em contato com o conhecido da maneira mais completa possível.
Relações Típicas entre Conhecedores	Debate, enfrentamento e competição.	Auxílio mútuo e colaboração.
O Papel da Emoção	A emoção é um obstáculo para o pensamento.	A emoção ilumina o pensamento.

A partir das contribuições de Zohar (2006) e desta revisão da literatura, é possível sustentar que as mulheres que participaram das pesquisas discutidas até agora apresentam uma tendência ao conhecimento conectado enquanto os homens e a ciência tradicional estão mais inclinados ao conhecimento separado. Ao mesmo tempo, as estratégias para fomentar o interesse, o acesso e a participação das mulheres nas atividades científicas se resumem à introdução das formas conectadas de conhecer na ciência e na educação científica. Com efeito, essas estratégias tendem a aumentar a familiaridade das meninas com as formas separadas e tipicamente científicas de conhecer, com benefícios também para os meninos.

2.5 TENDÊNCIAS DA PESQUISA SOBRE GÊNERO NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

2.5.1 Uma Maior Integração com a Teoria Feminista

Apesar da antiga influência empirista na pesquisa sobre gênero e educação científica a literatura indica que os pesquisadores têm preferido adotar posturas teóricas cada vez mais robustas e sofisticadas, atacando o problema das disparidades de formas mais contundentes. Com efeito, toda essa consistência teórica é proveniente da integração, em diversos graus, da teoria feminista na pesquisa educacional em ciências.

Com o objetivo de destacar os graus em que a pesquisa educacional em ciências incorpora (ou não) as contribuições da crítica feminista, Cronin e Roger (1999) descreveram cinco posições em torno das quais os pesquisadores transitam. Em seqüência cronológica, essas posições deixam claro que a literatura caminha em direção a um diálogo cada vez mais profundo com a teoria feminista. Os parágrafos a seguir introduzem essas posições.

Proporcionar que a ciência seja compreendida pelo grande público. Essa posição sustenta duas afirmações: (a) que a ciência é um conhecimento neutro e objetivo; (b) que a maioria das pessoas não compreende a ciência adequadamente. Partindo dessas afirmações, os defensores dessa posição preconizam que ciência e tecnologia sejam apresentadas ao grande público da forma mais clara e amigável possível. Sob essa posição, o conceito de gênero não tem relevância. As mulheres são vistas como parte do povo ignorante que não consegue compreender adequadamente o que os cientistas têm a dizer e, por essa razão, devem receber atenção especial.

Reconhecer as contribuições econômicas da ciência. Além de sustentar neutralidade e objetividade, essa posição considera que desenvolvimentos na área de ciência e tecnologia são fundamentais para competitividade da nação frente aos outros países. Embora essa posição aborde a baixa participação das mulheres na ciência, ela ainda não consegue explicar as razões de ser dessa desigualdade. De uma forma geral, as mulheres fora da ciência são vistas como mão-de-obra desperdiçada.

Promover igualdade de oportunidades. Embora também sustente que a ciência é um conhecimento neutro, objetivo e independente de valores, essa posição avança ao explicar a baixa participação das mulheres na ciência por meio dos obstáculos sociais que a elas se impõem. É somente a partir dessa posição que as desigualdades de gênero são concebidas como disparidades. Do ponto de vista teórico, essa perspectiva está relacionada com o empirismo feminista¹⁰, que reclama uma inserção maior das mulheres na ciência preservando as

¹⁰ Segundo Harding, as contribuições da teoria feminista à ciência podem ser organizadas em três tendências. Dessas, há duas com maior repercussão sobre a pesquisa em educação científica. São elas: o *empirismo*

epistemologias mais tradicionais. Essa visão separa a ciência e sua epistemologia da prática social dos cientistas e professores de ciências, criticando essa e preservando aquela.

Submeter a ciência a uma análise crítica. A contribuição dessa posição é incluir a ciência e o valor que os cientistas dão à objetividade e neutralidade como objetos de crítica. Os autores que marcam essa posição não consideram que a ciência seja uma forma de conhecer estritamente imparcial, objetiva ou livre de valores. A propósito, a baixa participação de mulheres nas áreas de ciência e tecnologia é vista como resultado da parcialidade com que a ciência é construída e ensinada. Com efeito, não faz sentido insistir que a ciência e a educação científica, que beneficiam mais homens que mulheres, possam se reclamar imparciais. A saber, essa posição está intimamente relacionada com a epistemologia da perspectiva feminista¹¹. Segundo ela, como resultado de serem formados para assumirem papéis sociais diferentes, mulheres e homens percebem as coisas do mundo sob pontos de vista distintos – por exemplo, uns mais conectados, outros mais separados. Sob essa posição, alguns autores sustentam que a maior inclusão das mulheres na ciência não é somente uma questão de justiça social. Como mulheres e homens tendem a conceber o mundo de formas distintas, é provável que a própria ciência se beneficie com novas tecnologias e epistemologias baseadas nas formas tipicamente femininas de conhecer.

Mudar a cultura da ciência. Essa posição está baseada nas mesmas premissas que a anterior. O que a diferencia é a ênfase na necessidade de mudar o caráter predominantemente masculino da ciência ocidental ao mesmo tempo em que se fortalece a identidade feminina. A rigor, o aumento percentual de mulheres nos quadros docentes e discentes não garante que a ciência se torne menos hegemônica e androcêntrica. É necessário que as mulheres consigam se afirmar como tais sem a necessidade de maquiagem as características femininas que as identificam. As ações propostas pelos autores que adotam essa posição compreendem reformulações curriculares e a implementação de estratégias inclusivas tanto dentro como fora da sala de aula. Cronin e Roger (1999) apontam essa última posição como tendência atual.

2.5.2 Limitações da Pesquisa sobre Gênero

A pesquisa sobre diferenças de gênero na educação científica apresenta limitações que são devidas, em grande parte, à natureza do seu objeto. Em geral, essas limitações emergem quando se questiona o âmbito dentro do qual os resultados de pesquisa podem ser considerados

feminista e a epistemologia da perspectiva feminista. Os princípios gerais dessas linhas de pensamento são apresentados nesta dissertação na medida em que é necessário discuti-los. Mais informações podem ser encontradas no livro *The science question in feminism*. Ithaca, NY: Cornell University Press, 1986.

¹¹ Mais informações em HARDING, S. *The science question in feminism*. Ithaca, NY: Cornell University Press, 1986.

válidos.

Entre os métodos mais tradicionais de pesquisa utilizados para coletar informações sobre as diferenças de gênero, está o levantamento quantitativo em larga escala (eg. JONES et al., 2000; TOLENTINO NETO, 2008). No entanto, mesmo entre as abordagens de caráter interpretativo, alguns autores preferem trabalhar com grupos de poucas centenas de alunos como forma de ter certeza que os padrões de atitude encontrados em meio aos meninos e às meninas sejam efetivamente devidos ao gênero e não ao acaso (eg. SEYMOUR, 1995).

Tomadas em conjunto, essas pesquisas permitiram organizar algumas expectativas que, *em média*, homens e mulheres tendem a satisfazer em alguns países ocidentais. É justamente porque os resultados das pesquisas em larga escala valem somente em média, que não é possível sustentá-los para cada pessoa em sua individualidade. Em geral, os sujeitos se desviam das médias, e os estudos de larga escala podem não ser determinantes para prever o comportamento de grupos pequenos.

A própria literatura tenta resolver essas limitações de várias maneiras: (a) suplementando os registros quantitativos de larga escala com pesquisas qualitativas em pequenos grupos (COUSINS, 2007); (b) investigando como as mulheres podem se desviar do comportamento médio documentado quando consideradas individualmente (BRICKHOUSE et al., 2000), em grupos étnicos (JOHNSON, 2007), sócio-econômicos (ARRUDA, 2002), e nacionais (CHRISTIDOU, 2006; DHINDSA, 2005; OGAWA & SHIMODE, 2004).

Esses resultados apontam para a necessidade de detalhar a descrição das diferenças de gênero com respeito aos países de origem, grau de instrução da família e grupo étnico. Em geral, os padrões de atitude tipicamente femininos variam entre e dentro desses grupos sociais. Com efeito, os resultados encontrados nesta revisão dizem respeito principalmente às mulheres brancas criadas nos países desenvolvidos de cultura ocidental onde é realizada a maioria das pesquisas. Tendo em vista todas essas especificidades, é muito difícil argumentar que os resultados relatados nesta revisão possam ser estendidos ao Brasil e suas regiões sem realizar investigações específicas.

2.6 RELAÇÕES ENTRE A LITERATURA E A PRESENTE PESQUISA

Ao mesmo tempo em que os resultados desta revisão apontam para a importância de discutir a questão do interesse e do acesso das mulheres à ciência, eles também revelam a escassez de publicações sobre gênero na pesquisa em ensino de ciências e matemática no Brasil. A presente investigação vem contribuir no sentido de dar continuidade ao debate internacional sobre gênero e preencher essa lacuna da pesquisa brasileira em educação científica.

Homens e mulheres não apresentam os mesmos padrões de interesse e acesso à ciência (CRONIN & ROGER, 1999). Por exemplo, há uma tendência geral de que as meninas se mostrem menos familiarizadas e interessadas pelos temas da Física (eg. TOLENTINO NETO, 2008). Ao longo dos cursos de graduação em ciências, engenharia e matemática, as mulheres são mais pressionadas a mudar de área que seus colegas do sexo masculino (SEYMOUR, 1995). Em todos os trabalhos que discutem essas disparidades, o *processo de socialização* é colocado na base da questão e as diferenças fisiológicas ou anatômicas não cumprem papel algum. Essa ênfase no processo de socialização, ou seja, na maneira como homens e mulheres são direcionados ao exercício de certos papéis sociais, está na espinha dorsal do presente trabalho.

Ao longo do processo de socialização – que ocorre parcialmente no interior das escolas – as meninas são direcionadas a assumirem papéis voltados à manutenção da vida e do bem-estar das pessoas (TINDALL & HAMIL, 2004) e esse direcionamento pode repercutir de várias maneiras ao longo da sua vida escolar e profissional. Por exemplo, como resultado desse processo, espera-se que as mulheres desenvolvam maneiras mais conectadas de conhecer que os homens (ZOHAR, 2003, 2006). No presente trabalho, investigaremos de que maneira os conhecimentos separado e conectado podem ser percebidos nas respostas de homens e mulheres a um questionário escrito sobre um tema da Física¹².

Também como resultado do processo de socialização, as mulheres podem apresentar uma necessidade maior de se sentirem conectadas às pessoas com quem trabalham (ZOHAR, 2003, 2006). Para a maioria delas, é essencial que o ambiente de estudo seja predominantemente colaborativo. Entretanto, essa condição nem sempre se realiza em sala de aula. Por exemplo, não há garantia de que, colocando os estudantes para trabalhar em grupo, eles efetivamente venham a construir um espaço onde homens e mulheres têm igual participação. Vários esforços vêm sendo feitos para caracterizar de que maneira a atuação do professor pode aumentar ou atenuar as disparidades de gênero nas aulas de ciências (PARKER & RENNIE, 2002; VOYLES et al., 2008). Contudo, não foi encontrado nenhum trabalho que tenha investigado a participação das mulheres em discussões sobre Física *na ausência* do professor.

No capítulo seguinte, serão discutidos alguns trabalhos que caracterizam a atuação do professor naquilo que pode ser considerado indicativo da sua autoridade sobre os estudantes (eg. MACHADO, 1999; MORTIMER & SCOTT, 2002). Trabalhos como esses serão fundamentais para perceber o professor não somente como pessoa, mas como um *papel social* que, eventualmente, pode ser exercido pelos alunos e está associado a uma posição privilegiada diante do grupo, uma posição de autoridade (DUARTE & REZENDE, 2008; PEREIRA, 2008).

¹² As razões para escolha do tema de Física adotado são muito simples, mas serão introduzidas somente no capítulo sobre procedimentos de pesquisa e técnicas de análise, pois a revisão da literatura não permite fundamentar essa escolha. Como é possível observar, em síntese, os resultados de pesquisa discutidos até agora parecem ser válidos para os temas da Física de uma maneira geral e não há razões para supor que as disparidades de gênero mudem, por exemplo, quando passamos da Física Clássica para a Moderna.

Assim, o presente estudo acrescenta à pesquisa sobre gênero, investigando em que medida o *papel* do professor é exercido igualmente por alunos e alunas de graduação em Física na ausência da *pessoa* do professor.

Segundo a epistemologia da perspectiva feminista¹³ homens e mulheres tendem a conhecer o mundo de formas distintas como decorrência do processo de socialização. Assim, é provável que a ciência se beneficie com novas tecnologias e epistemologias baseadas nas maneiras tipicamente femininas de conhecer (CRONIN & ROGER, 1999). Na expectativa de confirmar que as diferenças de gênero rendem às mulheres epistemologias diferentes, o presente trabalho investigará a existência de diferenças entre alunos e alunas de graduação em Física quanto às visões que têm da ciência.

Em suma, as três questões que orientam a presente pesquisa podem ser formuladas da seguinte maneira: (1) Existe alguma evidência nos usos da linguagem científica que permita argumentar que as mulheres tendem realmente ao conhecimento conectado enquanto os homens tendem ao conhecimento separado? Quais seriam esses indícios? (2) Como é o exercício do papel do professor na ausência do professor? Existe algum tipo de monopólio masculino ou as mulheres compartilham com os homens essa posição de autoridade diante dos colegas? (3) Existe alguma diferença entre homens e mulheres quanto às visões de ciência que carregam? Em havendo, quais seriam tais diferenças? A partir da revisão da literatura, espera-se que cada questão acima conduza a alguma diferença de gênero.

¹³ Mais informações em HARDING, S. *The science question in feminism*. Ithaca, NY: Cornell University Press, 1986.

3 MARCO TEÓRICO-METODOLÓGICO: UMA ABORDAGEM SOCIOCULTURAL

A partir do capítulo anterior, foi possível perceber que o processo de socialização constitui a chave da compreensão das disparidades de gênero na ciência e na educação científica. Por isso, a questão do interesse e do acesso das mulheres à ciência explorada até o presente momento pode ser tratada como uma temática tipicamente sociocultural.

O presente capítulo visa introduzir o marco teórico-metodológico que fundamenta a presente pesquisa e é constituído principalmente das contribuições de dois autores russos: Lev Semenovich Vigotski (1896-1934) e Mikhail Mikhailovich Bakhtin (1895-1975). A abordagem sociocultural à educação científica e a importância desses autores para sua construção ficarão mais claras na medida em que o capítulo avança.

3.1 UMA INTRODUÇÃO À ABORDAGEM SOCIOCULTURAL

A teoria sociocultural propõe que a colaboração interpessoal na formação de significados científicos e não-científicos só ocorre porque todos nós vivemos em organizações sociais de larga-escala tais como a família, a igreja, a escola, o local de trabalho, o laboratório, a cidade, o país. É a vida no seio das comunidades associadas a essas instituições que fornece ao sujeito as ferramentas necessárias para dar significado ao mundo: a linguagem, os sistemas de crenças, as formas padronizadas de representar tão bem como os valores subjacentes às práticas sociais consideradas legítimas. O conjunto dessas ferramentas para viver constitui a cultura de cada comunidade (LEMKE, 2001).

Sob a perspectiva sociocultural, a própria ciência não se reduz a um conjunto de formas padronizadas de representar a natureza, mas compreende as práticas sociais e valores que direcionam a construção dos significados pelos cientistas. Assim, faz sentido tratar a ciência como a subcultura dos cientistas e a educação científica como uma travessia de fronteira para o interior dessa subcultura (AIKENHEAD, 1996).

A abordagem sociocultural reconhece que o pensamento está mediado pela linguagem (VIGOTSKI, 2001) e que a base da linguagem é a relação social concreta (BAKHTIN, 2003, 2006). Desse modo, o desenvolvimento do pensamento de um sujeito está intimamente relacionado à sua vida em uma comunidade e aos papéis sociais que ele exerce nela. Como o pensamento está relacionado à vida social, é natural esperar que homens e mulheres desenvolvam maneiras diferentes de conhecer baseados nos papéis sociais para os quais são direcionados ao longo do processo de socialização. Assim, é possível perceber que, em seus princípios gerais, o referencial sociocultural está em consonância com a ideia de que as

mulheres têm uma forma típica de pensar, apontada por Cronin e Roger (1999) como tendência atual da pesquisa sobre gênero na educação científica.

3.2 A TEORIA DA MEDIAÇÃO DE L. VIGOTSKI

Uma abordagem sociocultural ao pensamento começa com a suposição de que toda a ação humana está mediada, não podendo ser separada do meio no qual se realiza (WERTSCH, 1991). É pela mediação que os aspectos sociais e culturais de cada comunidade se fazem presente na ação e no pensamento humano.

Como proposta central, Vigotski sustenta que a gênese dos processos psicológicos superiores está em poder dos signos e instrumentos socialmente compartilhados. Assim, em sua visão de mundo, ele se distingue dos outros autores cognitivistas por permitir que fenômeno psicológico tipicamente humano seja tratado como uma construção social, cultural e histórica.

O próprio Vigotski afirma que sua proposta de pesquisa é uma aplicação da teoria e metodologia marxista relevante à psicologia (2003, p.8). Com efeito, em todos os aspectos mais genuínos da sua contribuição à compreensão do pensamento e da linguagem, Vigotski seguiu os princípios básicos do materialismo histórico e dialético (LIMA JR, 2008).

3.2.1 Contribuições do Materialismo Dialético

O nome 'materialismo dialético', que serve à metodologia marxista, não é nem um pouco arbitrário. Nele encontram-se as duas posições filosóficas que identificam o pensamento marxista. Uma característica central do *materialismo* é estudar fenômenos abstratos (processos psicológicos, ideologia, economia) a partir da sua base material (signos e instrumentos, atos concretos de fala, relações econômicas de troca). A *dialética*, por sua vez, consiste em compreender os opostos em sua unidade, complexidade e processualidade (ALTHUSSER, 1971; DEMO, 1985; ENGELS, 1985, MORENO, 2007).

De uma forma geral, a postura materialista é reconhecida por preferir o concreto ao abstrato. Sob essa perspectiva, os conceitos de pensamento, consciência e ideologia só têm sentido a partir das condições concretas de existência dos indivíduos:

“As nossas premissas são os indivíduos reais, a sua ação e as suas condições materiais de existência, quer se trate daquelas que encontrou já elaboradas quando do seu aparecimento quer das que ele próprio criou” (MARX & ENGELS, 1980, p.18).

Enfim, Marx e Engels sustentam que não é a consciência que determina a vida, mas sim a vida que determina a consciência. Seguindo essa linha de pensamento e introduzindo o materialismo no estudo dos processos psicológicos superiores, Vigotski sustenta que:

- (a) Antes de existir como fala egocêntrica, a linguagem é experimentada como uma forma de relação social, sendo internalizada posteriormente (2001, p.11-29);
- (b) Assim como ocorre com a linguagem, todas as funções mentais superiores são experimentadas primeiro no plano interpessoal, externo e concreto, sendo internalizadas algum tempo depois (2003, p.69-76);
- (c) O desenvolvimento já atingido está sempre aquém da capacidade de aprender. O intelecto e a abstração individual avançam sempre um passo atrás daquilo que as relações sociais podem proporcionar (2003, p.103-119).

Mais que o materialismo, há muitas possibilidades de conceituar dialética. Com efeito, existem versões mais marxistas desse conceito (eg. DEMO, 1985; ENGELS, 1985, MORENO, 2007), e outras mais idealistas (eg. HEGEL, 1997). De todas as coisas que podem ser ditas a respeito da dialética materialista, há dois aspectos mais pertinentes ao estudo das funções mentais superiores. São estes (LIMA JR, 2008): (a) unidade e complexidade; (b) processualidade.

Unidade e Complexidade. A abordagem dialética à realidade material considera que os fenômenos concretos constituem unidades intrinsecamente complexas de tal forma que não é possível compreender satisfatoriamente tais fenômenos recorrendo à análise das suas partes. Dessa forma, na abordagem dialética, nem sempre vale a estratégia de dividir para conhecer. Enfim, para os autores que adotam esse posicionamento, o fenômeno em estudo deve ser visto com todos os seus aspectos *em unidade*.

Segundo Vigotski (2001), quando alguém se propõe a analisar o pensamento e a linguagem, deve se questionar se os métodos de análise adotados levarão a uma solução satisfatória do problema ou não. Dessa maneira, ele organiza os métodos de análise em dois tipos: (a) aqueles que separam as totalidades psicológicas em seus elementos atômicos; e (b) os que analisam as funções psicológicas sem desfazer sua unidade. Ele compara o primeiro método à análise das propriedades macroscópicas da água a partir dos seus elementos constituintes: hidrogênio e oxigênio. Enquanto o todo da água apaga o fogo, sabe-se que o hidrogênio é altamente explosivo na presença do oxigênio (op. cit., p.5-7). Isso ilustra como nem sempre é possível explicar as propriedades do todo analisando suas partes isoladamente. Assim, em contraste com a abordagem do comportamentalismo à fala e da ciência cognitiva ao raciocínio, Vigotski integra linguagem e pensamento para uma compreensão mais complexa e abrangente das formas tipicamente humanas de existir.

Processualidade. A dialética materialista considera também que a realidade não está congelada no tempo. Ela é processual e está sempre se fazendo, sempre em formação. A idéia

de historicidade está no âmago do conceito de processualidade e, segundo Vigotski, somente uma teoria histórica da fala interior pode dar conta do problema entre pensamento e linguagem (2003, p.190). As implicações da processualidade para a construção da metodologia de pesquisa proposta por Vigotski são discutidas na seção seguinte.

3.2.2 O Método Genético-Experimental

Como a gênese dos processos psicológicos superiores se encontra em poder dos signos e instrumentos fornecidos ao indivíduo pela sociedade, conclui-se que as formas tipicamente humanas de existir dependem do contexto social, histórico e cultural em que cada indivíduo se desenvolve. Essa asserção, que emerge como resultado de pesquisa para Vigotski, constitui hoje o fundamento da abordagem sociocultural à educação em ciências.

Para que os resultados de sua investigação estivessem consistentes com sua maneira tipicamente marxista de colocar os problemas de pesquisa, Vigotski desenvolveu o chamado método genético-experimental. A saber, seu método (2003, 77-100) está assentado sobre três princípios: (a) Analisar processos em vez de objetos; (b) Explicar em vez de descrever; (c) Considerar o problema do comportamento fossilizado.

Analisar processos em vez de objetos. A compreensão do primeiro princípio requer a distinção entre processos e objetos. Ao longo da história, vários pesquisadores trataram o fenômeno psicológico como um conjunto de objetos estáveis, fixos e invariantes que poderiam ser separados em elementos componentes e, dessa forma, analisados. A proposta de Vigotski é outra. Segundo ele, qualquer processo psicológico, seja o desenvolvimento do pensamento ou o comportamento voluntário, é um processo que sofre mudanças a olhos vistos. Assim, a pesquisa deve ser conduzida de maneira a privilegiar o aspecto genético do fenômeno. Ela deve ser capaz de revelar o fenômeno em seu processo de mudança, em sua gênese.

Explicar em vez de descrever. Para compreender o segundo princípio do método de Vigotski, é preciso distinguir entre a análise baseada em características externas (fenotípicas) e a análise genotípica, que explica o fenômeno a partir da sua origem. Por análise fenotípica, entende-se aquela que começa diretamente pelas manifestações e aparências evidentes no objeto. Por isso, a análise fenotípica é essencialmente uma descrição. Em contrapartida, a proposta de Vigotski é que a análise dos processos psicológicos conduza à explicação das relações dinâmico-causais subjacentes às aparências do fenômeno. Nesse sentido, a explicação supera a descrição.

Considerar o problema do comportamento fossilizado. O terceiro princípio básico do método proposto por Vigotski se fundamenta no fato de que, em psicologia, muitos processos esmaecem ao longo do tempo. Em outras palavras, alguns processos, após passarem por

mudanças profundas, tornam-se mecânicos, automáticos, fossilizados. Nesses estágios finais, o fenômeno psicológico perdeu sua configuração original e sua aparência não informa nada sobre sua estrutura interna. Com efeito, o caráter automático dos processos fossilizados cria profundas dificuldades para a análise psicológica. Por essa razão, o estudo dos processos psicológicos em seu estágio fossilizado deve ser evitado.

Todas essas preocupações metodológicas acerca do caráter genético da própria investigação encontram-se devidamente ilustradas nos relatos de pesquisa que Vigotski deixou em suas obras principais. Do ponto de vista mais concreto e simplificado, sua estratégia consistia em propor que crianças resolvessem situações-problema que não fossem difíceis ao ponto de deixá-las paralisadas, mas também não fossem triviais ao ponto de gerar respostas automáticas. Com efeito, a análise do fenômeno psicológico em seu processo de formação depende profundamente de uma adequação tênue entre a dificuldade da tarefa e as habilidades já adquiridas pelo indivíduo. Quando são propostas atividades muito triviais ou que só permitem respostas mecânicas, o resultado observado certamente será um fenômeno fossilizado, restringindo a viabilidade da análise genética. Essa questão da adequação da situação de pesquisa ao sujeito será fundamentada na seção seguinte em torno do conceito de zona de desenvolvimento proximal.

3.2.3 A Zona de Desenvolvimento Proximal

Alguns autores consideram o aprendizado como um processo puramente externo que não está envolvido ativamente no desenvolvimento, que é interno. Segundo essas concepções, o aprendizado simplesmente se utilizaria dos avanços do desenvolvimento ao invés de fornecer impulso para modificar seu curso.

Para esclarecer seu ponto de vista, Vigotski define os níveis de desenvolvimento real e potencial. O *nível de desenvolvimento real* é constituído por todas as tarefas que o indivíduo consegue realizar sem auxílio. O *nível de desenvolvimento potencial* se refere às atividades que o sujeito consegue realizar com a colaboração de um adulto ou um parceiro mais capaz. A distância entre o nível de desenvolvimento real e potencial define a *zona de desenvolvimento proximal* (Vigotski, 2003).

O nível de desenvolvimento real diz respeito às habilidades que já amadureceram, ou seja, os produtos finais – eventualmente fossilizados – do desenvolvimento. A zona de desenvolvimento proximal define as funções psicológicas que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, as habilidades que o aluno está aprendendo, mas ainda não domina por completo.

Em geral, a avaliação do desempenho nas disciplinas de ciências e matemática consiste em realizar tarefas individualmente. Por estar centrada no final da trajetória de um único indivíduo, a avaliação tradicional não dá conta da aprendizagem enquanto processo, mas se concentra nas habilidades já consolidadas.

Segundo o método genético-experimental, o estudo dos resultados em vez dos processos não revela aquilo que o fenômeno possui de mais essencial. Dessa forma, o conceito de zona de desenvolvimento proximal auxilia na escolha de situações de pesquisa consistentes com a análise genética. Se o estudante consegue realizar a tarefa proposta sem o auxílio dos colegas, aumenta a chance de ocorrer uma resposta automática, resultado de um processo fossilizado. Se a tarefa proposta oferece tal nível de dificuldade que os estudantes precisem recorrer aos seus pares para chegar a uma resposta satisfatória, então essa tarefa põe em evidência a processualidade característica da aprendizagem. A contribuição do conceito de zona de desenvolvimento proximal para a elaboração de situações de pesquisa consistentes com o método genético-experimental será evocada no capítulo seguinte.

3.2.4 Limitações da Obra de Vigotski

A análise de Vigotski acerca das funções mentais superiores foi fundamental para que se desenvolvesse a abordagem sociocultural à pesquisa educacional. No entanto, sua obra não traz essa abordagem de forma acabada. Em particular, Vigotski fez muito pouco para detalhar como os cenários sócio-históricos específicos se vinculam com as diversas formas tipicamente humanas de existir (WERTSCH, 1991). Com efeito, a asserção de que a gênese dos processos psicológicos superiores está sob o controle de signos e instrumentos socialmente compartilhados é somente uma pequena parte daquilo que a teoria sociocultural pode oferecer.

Embora estivesse preocupado em aplicar a metodologia marxista à psicologia, durante seus poucos anos de vida, Vigotski não chegou a relacionar explicitamente os fenômenos psicológicos aos processos históricos e culturais mais amplos tais como a luta de classes, a alienação e o surgimento da sociedade de consumo. Com o objetivo de completar a construção de um aporte teórico-metodológico sociocultural, Wertsch (1991) propõe introduzir as contribuições do filósofo e lingüista russo Mikhail Bakhtin (1981, 2003, 2006) nos pontos em que a teoria de Vigotski se apresenta incompleta ou deficiente. Sua proposta teórica, integrando as idéias de Bakhtin e Vigotski, será adotada também na presente pesquisa.

3.3 A FILOSOFIA DA LINGUAGEM DE M. BAKHTIN

Assim como muitos pensadores russos de seu tempo, Bakhtin teve sua história de vida intimamente ligada à revolução de 1918 e todas as mudanças que a sucederam. Na primavera do ano em questão, Bakhtin se mudou para o interior do país onde se tornou membro de um pequeno grupo de intelectuais profundamente envolvidos nos debates característicos do seu tempo. Esse grupo – usualmente chamado “o círculo de Bakhtin” - contava com a participação do musicologista Valentin Voloshinov (1895-1936) e do jornalista Pavel Medvedev (1892-1938). Tais autores receberam maior destaque quando, a partir da década de setenta, se espalhou o rumor de que alguns dos livros assinados por eles seriam, na verdade, da autoria do próprio Bakhtin (FIORIN, 2006).

Ao lado do problema da autoria, a complexidade e pluralidade de implicações do legado intelectual de Bakhtin torna particularmente difícil definir a natureza das suas contribuições. Segundo o próprio autor, sua análise pode ser considerada de cunho filosófico por exclusão de outras possibilidades (BAKHTIN, 2003). De fato, não se trata de uma investigação estritamente pertinente à psicologia, lingüística ou antropologia. Sua análise se encontra justamente naquilo que não exclusivo a essas áreas, articulando seus elementos de fronteira. Por outro lado, devido à importância que Bakhtin atribui aos usos da língua na compreensão da existência humana e das formas mais complexas de relação social, seu legado pode ser considerado uma *filosofia da linguagem* com implicações pertinentes à abordagem sociocultural da educação científica.

Como é justamente nos escritos disputados que o círculo afirma seu compromisso crítico com o materialismo histórico e dialético, sem tais textos fica muito difícil sustentar que Bakhtin seja marxista em todos os seus aspectos. No entanto, sua abordagem traduz uma posição declaradamente materialista, dando consistência à adoção do método genético-experimental de Vigotski ao lado da filosofia da linguagem do círculo de Bakhtin.

3.3.1 O Enunciado como Fenômeno Concreto da Linguagem

Segundo Holquist (1990), a chave para a filosofia da linguagem de Bakhtin é o diálogo. Porém, o que há na situação de diálogo que a torna tão pertinente à compreensão da natureza e dos usos da língua? Em primeiro lugar, um diálogo não se faz de um locutor só. Na base da linguagem está o contato social. A rigor, nós só conseguimos dar forma às nossas idéias e sentimentos porque nos apropriamos dos significados compartilhados pelas comunidades com as quais tivemos maior contato. Assim, a primeira vantagem de conceber a linguagem a partir do diálogo é que, dessa forma, fica evidente o quanto os fatos mais abstratos da língua só existem

em função da sua base concreta: os falantes. Mais que na obediência a uma norma lingüística ou expressão de sentimentos e pensamentos individuais, é nos atos concretos de fala que se dão os usos da língua (BAKHTIN, 2006).

Entre os interesses maiores da análise de Bakhtin e seu círculo, está a investigação da linguagem como fenômeno concreto da comunicação. A esse respeito, ele ressalta que o emprego da língua se efetua na forma de *enunciados* orais ou escritos, concretos e únicos, proferidos por pessoas envolvidas em determinados campos da atividade humana. Esses enunciados estão tão ligados aos campos da atividade humana que refletem suas finalidades e especificidades não só pelo conteúdo e estilo de linguagem – seleção de recursos lexicais, fraseológicos e gramaticais – mas também pela construção composicional que adotam (BAKHTIN, 2003, p.261). Todos esses três elementos – conteúdo temático, estilo de linguagem e construção composicional – estão ligados uns aos outros e ao contexto extraverbal de tal forma que é possível conhecer os detalhes da atividade humana por meio deles. Enfim, é pelo enunciado que a vida entra na língua e é também por ele que a língua se torna relevante à compreensão da base social concreta que sustenta as instituições humanas – tais como a ciência e a educação.

Como já foi dito, cada ato de fala é único, mas todos os campos da atividade humana elaboram seus *tipos relativamente estáveis de enunciados*, os quais Bakhtin denomina *gêneros discursivos*. A rigor, todo o enunciado é individual e pode refletir a individualidade do falante (ou escritor). Quando os atos de fala de um sujeito tornam-se relativamente diferenciados dos outros, diz-se que eles expressam um estilo individual. Para Bakhtin, as questões do estilo e do gênero coincidem. À semelhança dos escritores mais ilustres, as diversas áreas da atividade humana se diferenciam umas das outras pelas maneiras particulares com que empregam a linguagem. Assim, a cada contexto extraverbal concreto corresponde um gênero, um estilo (BAKHTIN, 2003, p.265-269).

A riqueza e a diversidade dos gêneros discursivos são infinitas porque são inesgotáveis as possibilidades da atividade humana. Como exemplos de gêneros de discurso podem ser citados: o diálogo familiar; o artigo de jornal; o comando militar; os documentos da esfera pública; as declarações científicas; o tratado religioso e o próprio gênero literário. Em acréscimo, é quase sempre possível detalhar a classificação de um gênero mais amplo em gêneros mais específicos. Por exemplo, as declarações científicas dadas em artigos especializados, do ponto de vista dos usos da língua, são diferentes daquelas dadas em textos formativos ou nas aulas de ciências.

3.3.2 Responsividade e Direcionalidade do Enunciado

Além de contribuir para a compreensão da linguagem a partir da sua base material, a idéia de diálogo ressalta o caráter responsivo da linguagem. A esse propósito, Bakhtin critica a concepção do ouvinte como entendedor passivo que se alterna com o locutor no diálogo. Ao escutar e compreender o enunciado do locutor, o ouvinte toma necessariamente uma postura ativa e responsiva: concorda ou discorda, completa algumas idéias ou prepara-se para usá-las (BAKHTIN, 2003, p.271). Essa posição responsiva se forma desde o início do processo de compreensão e se estende até sua inescapável resposta concreta (em ação ou enunciação).

Para compreender o enunciado alheio, o ouvinte escolhe ativamente uma contrapalavra própria. É justamente a possibilidade de encontrar contrapalavras próprias e adequadas que caracteriza o processo de compreensão. Assim, a compreensão ocorre à maneira de um diálogo interno (BAKHTIN, 1981, p. 279-282). Por sua vez, tal compreensão ativamente responsiva do ouvido tende a se desdobrar em respostas concretas – imediatas ou não. Por exemplo, à maioria dos comandos militares breves corresponde uma resposta imediata em ação. Porém, há uma variedade de esferas da atividade humana em que os gêneros são concebidos para produzirem respostas retardadas – como é o caso dos tratados científicos extensos e dos gêneros líricos.

A direcionalidade do enunciado está na sua capacidade de provocar a resposta de outras pessoas. Nesse sentido, todo o texto escrito ou falado está disposto ao outro, exercendo influência educativa, ganhando sua adesão ou provocando respostas críticas. Assim, todo o enunciado tem direcionalidade porque determina as posições responsivas dos outros nas complexas condições de comunicação da atividade humana (BAKHTIN, 2003, p.279). Enfim, enquanto a *responsividade* vincula cada enunciado aos anteriores, a *direcionalidade* os relaciona aos atos de fala que estão por vir.

Em contraste com as unidades significativas da língua (palavra, oração, frase), o enunciado verbal diz respeito às situações concretas de fala e possui características distintas relacionadas à sua responsividade e direcionalidade. São essas: limite e conclusibilidade.

Os *limites* do enunciado concreto como unidade de comunicação são definidos pela alternância dos falantes no discurso. Todo o enunciado, da réplica oral sucinta ao tratado científico de muitas páginas tem um princípio e um fim absoluto. Ao iniciar, o falante (ou escritor) parte dos enunciados concluídos dos outros. Ao terminar, o falante dá oportunidade para que os outros respondam ativamente com ações e enunciações ao seu ato de fala. Essa alternância dos falantes, bastante evidente no diálogo cotidiano, é uma característica geral das manifestações concretas da língua.

A *conclusibilidade* é um aspecto interno ao enunciado que, ao lado dos limites externos, diz respeito à alternância dos falantes no discurso. A rigor, nós só conseguimos responder aos enunciados dos outros porque percebemos quando seus atos de fala caminham para um

desfecho. Em algum momento, é possível perceber que o locutor disse tudo o que tinha para dizer, dando espaço para uma resposta imediata ou retardada em ação ou enunciação.

Em suma, todo o falante é um respondente porque não é o primeiro falante. Ele não é o Adão bíblico que dá nome às coisas do mundo pela primeira vez. A figura do falante pressupõe a existência de enunciados anteriores e posteriores aos quais ele responde e se direciona. Enfim, é possível resumir toda essa idéia de responsividade dizendo que cada enunciado é um elo na cadeia complexamente organizada dos outros enunciados (BAKHTIN, 2003, p.272).

3.3.3 Três Elementos do Enunciado

Além dos limites e da conclusibilidade – que são necessários para compreender a linguagem como fenômeno responsivo – Bakhtin aponta três elementos que constituem o enunciado (BAKHTIN, 2003): (a) o conteúdo semântico-referencial; (b) o elemento expressivo ou valorativo; (c) as tonalidades dialógicas. Essas três dimensões do enunciado estão ligadas umas às outras e ao contexto extraverbal que envolve os falantes. Dessa maneira, é possível conhecer os falantes e o contexto em que eles se encontram por meio da análise dos enunciados com respeito a esses três elementos.

Conteúdo semântico-referencial. Em primeiro lugar, todo discurso se caracteriza por um tema: objeto do qual se aproxima e sobre o qual imprime sentido. Cada enunciado carrega as características da tarefa objetiva que deseja resolver e as particularidades do campo da atividade humana no qual essa tarefa está inserida. Em parte, o objeto ao qual o discurso faz referência determina o elemento expressivo e as tonalidades dialógicas mais adequadas à realização da tarefa discursiva. Assim, todos os três aspectos do enunciado estão interligados.

Elemento expressivo ou valorativo. Além do aspecto semântico-referencial, todo o discurso pode ser caracterizado pela relação valorativa do sujeito com respeito ao conteúdo. Assim, o elemento expressivo é aquele que, no enunciado, envolve um juízo de valor. A rigor, nos diferentes campos da atividade humana, o elemento expressivo tem relevâncias variadas. Por exemplo, no gênero científico, há uma necessidade bastante característica de escamotear os juízos de valor de maneira a dar mais “objetividade” à argumentação. Segundo Bakhtin (2003), um enunciado completamente neutro é impossível. Mesmo que de formas muito sutis, o falante acaba expressando valores no enunciado. A rigor, a própria objetividade buscada pelo discurso científico nasce de uma posição valorativa específica.

Tonalidades dialógicas. Como já foi exposto, o diálogo não é somente uma situação típica do cotidiano, mas uma condição geral da linguagem. Todo o enunciado está repleto de tonalidades dialógicas. Do ponto de vista concreto, dificilmente um locutor seleciona suas palavras de um dicionário, mas da boca dos outros; e é a partir do discurso alheio que o locutor

avalia a adequação dos recursos lingüísticos disponíveis com respeito à tarefa que deseja desempenhar. Dessa maneira, costumamos tirar nossas palavras de outros enunciados, sobretudo daqueles que se encontram na mesma esfera da atividade humana em que atuamos. Enfim, a compreensão do conteúdo semântico-referencial e do elemento expressivo depende do conhecimento que temos a respeito dos enunciados semelhantes àquele que estamos tentando compreender, ou seja, do gênero de discurso ao qual esse enunciado pertence. A saber, a questão das tonalidades dialógicas e dos gêneros de discurso será discutida mais detalhadamente em momento oportuno.

3.3.4 Analisando o Elemento Expressivo

Na maioria das situações de interesse à pesquisa educacional em ciências, a análise do elemento expressivo ou valorativo é muito mais sutil que a análise do conteúdo. Por exemplo, em cada aula de ciências é relativamente simples dizer qual é o conteúdo em discussão. No entanto, os valores subjacentes às interações discursivas entre os alunos e o professor nem sempre podem ser apontadas com a mesma facilidade. A saber, não existe uma receita fixa para rastrear o elemento valorativo de um enunciado. Porém, lembramos que esse elemento se encontra intimamente relacionado com os recursos lexicológicos, fraseológicos e gramaticais que entram na composição do enunciado (BAKHTIN, 2003). Nos casos dos enunciados orais, a acentuação expressiva do falante também é relevante à análise da posição valorativa.

Com essa afirmação, imagina-se que os diferentes estilos de linguagem sejam como ferramentas guardadas em uma caixa de tal forma que a escolha de uma significa a rejeição das outras. Como a posição valorativa do locutor é relevante para a escolha dos recursos lingüísticos, é possível perceber os valores subjacentes ao enunciado contrastando os recursos lexicológicos, fraseológicos e gramaticais que ele emprega com aqueles que poderiam ser empregados, mas foram dispensados.

Por exemplo, considere o seguinte fragmento do livro Física Quântica (EISBERG & RESNICK, 1979) sobre a impossibilidade de um modelo estritamente ondulatório para explicar o efeito fotoelétrico:

“A teoria ondulatória requer que a amplitude do campo elétrico oscilante E da onda luminosa cresça se a intensidade da luz for aumentada. Já que a força aplicada ao elétron é eE , isto sugere que a energia cinética dos fotoelétrons deveria também crescer ao se aumentar a intensidade do feixe luminoso (...)” (ibid., p.53).

O tema desse trecho – ou seja, seu conteúdo semântico-objetal – é fácil de identificar. Trata-se do próprio efeito fotoelétrico e a impossibilidade de explicá-lo a partir do modelo estritamente ondulatório da luz. Porém, as posições valorativas do autor não são tão auto-

evidentes. Para perceber um dos seus aspectos, propomos observar a seguinte versão modificada do fragmento:

“*Na minha opinião*, a teoria ondulatória requer que a amplitude do campo elétrico oscilante **E** da onda luminosa cresça se a intensidade da luz for aumentada. Já que a força aplicada ao elétron é eE , *eu sugiro* que a energia cinética dos fotoelétrons deveria também crescer ao se aumentar a intensidade do feixe luminoso.”

O exemplo anterior ilustra como expressões em primeira pessoa podem descaracterizar a declaração científica. Agora, volte ao fragmento original. Pergunte: Quem requer? Quem sugere? Embora essas sejam ações tipicamente humanas, no enunciado em questão, é a teoria ondulatória quem requer e é a proporcionalidade da força elétrica com o campo elétrico quem sugere. O enunciado se desenrola como se os sujeitos responsáveis pela construção do conhecimento científico fossem os fatos, e não as pessoas. Em acréscimo, esse tipo de escamoteamento da primeira pessoa é bastante regular em todo o gênero científico e cumpre a função de objetivar o discurso. Para falar cientificamente, é preciso considerar que o conhecimento dos fatos tem mais valor que o conhecimento das opiniões das pessoas. Enfim, o exemplo ilustra como a realização concreta da posição valorativa pelo falante depende da escolha dos recursos lingüísticos mais adequados ao seu propósito, seu projeto de fala¹⁴.

3.3.5 Tonalidades Dialógicas e Gêneros de Discurso

O diálogo não é somente uma situação cotidiana típica, mas uma condição geral da linguagem. Segundo Bakhtin, “cada enunciado deve ser visto antes de tudo como uma resposta aos enunciados precedentes de um determinado campo” (2003, p.297). Assim, cada ato de fala é rico em tonalidades dialógicas porque rejeita, confirma, completa e leva em conta os enunciados dos outros.

Embora esse princípio pareça bastante abstrato, não faltam situações concretas que o ilustrem. Um exemplo dessas situações características é a publicação dos resultados de pesquisa em periódicos especializados. A cada campo ou linha de pesquisa corresponde um conjunto de periódicos dentro dos quais é possível encontrar os artigos que os pesquisadores dessa ou daquela área estão lendo e escrevendo. Compreender o texto de um especialista até o final pode ser uma tarefa tremendamente árdua quando não tivemos contato suficiente com artigos semelhantes, artigos com os quais o autor dialoga. De maneiras explícitas e implícitas, os pesquisadores se aportam ao que seus pares escreveram, reiterando, negando e acrescentando asserções ao corpo da pesquisa. Assim, a divulgação dos resultados em periódicos pode ser

¹⁴ Uma outra análise nessa direção pode ser encontrada em SUTTON, C. (1996). Beliefs about science and beliefs about language. *International Journal of Science Education*, 18(1), 1-18.

concebida como uma maneira de diálogo – ainda que o diálogo familiar cotidiano seja muito menos sofisticado.

A idéia de que o falante precisa dialogar com os enunciados dos seus pares faz retornar ao conceito de gênero discursivo. Como já foi dito, os gêneros de discurso são as formas típicas de enunciado associadas aos diversos campos da atividade humana. Segundo Bakhtin (2003, p.282-284), as pessoas não constroem seus atos de fala juntando palavras em orações soltas. Todos nós falamos por meio de gêneros discursivos. Seguramente, ninguém aprende a língua materna com dicionários e gramáticas, mas a partir dos enunciados concretos com os quais se depara no convívio social.

A implicação mais imediata dessa asserção é que ninguém aprende uma língua de maneira a utilizá-la com a mesma habilidade em todas as situações. Aprender a falar é aprender a construir enunciados em contextos extraverbais específicos. A esse respeito, quantos eruditos não apresentam uma péssima desenvoltura em mesas de bar? Quantas vezes não lemos textos de outras áreas de conhecimento e nos sentimos como se não falassem a nossa língua? Assim, no que diz respeito aos usos concretos da linguagem, aprender a falar é ganhar domínio sobre algum campo relativamente específico da atividade humana. É por essa razão que, sem nenhuma perda de abrangência, diz-se atualmente que aprender ciência é aprender a falar ciência (LEMKE, 1990).

Embora cada enunciado seja único e distinto de todos os outros, quando uma pessoa começa a falar é possível termos uma idéia bastante estável do que ela vai dizer, da maneira como vai dizer e onde deseja chegar. Em alguns casos, antes que o locutor conclua efetivamente, somos capazes de dizer se concordamos ou discordamos. Situações como essa seriam impossíveis se a linguagem não fosse um fenômeno extremamente regular – apesar da unicidade dos atos de fala individuais.

No discurso vivo, a vontade discursiva do falante se realiza, sobretudo, na escolha do gênero mais adequado ao seu projeto de fala. Segundo Bakhtin (2003, p.282), essa escolha é determinada principalmente pelas seguintes razões: (a) as especificidades do campo da atividade humana em questão; (b) as particularidades referentes ao objeto do discurso; (c) o contexto extraverbal mais imediato; e (d) os estilos individuais de composição. Com efeito, a diversidade de gêneros discursivos acompanha a diversidade das atividades humanas e a desenvoltura geral que alguns falantes apresentam deve muito à abrangência do repertório de gêneros que esses falantes dominam e à sua capacidade de selecionar o gênero mais adequado a cada situação.

Há formas especializadas ou rigorosamente oficiais de discurso, que possuem um alto grau de estabilidade. Há outras mais maleáveis, que dão mais liberdade ao sujeito para empregar entonações expressivas e recursos lexicológicos segundo um estilo mais individual. Contudo, o uso criativo da linguagem não é completamente livre nem cria gêneros absolutamente novos – é preciso dominar os gêneros com profundidade para empregá-los com

alguma liberdade. Por outro lado, nem mesmo os gêneros mais herméticos são completamente estáticos. Em diferentes graus, todos os gêneros discursivos estão sujeitos à mudança.

3.3.6 O Dialogismo como Gênero Discursivo

Enquanto condição geral da linguagem, o princípio dialógico se aplica a todos os atos de fala. Todos os enunciados, sem exceção, podem ser vistos como elos da cadeia complexamente organizada dos outros enunciados. Porém, há vários campos da atividade humana que trabalham impondo amarras a essa pluralidade de vozes. Em geral, os enunciados desses campos deixam soar no discurso somente uma voz, que varia conforme a atividade em questão. Por exemplo: na pesquisa científica, os dados; no Direito, a lei; na religião, as verdades de fé. Como nenhuma dessas vozes tem identidade com a subjetividade dos falantes, tais discursos atingem graus de autoridade muito particulares, tornando-se herméticos e monológicos. A esse respeito, é preciso fazer distinção entre os dois sentidos mais básicos em que o conceito de dialogismo é empregado (FIORIN, 2006; HOLQUIST, 1990):

- (a) *Dialogismo como condição geral da linguagem.* Cada ato concreto de fala é um elo na corrente complexamente organizada dos outros enunciados. Neste sentido, todos os enunciados são igualmente dialógicos.
- (b) *Dialogismo como um tipo de enunciado.* Enquanto algumas áreas da atividade humana fomentam a pluralidade de posicionamentos, outras exigem gêneros mais herméticos e monológicos. Neste sentido, alguns tipos de enunciado são mais dialógicos que outros.

Há também um terceiro sentido em que o conceito de dialogismo pode ser empregado. Na verdade, essa terceira conceituação é anterior e mais abstrata que as duas expostas acima. A saber:

- (c) *Dialogismo como princípio geral do agir.* Todo o sujeito age em relação aos outros e constrói suas ações a partir das ações dos outros. A própria consciência não se levanta sozinha, mas em contraste com a consciência dos outros. Neste sentido, não somente os atos de fala, mas todos os atos humanos são tipicamente dialógicos.

Até o momento atual, foi enfatizado o dialogismo como condição geral da linguagem. De agora em diante, será dada atenção às características dos enunciados tipicamente dialógicos (não monológicos) e às maneiras pelas quais esses enunciados podem ser reconhecidos. O dialogismo como princípio geral do agir não será tratado explicitamente nesta dissertação¹⁵.

¹⁵ Para mais informações sobre o dialogismo como princípio geral do agir, veja BAKHTIN, MM. *Toward a*

3.3.7 Modalidades e Graus de Diálogo

Como há várias formas por meio das quais um enunciado pode entrar em contato com os enunciados dos outros, é importante diferenciar duas modalidades de diálogo no discurso vivo: (a) o diálogo externo – ou padrão de interação – que diz respeito à maneira com que os falantes se alternam nos turnos de fala; e (b) o diálogo interno, que diz respeito à maneira com que o enunciado incorpora outros enunciados em seu interior.

Maneiras de diálogo externo. Tanto as características internas como as externas de diálogo sofrem influência do contexto extraverbal. Por exemplo, nas salas de aula de ciências, pesquisadores têm observado que a interação professor-aluno segue um padrão característico que começa por uma provocação (ou iniciação) do professor, é seguido pela resposta de um ou mais alunos e termina com uma avaliação na qual o professor dá um retorno ao aluno sobre a adequação da sua resposta. Este padrão de diálogo externo ficou conhecido pelas iniciais I-R-A e é típico das situações em que o professor utiliza de sua autoridade para conduzir as ações verbais do aluno (MACHADO, 1999; MORTIMER & SCOTT, 2000, 2002). Assim, tal como um adulto que ajuda uma criança na realização de uma tarefa, o professor pode ser visto como o parceiro mais capaz que auxilia o aluno a se apropriar da cultura científica.

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, 2000, 2002). Nos fóruns virtuais de educação científica à distância, é mais comum que o aluno assuma o papel de iniciador (REZENDE & OSTERMANN, 2006). Em uma atividade de Física realizada com duplas de estudantes, foi possível perceber que, eventualmente, um aluno passava a conduzir as ações verbais e não-verbais do colega por meio das variações do padrão I-R-A, ocupando temporariamente o papel de professor (DUARTE & REZENDE, 2008; PEREIRA, 2008). Assim, há uma pequena diversidade de padrões de diálogo externo que podem ser considerados variações do tipo I-R-A.

Maneiras de diálogo interno. Aquele que apreende o discurso de outro no seu enunciado não é um ser mudo, mas está comprometido com algum projeto de discurso específico. Assim, de acordo com os objetivos e valores do falante, o discurso citado entra na sua composição com uma acentuação expressiva relativamente distinta do contexto original em que o enunciado do outro foi encontrado. A esse respeito, há duas maneiras gerais por meio das quais o discurso alheio entra no discurso próprio (BAKHTIN, 2006, p.144-154): (a) o estilo linear; e (b) o estilo pictórico.

A característica distintiva do *estilo linear* é apresentar contornos bem definidos dentro dos quais o enunciado entra no enunciado. Esse estilo é muito freqüente no gênero científico e atende à sua necessidade de objetivação. O isolamento do discurso citado que esse estilo

produz tem essencialmente duas razões de ser. Em primeiro lugar, ele diminui a infiltração da posição valorativa do autor, dando a impressão de que a integridade e a autenticidade do discurso citado foram preservadas. Em acréscimo, nos casos em que a voz do autor busca identificação com a voz da lei, da moral, da fé ou da ciência, os limites impostos ao discurso do outro preservam a firmeza ideológica e a autoridade que o autor planejou imprimir no próprio enunciado.

O estilo pictórico, em contraste com o anterior, não impõe limites tão rígidos ao discurso citado, permitindo que a posição valorativa do autor entre em contato mais direto com os enunciados que ele incorpora em seu ato de fala. Munido desse estilo, o autor pode apagar deliberadamente as fronteiras do discurso citado para colori-lo com suas próprias entonações de humor, ironia, encantamento e desaprovação. Assim, o estilo pictórico pode ser utilizado tanto para compor críticas sutis quanto na paródia jocosa do diálogo cotidiano. Enfim, o estilo pictórico reveste o enunciado de tonalidades mais dialógicas enquanto o estilo linear serve ao discurso de autoridade ou monológico.

3.3.8 Discurso Dialógico vs Discurso de Autoridade

De todas as contribuições da filosofia da linguagem de Bakhtin, a mais característica da pesquisa educacional em ciências hoje é a distinção entre os discursos *dialógico* e *de autoridade* (WERTSCH, 1991). A partir dessa distinção, Scott et al. (2006) introduzem sua tese de que o movimento entre as abordagens comunicativas (dialógica e de autoridade) é característico das situações em que o propósito é dar suporte à aprendizagem significativa.

O discurso dialógico – também chamado discurso internamente persuasivo (BAKHTIN, 1981) – tem por característica central estar aberto a mais de uma perspectiva, mais de um ponto de vista. Na aula de ciências, esse tipo de discurso emerge quando o professor repete as idéias dos alunos dando uma aceitabilidade temporária a elas, ou quando explora essas idéias, contrastando-as e desenvolvendo concepções científicas a partir das contribuições desses alunos.

Em contrapartida, é característico do discurso de autoridade ser mais monológico, adotando somente um ponto de vista, por exemplo, o da ciência escolar. Quando o professor está desenvolvendo esse tipo de abordagem comunicativa e um aluno interrompe levantando uma possibilidade que não é compatível com o projeto de discurso do professor, a idéia do aluno é geralmente reformulada, ou até mesmo ignorada. Por essa razão, é possível dizer que o discurso de autoridade é hermético: está fechado à entrada de outras vozes.

É muito importante esclarecer que as abordagens dialógica e de autoridade não estão condicionadas ao *grau de interação* entre os sujeitos da comunicação (professor e aluno). A esse

propósito, Mortimer e Scott (2000, 2002) distinguem quatro modalidades de abordagem comunicativa em função dos graus de diálogo interno (dialógica ou de autoridade) e externo (interativa ou não-interativa):

Quadro 3.1: Modalidades de abordagem comunicativa

		Grau de diálogo externo	
		Não-Interativa	Interativa
Grau de diálogo interno	Autoridade	Abordagem não-interativa de autoridade	Abordagem interativa de autoridade
	Dialógica	Abordagem não-interativa dialógica	Abordagem interativa dialógica

Com efeito, a diferenciação entre as abordagens dialógica e de autoridade não tem como base a alternância nos turnos de fala entre professor e aluno, ou seja, essa separação não diz respeito às maneiras de diálogo externo da aula de ciências. Enfim, dizemos que o discurso do professor é dialógico (ou internamente persuasivo) quando incorpora as contribuições do aluno *no seu interior*.

O Quadro 3.2 resume os aspectos mais característicos das abordagens dialógica e de autoridade no discurso do professor segundo Scott et al. (2006, p.628):

Quadro 3.2: Aspectos-chave das abordagens dialógica e de autoridade

	Discurso de Autoridade	Discurso Dialógico
Definição Básica	Focalizado em um único ponto de vista.	Aberto a mais de um ponto de vista.
Características Típicas	O projeto de discurso não é modificado pelas eventuais intervenções dos alunos. Mais de um ponto de vista pode ser representado, mas somente um é enfatizado.	O projeto de discurso se modifica para incorporar as contribuições dos alunos. Mais de um ponto de vista é levado em consideração.
O Papel do Professor	A autoridade do professor é clara. Sua função é determinar quais idéias podem ser consideradas científicas e quais não têm esse direito.	O professor assume uma posição menos rígida, buscando uma simetria maior entre suas afirmações e as contribuições dos estudantes.
Intervenções do Professor	Corrige, rejeita ou ignora as idéias dos estudantes. Limita as direções do discurso para evitar a dispersão.	Reconhece e incorpora os diferentes pontos de vista trazidos pelos alunos, contrastando-os uns com os outros.
Requer dos Alunos	Seguir a argumentação do professor. Aceitar o ponto de vista da ciência escolar.	Apresentar pontos de vista pessoais. Escutar a opinião dos outros. Desenvolver idéias coletivamente.

A análise proposta por Scott et al. (2006) sustenta que a alternância entre as abordagens dialógica e de autoridade é fundamental para fomentar a aprendizagem significativa dos conceitos científicos. Embora o resultado final do aprendizado de ciências seja o domínio do discurso científico e dos seus argumentos de autoridade, o processo que leva à apropriação duradoura desse discurso requer que o aluno faça *conexões* entre as idéias e valores que lhes

são próprios e as idéias e valores da ciência escolar. Dessa maneira, as particularidades das abordagens dialógica e de autoridade são, ao mesmo tempo, fundamentais para fomentar a aprendizagem duradoura do discurso científico. Por um lado, é como discurso de autoridade que os argumentos tipicamente científicos são articulados. Em contrapartida, é característico da abordagem dialógica permitir aos alunos se conectarem às idéias e aos valores científicos adotando-os como seus próprios valores e idéias, articulando-os com mais desenvoltura e se apropriando do discurso científico de maneiras mais duradouras.

3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O APORTE TEÓRICO-METODOLÓGICO

Antes de concluir a apresentação deste aporte, é importante sinalizar que o objetivo do presente capítulo não foi apenas o de trazer resumidamente as obras de Vigotski e Bakhtin, mas enfatizar o que nelas é necessário à compreensão da análise que será realizada a seguir. Como será possível perceber nos capítulos seguintes, a compreensão dos conceitos, da visão de mundo e dos desdobramentos subjacentes à abordagem teórico-metodológica escolhida é vital para acompanhar a análise que esta pesquisa realiza. Para dar mais clareza a este texto, a seção seguinte resumirá os conceitos e as asserções mais utilizados na análise.

3.4.1 Relações entre o Aporte Teórico-Metodológico e a Presente Pesquisa

Das contribuições de Vigotski (2001, 2003) para o presente trabalho, a mais fundamental é seu *método genético-experimental*. À semelhança das investigações relatadas pelo pesquisador russo, esta dissertação se dedica à análise detalhada dos *movimentos* verbais e não-verbais que os estudantes realizam enquanto resolvem uma tarefa no âmbito da Física. Por essa razão, o *problema do comportamento fossilizado* e o conceito de *zona de desenvolvimento proximal* cumprem um papel essencial no delineamento da situação de pesquisa e serão retomados no capítulo seguinte.

Na base do conceito de zona de desenvolvimento proximal está a idéia de que todos os seres humanos aprendem em colaboração uns com os outros. Por exemplo, para aprender ciências é preciso entrar em contato com as pessoas que dominam as idéias, os valores e as práticas tipicamente científicas. Crianças aprendem com os adultos, estudantes, com seus professores ou com os autores dos seus livros. Assim, no fundamento da aprendizagem, há a relação *entre pessoas*.

Algumas análises recentes têm apontado que, na ausência do professor, os estudantes não estabelecem entre si uma relação de colaboração efetivamente simétrica (DUARTE & REZENDE, 2008; PEREIRA, 2008). Eventualmente alguns estudantes assumem um papel de autoridade muito semelhante ao do professor, conduzindo a atividade dos colegas por meio de perguntas e avaliações em seqüências do tipo I-R-A.

O presente estudo consiste da análise das interações discursivas *entre os estudantes* de duas turmas de graduação em Física mediadas por um questionário sobre Mecânica Quântica e Visões de Ciência. Ao longo da análise, a ocorrência dos padrões de interação do tipo I-R-A será utilizada como indicativo de que alguns estudantes estão assumindo o papel do professor. Ao final dessa análise, será possível responder se existe algum tipo de monopólio masculino ou se as mulheres compartilham com os homens essa posição de autoridade que é o exercício do papel de professor diante dos colegas.

Das contribuições de Bakhtin (1981, 2003, 2006), a mais fundamental para o presente trabalho é a idéia de que a língua é empregada na forma de *enunciados* concretamente ligados às diversas áreas da atividade humana. É justamente porque a linguagem não é utilizada da mesma maneira por todas as comunidades de falantes que é possível conhecer tais comunidades estudando os usos que elas fazem da linguagem.

Outra contribuição de Bakhtin (2003) é a caracterização dos enunciados com respeito a três aspectos: (a) *conteúdo semântico-referencial*; (b) *elemento valorativo*; (c) *tonalidades dialógicas*. O primeiro deles é praticamente auto-explicativo. Trata-se do conteúdo do discurso. O segundo aspecto decorre da posição valorativa assumida pelo falante durante o discurso e está intimamente relacionada com a seleção dos recursos lexicológicos, fraseológicos e gramaticais que constituem o enunciado – no caso dos enunciados orais, a entonação expressiva também reflete a posição valorativa do falante. Enfim, as tonalidades dialógicas são as maneiras com que o falante reproduz os enunciados dos seus pares, reelaborando-os somente em parte, dando ou não espaço para que outros pontos de vista entrem no seu enunciado. Em outras palavras, o terceiro aspecto diz respeito à maneira como o enunciado constitui um gênero.

Segundo Bakhtin, a cada campo da atividade humana e a cada situação social típica correspondem tipos relativamente estáveis de enunciados – que são chamados *gêneros discursivos*. Com efeito, há gêneros mais herméticos, que, como o científico, buscam revestir seus enunciados de autoridade. No entanto, há outros mais abertos à pluralidade de pontos de vista. Esses últimos constituem o *discurso dialógico* ou internamente persuasivo.

A classificação dos enunciados dos estudantes nas categorias de discurso dialógico e de autoridade também será levada a cabo em alguns momentos da análise. Em primeiro lugar, essa classificação será feita com respeito ao uso que os estudantes fazem do discurso citado. Nesse sentido, o *estilo pictórico* será tomado como um indicativo de que o enunciado é mais dialógico enquanto o *estilo linear* sugere um enunciado de autoridade.

Além de observar o discurso citado, a maneira como o estudante atribui valor ao discurso alheio também será levada em consideração (vide Quadro 3.2). Por exemplo, é possível que o estudante mantenha seu projeto de discurso inalterado ao longo da atividade, utilizando do estilo pictórico para fazer paródias jocosas com os pontos de vista trazidos pelos colegas, desprezando o seu valor. Nesses casos em que mais de um ponto de vista é apresentado, mas somente um deles é defendido, o enunciado será classificado como discurso de autoridade

apesar da presença do estilo pictórico. Em contraposição, o discurso dialógico será reconhecido quando o projeto de discurso do estudante se modificar para acomodar o ponto de vista dos colegas, quando mais de um ponto de vista for efetivamente levado em consideração.

4 PROCEDIMENTOS DE PESQUISA E CODIFICAÇÃO DOS REGISTROS

Neste capítulo serão detalhadas as maneiras com que os fundamentos teórico-metodológicos discutidos anteriormente se desdobram nos procedimentos de pesquisa e técnicas de codificação adotadas. Em suma, a presente investigação consiste em estudar as interações discursivas de duas turmas de graduandos em Física durante um debate realizado na ausência do professor sobre os temas Mecânica Quântica (MQ) e Visões de Ciência (VC). Como pressuposto, consideramos que a linguagem relaciona o pensamento à vida social e que o estudo detalhado dos usos da linguagem pelos estudantes pode esclarecer alguns aspectos dos papéis sociais que homens e mulheres estão mais propensos a cumprir em seus cursos de graduação.

4.1 OS PROCEDIMENTOS DE PESQUISA

Para mediar o debate, foi confeccionado um questionário com perguntas relevantes aos dois temas escolhidos. Após ter sido validado, o questionário foi levado aos estudantes de duas turmas. Em um dia agendado pelo professor, foi dada aos alunos aproximadamente uma hora para debater as questões com todos os colegas, redigindo suas respostas individualmente ao final. Além das respostas por escrito, contam como registros uma gravação em audiovisual do debate e outra somente em áudio – tendo em vista que a qualidade do som gravado pela câmera poderia ficar comprometida. A análise subsequente foi feita principalmente com base na filosofia da linguagem do círculo de Bakhtin. Alguns detalhamentos necessários com respeito aos procedimentos de pesquisa serão discutidos a seguir.

4.1.1 A Escolha dos Conteúdos do Debate

A razão de investigar as visões de ciência dos estudantes decorre da idéia de que, como resultado do processo de socialização, homens e mulheres desenvolvem maneiras diferentes de conhecer o mundo e que essa diferença de gênero abre às mulheres a possibilidade de contribuir para a ciência com novas epistemologias (CRONIN & ROGER, 1999).

Contudo, a escolha do tema mecânica quântica não pode ser justificada da mesma maneira. Como é possível perceber da revisão da literatura, os resultados da pesquisa sobre gênero em educação científica parecem não mudar com o conteúdo, dando à presente pesquisa

uma certa liberdade na escolha do tema de Física que será posto em discussão. Por exemplo, não há razões para supor que as disparidades de gênero mudem quando passamos da Física Clássica à Moderna. Porém, tendo em vista a importância de introduzir conteúdo de Física no debate que será analisado, buscamos no método genético-experimental a fundamentação dessa escolha.

Uma das características do método desenvolvido por Vigotski é considerar o problema do comportamento fossilizado. Segundo ele, após passarem por mudanças profundas, alguns processos tornam-se mecânicos, gerando respostas automáticas. Nesses estágios finais do desenvolvimento, a aparência do fenômeno não informa mais a sua essência. Assim, é possível que a escolha de temas cuja discussão foi iniciada há muito tempo descaracterize a análise.

Tendo em vista que o tema visões de ciência costuma ser discutido explicitamente na segunda metade dos cursos de graduação em Física da UFRGS, buscamos um tema da Física que também seja introduzido nesse período. Por essa razão, foram descartados os temas de Física que são ensinados extensivamente desde os últimos anos da educação básica – tais como mecânica, óptica, termodinâmica e eletromagnetismo. Dos temas restantes, optamos por colocar em debate a Mecânica Quântica.

4.1.2 Construção e Validação do Questionário

Após a definição dos temas que seriam postos em discussão, seguiu-se a confecção do questionário que mediria o debate entre os estudantes de graduação. O resultado final dessa confecção pode ser encontrado no Apêndice A desta dissertação e é composto por dois blocos de pergunta. O primeiro, sobre mecânica quântica, foi inspirado em um conjunto de questões construídas 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 pelos pesquisadores El-Hani et al. (2004). Para manter a consistência com a abordagem teórico-metodológica escolhida e facilitar seu uso na análise, as questões foram concebidas para potencializar as seguintes características no debate:

- (a) *Riqueza qualitativa*. Devido à ênfase nas interações discursivas, é útil que os temas levantados facilitem discussões qualitativamente profundas sem que os estudantes precisem desenhar diagramas ou resolver equações para fundamentar suas afirmações.
- (b) *Pluralidade de perspectivas*. Para permitir a ocorrência de enunciados dialógicos durante o debate, ao lado do discurso de autoridade tipicamente científico, foram escolhidas questões que podem ser discutidas consistentemente sob mais de um ponto de vista. Isso permitirá questionar se homens e mulheres podem ser

diferenciados com respeito às perspectivas que adotam, por exemplo, ao expressar suas visões de ciência.

- (c) *Pertinência do conteúdo*. Não basta que as perguntas sejam feitas a respeito dos temas escolhidos. Elas também devem ser relevantes à maneira como tais temas são discutidos nos cursos de graduação.
- (d) *O problema do comportamento fossilizado*. Em virtude do método genético-experimental (VIGOTSKI, 2003), o questionário deve ser construído de maneira a evitar que os alunos forneçam respostas automáticas ou fossilizadas, fomentando neles a necessidade de interagir uns com os outros, concordando, discordando e acrescentando às afirmações dos colegas. Por essa razão, é importante que, pelo menos em parte, as questões atinjam a zona de desenvolvimento proximal dos estudantes. Em outras palavras, é necessário evitar questões muito aquém ou muito além daquilo que os alunos são capazes de resolver em colaboração com o professor ou outro parceiro mais capaz.

Para validar o questionário quanto ao seu conteúdo, foi solicitado aos professores das disciplinas previamente selecionadas que o avaliassem com respeito à pertinência das questões e sua adequação ao nível de aprendizagem dos alunos. Após serem feitas as modificações requeridas pelos professores, o questionário foi considerado pronto para ser levado aos estudantes.

4.1.3 A Escolha das Turmas Participantes

No curso de graduação em Física da UFRGS há algumas disciplinas em que se discute mecânica quântica, mas somente uma em que as visões de ciência são abordadas explicitamente. Esta seção descreve o processo de seleção das turmas que entrariam na análise. Ao final desse processo, sobreviveram somente duas disciplinas: Mecânica Quântica (FIS01210) e História e Epistemologia da Física (FIS01033).

Logo no princípio, várias turmas foram abandonadas em virtude do número de estudantes. Das disciplinas da graduação em Física que poderiam ser analisadas, foram descartadas aquelas em que havia menos de seis estudantes matriculados. As disciplinas que, por serem ministradas no mesmo semestre, tinham muitos estudantes em comum também foram descartadas de modo que nenhum aluno participasse do debate mais de uma vez. Ao final desse processo de seleção, a pesquisa contava com 53 estudantes distribuídos em cinco turmas.

Na primeira turma em que o questionário foi discutido, o investigador permaneceu na sala para garantir que os alunos não se prolongariam além do tempo limite. Somente depois de

encerrar a atividade foi possível perceber o quanto essa escolha prejudicou a qualidade do debate. Para corrigir o engano, esse grupo foi descartado e todas as discussões subseqüentes aconteceram não só na ausência do professor, mas também do pesquisador.

Feitas as gravações, duas outras turmas precisaram ser descartadas. Uma delas, pela ausência de mulheres no dia do debate e a outra porque o ruído na gravação impossibilitou a transcrição. Concluída a eliminação de turmas, a presente pesquisa conta com 22 estudantes distribuídos em duas disciplinas: História e Epistemologia da Física (FIS01033) e Mecânica Quântica (FIS01210). Destes, são: 8 mulheres e 14 homens; 2 alunos da licenciatura e 20 do bacharelado.

4.1.4 Os Procedimentos do Debate

Em data e horário agendados previamente com o professor, os estudantes de cada turma foram reunidos em uma sala com computadores. 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 no local, os estudantes foram comunicados da presença da câmera. Para deixá-los mais à vontade com a filmagem, o investigador deixou claro que ninguém seria obrigado a participar e que todos teriam suas identidades preservadas. Uma cópia do questionário sobre Mecânica Quântica e Visões de Ciência foi entregue a cada estudante.

Em seguida, o investigador propôs que a atividade fosse realizada em três etapas. Nas duas primeiras etapas, com duração prevista de 20 minutos cada, os estudantes debateriam com toda a turma os dois blocos de pergunta do questionário, buscando respondê-los da melhor maneira possível. Toda a discussão ocorreria não somente na ausência do professor, mas também do investigador.

Decorridos os 20 minutos da primeira etapa, o investigador retornaria à sala para verificar se os estudantes terminaram o primeiro bloco de questões e se têm condições de encerrar o segundo bloco em mais 20 minutos. No caso de haver necessidade, o investigador poderá estender o limite de tempo por mais alguns minutos. Encerrado debate, os alunos passariam à terceira e última etapa, que consiste em escrever suas respostas individuais nos computadores disponíveis na sala. O Quadro 4.1 apresenta resumidamente o roteiro da atividade tal como ela foi proposta aos estudantes.

Quadro 4.1: Etapas do Debate

Etapa	Duração Prevista
Instruções Iniciais: O investigador se dirige aos estudantes propondo a atividade e tirando suas eventuais dúvidas. Ele se retira da sala.	05 min
DEBATE (Parte I): Os estudantes discutem as perguntas do questionário. Espera-se que, durante essa etapa, eles consigam terminar o primeiro bloco – sobre Mecânica Quântica.	20 min
Interrupção: O investigador retorna à sala após 20 minutos para verificar se os estudantes conseguiram cumprir a primeira parte da atividade em tempo. Ele se retira da sala.	-
DEBATE (Parte II): Os estudantes voltam a discutir as perguntas do questionário. Espera-se que, durante essa etapa, eles consigam terminar o segundo bloco – sobre Visões de Ciência.	20 min
Finalização do Debate: O investigador retorna à sala. Se a turma já discutiu todas as questões, todos são convidados a responderem individualmente ao questionário por escrito.	-
RESPOSTAS INDIVIDUAIS: Cada estudante redige suas respostas individuais em um computador, concluindo a atividade.	20 min

Ao final da atividade, tanto as gravações em audiovisual quanto as respostas escritas dos estudantes foram codificadas e analisadas segundo os procedimentos descritos a seguir.

4.2 A ESTRUTURA DA ANÁLISE

Com o objetivo de investigar algumas semelhanças e diferenças de gênero entre graduandos em Física, a presente pesquisa adota as seguintes questões que serão respondidas com respeito aos estudantes que participaram da investigação: (1) Existe alguma evidência nos usos da linguagem científica que permita argumentar que as mulheres tendem realmente ao conhecimento conectado enquanto os homens tendem ao conhecimento separado? Quais seriam esses indícios? (2) Existe alguma diferença entre homens e mulheres quanto às visões de ciência que carregam? Em havendo, quais seriam tais diferenças? (3) Como é o exercício do papel do professor na ausência do professor? Existe algum tipo de monopólio masculino ou as mulheres compartilham com os homens essa posição de autoridade diante dos colegas?

A análise, que será apresentada somente no próximo capítulo, encontra-se dividida em três grandes seções que buscam responder às questões de pesquisa na ordem apresentada acima. São estas: (1) Conhecimento conectado e o discurso científico das mulheres; (2) Diferenças de gênero em visões de ciência; (3) Gênero e o exercício do papel do professor entre os alunos.

Além de atacar questões de pesquisa distintas, as três seções em que se divide a análise

se detêm sobre partes diferentes dos registros. Por exemplo, o exercício do papel de professor ocorre nas interações sociais e requer que os registros em áudio e vídeo sejam investigados. Em contrapartida, as duas primeiras questões de pesquisa foram respondidas com base nas respostas individuais deixadas por escrito pelos estudantes após o debate. O Quadro 4.2 associa os registros utilizados e as questões de pesquisa respondidas por cada seção em que a análise é dividida.

Quadro 4.2: As Três Seções da Análise

Título da Seção	Questões de Pesquisa	Registros
Conhecimento Conectado e o Discurso Científico das Mulheres	Existe alguma evidência nos usos da linguagem científica que permita argumentar que as mulheres tendem realmente ao conhecimento conectado enquanto os homens tendem ao conhecimento separado? Quais seriam esses indícios?	Respostas individuais dadas por escrito às perguntas sobre Mecânica Quântica.
Diferenças de Gênero em Visões de Ciência	Existe alguma diferença entre homens e mulheres quanto às visões de ciência que carregam? Em havendo, quais seriam tais diferenças?	Respostas individuais dadas por escrito às perguntas sobre Visões de Ciência.
Gênero e o Exercício do Papel do Professor entre os Alunos	Como é o exercício do papel do professor na ausência do professor? Existe algum tipo de monopólio masculino ou as mulheres compartilham com os homens essa posição de autoridade diante dos colegas?	Interações discursivas gravadas em áudio e vídeo durante todo o debate.

A seguir, as categorias em que os enunciados orais e escritos dos estudantes foram classificados serão descritas com o objetivo de dar mais transparência aos procedimentos de codificação adotados na análise.

4.3 CONHECIMENTO CONECTADO E O DISCURSO CIENTÍFICO DAS MULHERES

4.3.1 Expressões em Primeira Pessoa como Indício do Conhecimento Conectado

Na modalidade do conhecimento separado, o conhecedor se distancia do conhecido visando analisá-lo da maneira mais imparcial possível. Em contrapartida, no âmbito do conhecimento conectado, o conhecedor busca mais proximidade com o conhecido, ligando-se a ele. Enquanto este costuma ser mais subjetivo e situacional, aquele busca objetividade e validade universal.

Com efeito, a busca pela objetividade é uma característica do pensamento científico e, conforme foi ilustrada no capítulo sobre o marco teórico-metodológico, a omissão de expressões em primeira pessoa, devido à subjetividade que elas denotam, é fundamental na redação

científica.

Em uma pesquisa anterior, como resultado da aplicação de um questionário aberto sobre as atitudes de estudantes do ensino médio frente às disciplinas escolares, Lima Jr. et al. (2007) perceberam que meninos e meninas faziam usos diferentes das expressões em primeira pessoa em seus enunciados. Por exemplo, enquanto as meninas escreviam que algumas disciplinas eram importantes para “o *meu* dia-a-dia”, os meninos omitiram o pronome possessivo “meu”, dando mais objetividade às próprias afirmações.

Essa diferença sutil nos usos que meninos e meninas fazem da linguagem pode estar relacionada com a existência de maneiras tipicamente femininas e masculinas de conhecer decorrentes do processo de socialização, fortalecendo a afirmação de que o conhecimento separado é tipicamente masculino enquanto o conhecimento conectado é tipicamente feminino. Enfim, a presente investigação buscará no uso de expressões em primeira pessoa os indícios de que as alunas da graduação em Física estão são mais propensas ao conhecimento conectado que seus colegas do sexo masculino quando um tema de Física está em discussão.

4.3.2 Codificação do Primeiro Bloco de Respostas Escritas

Para responder à primeira questão de pesquisa em termos dos usos que os estudantes fazem das expressões em primeira pessoa nos seus enunciados sobre um tema da Física, as respostas escritas referentes ao primeiro bloco do questionário (MQ) foram inseridas em um programa de análise qualitativa (*Atlas.ti*), comparadas e codificadas em duas categorias: (a) Imparcialidade; e (b) Parcialidade. A primeira denota a omissão de expressões em primeira pessoa; a segunda, o emprego dessas expressões. O Quadro 4.3 resume as definições operacionais utilizadas para objetivar a codificação dos enunciados dos estudantes com respeito a essas categorias.

É preciso ressaltar que o ponto de partida para a construção das definições operacionais foi a comparação dos enunciados dos estudantes. Sempre que dois estudantes afirmaram praticamente a mesma coisa, salvo pelo emprego da primeira pessoa em um e a ausência em outro, suas afirmações foram categorizadas como parcialidade e imparcialidade respectivamente. Na medida em que essa classificação por contraste avançava, foi possível apontar algumas regras de seleção que os elementos em cada categoria pareciam satisfazer. Tais critérios de seleção são as definições operacionais.

Quadro 4.3: Definições operacionais de Parcialidade e Imparcialidade

	Imparcialidade	Parcialidade
Respostas Iniciadas por Definições	Definições introduzidas diretamente pelo verbo ser. Exemplos: “A função de onda é...”; “O fóton é...”; “O aspecto mais fundamental da MQ é...”.	Definições introduzidas por expressões em primeira pessoa. Exemplos: “ <i>Na minha opinião</i> , a função de onda é...”; “ <i>Eu acho</i> que o fóton é...”; “ <i>Imagino</i> que o aspecto mais fundamental da MQ seja...”.
Voz Ativa e Passiva	Uso de voz passiva – ou outro recurso semelhante – quando poderia ser usado verbo em primeira pessoa. Exemplos: “ <i>Não se pode</i> determinar...”; “ <i>Não é possível</i> saber...”; “ <i>Quando se faz</i> uma medida...”.	Verbo conjugado em primeira pessoa na voz ativa. Exemplos: “ <i>Não podemos</i> determinar...”; “ <i>Não podemos</i> saber...”; “ <i>Quando eu faço</i> uma medida...”.
Verbos no Infinitivo	Uso de infinitivo impessoal. Exemplos: “É impossível <i>conhecer</i> ...”; “ <i>Não é possível</i> determinar...”.	Uso de infinitivo pessoal. Exemplos: “É impossível <i>conhecemos</i> ...”; “ <i>Não é possível</i> determinarmos...”.

Para cada estudante, foi registrado o número de ocorrências de parcialidade (*NP*) e imparcialidade (*NI*) ao longo do primeiro bloco de perguntas. Como primeira aproximação, a diferença $NP - NI$ indica se essas ocorrências estão equilibradas ou se o estudante se mostrou mais propenso a utilizar uma em detrimento da outra. Para comparar os estudantes, dividimos essa diferença pela soma $NP + NI$, normalizando-a. Assim, todos os resultados individuais caem no intervalo de -1 a +1. Os valores mais próximos de -1 indicam uma preferência pela imparcialidade enquanto os valores próximos de +1 indicam que a parcialidade é dominante. Os resultados individuais da razão $(NP - NI)/(NP + NI)$ foram inseridos em uma planilha do SPSS (versão 13.0) onde foi realizado um teste de comparação entre médias. Os resultados dessa análise permitirão dizer se há diferença, em média, entre o discurso científico de homens e mulheres com respeito ao uso de expressões em primeira pessoa e se essa diferença se deve ao acaso ou pode ser considerada estatisticamente significativa.

4.4 DIFERENÇAS DE GÊNERO EM VISÕES DE CIÊNCIA

4.4.1 A Visão de Ciência Subjacente ao Conhecimento Separado

Entre as tendências recentes da pesquisa sobre gênero em educação científica está a asserção de que as mulheres podem desenvolver maneiras de conhecer características em função dos papéis para os quais são preparadas ao longo do processo de socialização. A partir dessa afirmação, argumenta-se que o aumento de mulheres na ciência traria contribuições epistemológicas específicas relacionadas à sua maneira mais conectada de conhecer.

Como mostra o Quadro 2.1, objetividade, analiticidade, imparcialidade e validade

universal são características do conhecimento separado – que está mais relacionado ao masculino que ao feminino (ZOHAR, 2003, 2006). Os objetivos do conhecimento separado são testar, avaliar, justificar e chegar a asserções universalmente válidas. Para o conhecimento separado, a emoção é um obstáculo ao pensamento e deve ser evitada.

Pela relação entre essas duas maneiras típicas de conhecer e o gênero, espera-se que os homens estejam mais propensos que as mulheres a adotarem visões de ciência relacionadas ao conhecimento separado. Por exemplo, é esperado que as mulheres estejam menos propensas que os homens a sustentar que a ciência é objetiva, imparcial, testável, universal e que essas características a distinguem de todas as outras formas de conhecimento. Em contrapartida, é possível que os homens sustentem com mais freqüência que a criatividade e os pontos de vista individuais reduzem a cientificidade do pensamento.

4.4.2 Codificação do Segundo Bloco de Respostas Escritas

Tendo em vista que as categorias de conhecimento separado e conectado possuem epistemologias subjacentes e que essas epistemologias podem estar relacionadas ao gênero, as respostas fornecidas por escrito pelos estudantes foram comparadas e agrupadas em duas categorias distintas e antagônicas. Devido às semelhanças entre essas duas categorias e a antinomia relativismo-absolutismo discutida por Toulmin (1977, p.65-97), o conjunto das visões de ciência mais relacionadas ao conhecimento separado foi chamado *olhar absolutista*. Em acréscimo, a categoria das afirmações que se opõem à forma tipicamente masculina de conhecer foi chamada *olhar relativista*¹⁶. As características gerais desses dois pontos de vista são apresentadas no Quadro 4.4 a seguir.

¹⁶ Em síntese, Toulmin (op. cit.) reúne sob a marca do *absolutismo* todas as doutrinas filosóficas baseadas na idéia de que há uma razão universal baseada em procedimentos lógicos e imparciais por meio dos quais o conhecimento pode ser julgado verdadeiro ou falso. Portanto, para o absolutista, a verdade científica não depende das qualidades pessoais do cientista, nem do contexto histórico e cultural em que o conhecimento é produzido. Em contraste com essa posição, Toulmin chama *relativismo* à posição filosófica que abandona a busca de um ponto de vista absoluto para o conhecimento com base em procedimentos lógicos universais, tratando o conhecimento como um fenômeno situado cultural e historicamente.

Quadro 4.4: Características gerais dos olhares Absolutista e Relativista¹⁷

	Olhar Absolutista (Relacionado ao C. Separado)	Olhar Relativista (Oposto ao C. Separado)
Definição da Categoria	Enfatiza a ciência como uma construção lógica capaz de descrever a realidade com alguma objetividade.	Enfatiza a ciência como resultado dos esforços da comunidade científica ao longo da história.
Definição de Ciência	A ciência é objetiva, racional, imparcial, universalmente válida, não-dogmática, testável, falseável.	A ciência é intersubjetiva, situada social e historicamente, não-universal.
A Verdade em Ciência	O conhecimento científico é verdadeiro porque é cientificamente provado. A verdade científica é provisória. O conhecimento científico é verdadeiro para os fins práticos aos quais se aplica. A refutação em ciência é um processo lógico e objetivo.	O conhecimento científico não é verdadeiro. Ele é apenas <i>uma</i> maneira de conhecer. Cada cultura e cada período histórico tem suas “verdades”. A verdade científica é provisória. É a comunidade (científica) quem decide o que deixa de ser verdadeiro.
O Problema da Demarcação	Racionalidade e objetividade distinguem a ciência.	Enfatiza as semelhanças entre ciência e não-ciência.
As Influências Externas à Ciência	Reconhece que sempre há influências políticas, culturais e sociais. Contudo, sustenta que essas influências devem ser evitadas. Sustenta que algumas idéias científicas são independentes de processos sociais.	Considera inevitáveis as influências políticas, culturais e sociais sobre a produção do conhecimento científico.
Individualidade em Ciência	Pontos de vista individuais devem ser evitados à medida que comprometem a objetividade do trabalho científico.	Pontos de vista individuais contribuem para uma melhor compreensão do fenômeno.

Tendo esboçado as categorias de absolutismo e relativismo adotadas neste trabalho, o primeiro desafio desta codificação foi representar numericamente o grau de adesão de cada estudante a esses pontos de vista tal como foi feito com o uso de expressões em primeira pessoa na análise anterior. Com esse objetivo, as respostas dos estudantes foram lidas várias vezes em busca das famílias de palavras que se mostraram mais típicas de cada visão. Tais palavras e seus contextos de uso são apresentados e exemplificados nos Quadros 4.5 e 4.6 a seguir. Como é possível perceber, os contextos de uso apresentados nesses quadros estão fundamentados nas características gerais apontadas no Quadro 4.4.

¹⁷ Como é possível perceber, nesse quadro, buscou-se descrever as categorias de absolutismo e relativismo seguindo a ordem de perguntas feitas no segundo bloco do questionário. Por exemplo, a linha intitulada “definição de ciência” refere-se às respostas dadas pelos estudantes à primeira questão sobre visões de ciência e a linha seguinte, sobre “a verdade em ciência” refere-se às respostas dadas à segunda questão.

Quadro 4.5: Famílias de palavras associadas ao Olhar Absolutista

	Contexto de Uso	Exemplos
Objetivo/ Objetividade	Afirmar que a ciência é objetiva, sugerindo que a objetividade distingue a ciência de outras formas de conhecimento.	[O que é ciência?] “O que tenta descrever o universo de uma maneira <i>objetiva</i> ”
Prever/ Previsão; Predizer/ Predição.	Afirmar que a ciência permite fazer previsões. Dizer que a possibilidade de fazer previsões distingue a ciência.	[O que é ciência?] “Creio que é o conjunto de conhecimentos que possibilitam realizar <i>previsões</i> e estejam sujeitos a falceabilidade”.
Lógico/ Lógica; Matemático/ Matemática; Lógica Matemática.	Introduzir a lógica e a matemática como ferramentas típicas da ciência.	[O que é ciência?] “O que tenta reproduzir a ‘realidade’ seguindo uma <i>lógica matemática</i> ”.
Razão/ Racional/ Racionalidade	Defender a racionalidade como atributo da ciência e do cientista.	“Um artista não precisa ser <i>racional</i> em uma obra, mas o cientista sim”.
Válido/ Validade; Provado/ Comprovado/ Prova/ Comprovação/ Provar/ Comprovar; Verificar/ Verificado; Certo; Correto.	Qualificar e distinguir a ciência como conhecimento provado, válido, correto. Introduzir o método científico como um mecanismo de comprovação.	“A fronteira entre a ciência e a religião, filosofia e arte se dá no campo da <i>comprovação</i> experimental”.
Fatos/ Fatoal; Real/ Realidade.	Afirmar que a ciência está comprometida com a realidade e os fatos mais que a arte, a filosofia e/ou a religião.	“A ciência tem um compromisso com a <i>realidade</i> , com o que se observa na natureza, enquanto a arte, a filosofia e a religião não têm”.
Teste/ Testável/ Contestar; Falsear/ Falseabilidade/ Falseável; Quebrar; Prova/Provar	Defender que conhecimento científico é refutável, testável e está sujeito à correção.	[O conhecimento científico é verdadeiro?] “Sim, até que se <i>prove</i> o contrário”.
Geral/ Generalidade; Universal/ Universalidade; Absoluto.	Atribuir universalidade à ciência.	[O que é ciência?] “O que tenta descrever o universo de forma <i>geral</i> e crítica”.
Dogma/ Dogmatismo; Doutrina	Atribuir dogmatismo à religião, distinguindo-a da ciência.	“A religião é demasiadamente <i>dogmática</i> , mais do que a ciência”.
Método/ Metodologia	Distinguir a ciência pelo método científico ou método empírico.	“A ciência diferencia-se de outras crenças por seguir uma série de regras chamadas de <i>método</i> científico”.

Quadro 4.6: Famílias de palavras associadas ao Olhar Relativista

	Contexto de Uso	Exemplos
Coletivo/ Coletividade	Enfatizar que a ciência não pode ser resultado do trabalho de uma pessoa só. A ciência supõe a existência de uma comunidade que a produza.	“Acho que a ciência é aquilo que estuda e tenta representar a natureza, e essa representação tem que ser de alguma forma <i>coletiva</i> , não é possível fazer ciência sozinho”.
Comunidade [Científica];	Enfatizar que é a comunidade científica quem determina o verdadeiro e o falso em ciência.	[O conhecimento científico é verdadeiro?] “Ele é considerado verdadeiro após a apreciação favorável da <i>comunidade científica</i> ”.
Social/ Sociedade; Grupo; Povo.	Situar a construção do conhecimento [científico ou não] em um povo, um grupo de pessoas socialmente organizado.	“Para um <i>povo</i> que vê o universo de maneira limitada, participa de guerras e trabalha apenas para o próprio sustento, a ciência será baseada naquilo que está ao seu alcance, com propostas militares e visando lucro”.
Cultura/ Cultural	Situar o conhecimento [científico ou não] na cultura de um povo. Enfatizar que a cultura do cientista influencia sua maneira de produzir conhecimento.	[O conhecimento científico é verdadeiro?] “Não, de forma alguma. Porque não se pode ignorar todas as outras formas de conhecimento <i>culturais</i> ”. “A <i>cultura</i> , os valores sociais e a política influenciam muito a nossa visão do mundo”.
Subjetivo/ Subjetividade	Apontar a subjetividade como condição inescapável da ciência enquanto produto do trabalho de seres humanos.	[O conhecimento científico é verdadeiro?] “Não, pois ele está condicionado a <i>subjetividade humana</i> ”.
Época; Tempo; Período [Histórico]	Situar o conhecimento [científico ou não] em um período histórico, uma época, um tempo.	[O conhecimento científico é verdadeiro?] “Ele pode ser verdadeiro para nós no <i>tempo atual</i> ”. “Cada <i>época</i> e cada sociedade têm seus interesses específicos, e a ciência anda conforme eles”.
Mito	Aproximar mito e ciência, reduzindo a certeza que se deposita no conhecimento científico.	“O <i>mito</i> que foi quebrado pela ciência é a ciência do passado, e naquele tempo, era a verdade”.

Com o auxílio da ferramenta de procura de um software de análise qualitativa (*Atlas.ti*), as respostas dos alunos foram rastreadas quanto à ocorrência das famílias de palavras listadas acima. Entretanto, as palavras encontradas dessa maneira não foram codificadas imediatamente como indicativas de uma visão de ciência específica. Antes disso foi necessário conferir seu contexto de uso. Somente as palavras empregadas em contextos compatíveis com os indicados nos Quadros 4.5 e 4.6 foram codificadas respectivamente como indicativas dos olhares

absolutista e relativista. Os enunciados a seguir ilustram essa etapa da codificação.

Toda a ciência tem um objeto de estudo e é constituída de uma porção de crenças básicas que a fundamenta, essas crenças dão origem a novas crenças através de um *método* empírico. Portanto as crenças, todas, são empiricamente passíveis de *teste*.

A religião, de certo modo tem o mesmo *objetivo* da ciência, mas não há como *verificar* o que é exposto.

No primeiro dos enunciados acima, o estudante está desenvolvendo a idéia de que a testabilidade é uma característica do conhecimento científico. Como é possível perceber, as palavras “método” e “teste” aparecem nos contextos de uso previstos no Quadro 4.5 e podem ser consideradas indicativas do olhar absolutista.

No enunciado seguinte, a ferramenta de procura do Atlas.ti destacou duas palavras. “Objetivo” foi empregada no sentido de “meta”. Somente se essa palavra fosse empregada como “objetividade” atribuída ao conhecimento científico poderia ser considerada indicativa do olhar absolutista. Entretanto, a possibilidade de “verificar” foi introduzida como maneira de distinguir a ciência da religião, caracterizando esse olhar.

Eventualmente, os estudantes se apropriaram das palavras tipicamente utilizadas pelos defensores de um dado ponto de vista para combatê-lo. Assim, nos casos em que as palavras encontradas pela ferramenta de busca foram empregadas em contextos *opostos* ao especificados nos Quadros, 4.5 e 4.6, tais palavras foram codificadas como indicativas dos olhares relativista e absolutista respectivamente. O enunciado a seguir ilustra essa situação:

[O conhecimento científico é verdadeiro?] Não, de forma alguma. Porque não se pode ignorar todas as outras formas de conhecimento *culturais*. Não podemos ignorar coisas que funcionam e que a ciência não aceita, como por exemplo, Acupuntura. O conhecimento de antepassados, mesmo que não seja científico, pode ser *certo*, então não se pode dizer que o conhecimento científico é verdadeiro.

Nesse enunciado, a palavra “culturais” situa o conhecimento em uma cultura, permitindo ser considerada indicativa do olhar relativista. Como é possível perceber, o todo do enunciado caminha para a relativização da verdade científica. Nessa linha de pensamento, a palavra “certo” não é atribuída à ciência, mas ao conhecimento não-científico. Assim, esse enunciado não busca distinguir a ciência como conhecimento provado, válido e correto tal como previsto no Quadro 4.5. Pelo contrário, a palavra “certo” foi empregada em um contexto oposto. É justamente porque a não-ciência pode estar correta, que não faz sentido diferenciá-la da ciência como deseja o absolutista. Por essas razões, em virtude do seu contexto de uso, essa palavra foi codificada nesse enunciado como indicativa do olhar relativista.

Todo esse cuidado em observar o contexto de uso das palavras resulta tanto do reconhecimento de que o sentido das palavras não tem existência independente do enunciado concreto (BAKHTIN, 2006) quanto da necessidade de manter a codificação coerente com o que

foi dito a respeito dos olhares absolutista e relativista no Quadro 4.4.

Voltando ao texto do questionário, é possível perceber que as quatro últimas perguntas tendem a evocar respostas do tipo “sim” ou “não”. Por exemplo, “o conhecimento científico pode ser considerado conhecimento verdadeiro?”. Segundo o Quadro 4.4, respostas do tipo “sim” ou “não” podem ser consideradas indicativas dos olhares absolutista ou relativista conforme o caso. Por essa razão, expressões afirmativas e negativas tais como “Sim, com certeza!” e “Não, de maneira alguma” foram codificadas como indicativo da adesão do estudante a uma das duas visões de ciência consideradas. O Quadro 4.7 explicita em detalhes os critérios desse procedimento.

Como tendência geral, a codificação da adesão do estudante aos olhares absolutista e relativista por meio do emprego de certas famílias de palavras tende a atribuir mais pontos aos enunciados em que o estudante conseguiu agregar mais informação. Considere, por exemplo, algumas respostas tipicamente relativistas a duas perguntas do segundo bloco. As palavras grifadas foram codificadas como indicativas desse olhar:

[O conhecimento científico pode ser considerado verdadeiro?] “*Não*, porque ele é mutável”.

[É possível traçar uma fronteira capaz de separar ciência e não-ciência?] “*Não*”.

[O conhecimento científico pode ser considerado verdadeiro?] “É um conhecimento verdadeiro em certo domínio. A verdade e a ciência são dinâmicas e disjuntas, e os cientistas não podem ter a pretensão de assumir que seus feitos são *absolutos*. O *mito* que foi quebrado pela ciência é a ciência do passado, e naquele tempo, era a verdade. De modo análogo, na hipótese de que haja inúmeros universos, espera-se que a ciência do nosso planeta seja verdadeira em todos universos? O conhecimento científico é verdadeiro num dado “universo”, portanto”.

[É possível traçar uma fronteira capaz de separar ciência e não-ciência?] “*Não é possível* traçar uma fronteira pois todo o conhecimento possui caráter *subjetivo*. É possível estimar que o limite entre a ciência e as demais entidades de conhecimento é a falseabilidade, mas não se pode afirmar que toda ciência é *falseável* pois isso a torna limitada e acessível apenas à cientistas idealizados, perfeitos. Tal afirmação atrapalharia o progresso do conhecimento da humanidade”.

Como é possível perceber, embora as quatro afirmações estejam de acordo com as linhas gerais do ponto de vista relativista, as duas primeiras são praticamente monossilábicas e não trazem nenhum elemento que fortaleça a posição que defendem. Como resultado dessa falta de detalhamento, somente uma palavra em cada um dos dois primeiros enunciados pôde ser considerada indicativa do olhar relativista.

Entretanto, em contraste com os dois primeiros enunciados, os autores das duas últimas respostas buscaram fundamentar suas afirmações com exemplos e argumentos. Como resultado desse detalhamento, houve um maior emprego de palavras capazes de serem codificadas como indicativos do olhar relativista. Assim, o número de ocorrências de um olhar não está somente

associado ao grau de adesão do estudante a ele, mas também à desenvoltura com que esse estudante o sustenta.

Quadro 4.7: Codificação das Respostas Afirmativas e Negativas

Dadas às Perguntas sobre Visões de Ciência

Definição de Ciência	Respostas Afirmativas	Respostas Negativas
	Não ocorreram.	
A Verdade em Ciência	Respostas afirmativas ocorreram entre os defensores dos dois pontos de vista e não foram categorizadas.	Respostas negativas, quando ocorrem, foram codificadas como indicativas do olhar relativista . Exemplo: “ <i>Não, de forma alguma</i> . Porque não se pode ignorar todas as outras formas de conhecimento culturais”.
O Problema da Demarcação	Quando ocorreram respostas afirmativas, elas foram consideradas indicativas do olhar absolutista . Exemplo: “ <i>Sim, a fronteira é a racionalidade</i> ”.	Quando ocorreram respostas negativas, elas foram consideradas indicativas do olhar relativista . Exemplo: “ <i>Não é possível</i> traçar uma fronteira pois todo o conhecimento possui caráter subjetivo”.
As Influências Externas à Ciência	Todos os estudantes, sem exceção, concordaram que a ciência é influenciada pelo pensamento da época, pela política e pela cultura de uma sociedade.	
Individualidade em Ciência	Quando ocorreram respostas afirmativas sem restrições, elas foram codificadas como indicativas do olhar relativista . Exemplo: “ <i>Sim, completamente!</i> Creio que as idéias sejam fundamentais para o processo criativo da ciência”.	Quando ocorreram, foram codificadas como indicativas do olhar absolutista . Exemplo: “ <i>Não deveria</i> haver subjetividade na ciência”.

Terminada a codificação das palavras em virtude dos seus contextos de uso, foi registrado, para cada estudante, o número de ocorrências daquelas consideradas indicativas dos olhares absolutista (*NA*) e relativista (*NR*) ao longo do segundo bloco de perguntas. A diferença $NR - NA$ indica se essas ocorrências estão equilibradas ou se o estudante se mostrou mais propenso a desenvolver um olhar em detrimento do outro.

Para comparar os estudantes, essa diferença foi dividida pela soma $NR + NA$, normalizando-a. Assim, todos os resultados caem no intervalo de -1 a +1. Os valores mais próximos de -1 indicam que o olhar absolutista é preferido ou desenvolvido com mais detalhamento. Enquanto isso, os valores próximos de +1 indicam que o olhar relativista é dominante. Os resultados individuais da razão $(NR - NA)/(NR + NA)$ foram inseridos em uma planilha do SPSS (versão 13.0) onde foi realizado um teste de comparação entre médias. Os resultados dessa análise permitirão dizer se há diferença, em média, entre os homens e mulheres que participaram da pesquisa com respeito às suas visões de ciência e se essa diferença se deve ao acaso ou pode ser considerada estatisticamente significativa.

4.5 GÊNERO E O EXERCÍCIO DO PAPEL DO PROFESSOR PELOS ALUNOS

Tal qual uma criança, que pode fazer muito mais em colaboração com um adulto (VIGOTSKI, 2003), o estudante será mais bem sucedido na resolução de problemas em ciências quando em colaboração com seu professor. Recentemente, tem se percebido que, quando trabalham em grupo, alguns alunos assumem o papel do professor avaliando as respostas dos colegas e conduzindo sua atividade por meio de perguntas (DUARTE & REZENDE, 2008; PEREIRA, 2008). Esses resultados permitem tratar o professor não somente como pessoa, mas como um papel social que pode ser exercido pelos estudantes quando precisam colaborar uns com os outros para resolver um problema.

Tendo em vista a revisão da literatura, é possível que os professores estejam dando mais atenção às vozes masculinas na aula de ciências, fornecendo menos elogios e críticas às meninas enquanto deixam as perguntas mais desafiadoras para os meninos (VOYLES et al., 2008). É possível que, como efeito do tratamento diferenciado que costumam receber dentro e fora da escola, os homens estejam sendo mais estimulados que as mulheres a assumirem papéis de liderança ao longo do curso de graduação em Física. Assim, embora meninos e meninas tenham o mesmo potencial a desenvolver, é possível que os meninos se mantenham mais freqüentemente no papel de professor como resultado do processo de socialização.

Ao contrário das etapas anteriores, em que as respostas individuais ao questionário escrito foram analisadas, a questão do exercício do papel do professor precisa ser abordada a partir das interações discursivas entre estudantes *durante* o debate e requer métodos de codificação e análise mais adequados ao tratamento de registros em áudio e vídeo.

4.5.1 A Divisão em Episódios Temáticos

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.

A estreita relação entre os episódios temáticos e o questionário, permitiu rotular todos os episódios com dois números. O primeiro se refere à questão que está sendo discutida e o segundo ao bloco de questões – 1 para mecânica quântica e 2 para visões de ciência. Por exemplo, 03/1 é o episódio em que os alunos discutem a terceira pergunta do primeiro bloco.

A única exceção a essa divisão dos episódios temáticos por meio das perguntas

fornecidas no questionário ocorreu na turma de Mecânica Quântica (FIS01210) onde um aluno propôs uma pergunta que não estava prevista no roteiro, conseguindo a adesão dos colegas por um tempo equiparável àquele gasto com outras questões. Esse episódio foi codificado como */1 e trata sobre *o problema da medida* na mecânica quântica.

Concluída a demarcação dos episódios temáticos, foram registradas suas durações tão bem como a quantidade dos turnos de fala de cada estudante que excederam 3 segundos em cada episódio. Essas informações permitirão perceber em que medida cada estudante recebe atenção dos colegas. Após colher esses dados, foi acrescentado um parágrafo descrevendo as principais ações que ocorreram durante cada episódio.

O objetivo dessa primeira etapa da codificação foi permitir que o leitor – mesmo não tendo acesso direto aos registros em áudio e vídeo – possa perceber como cada episódio que será analisado posteriormente constitui o todo da atividade. O produto dessa codificação foi chamado *quadro geral de ações*¹⁸. Os dois quadros construídos, um para cada turma, encontram-se no capítulo seguinte.

4.5.2 A Transcrição dos Enunciados Oraís dos Estudantes

Tendo concluído a confecção do quadro geral de ações em cada turma, teve início a transcrição detalhada dos atos de fala dos estudantes. Como os episódios não se mostraram igualmente relevantes à questão de pesquisa, nem todos foram transcritos. Em geral, ocorreram dois tipos de situação nos episódios abandonados: (1) os alunos ficaram um pouco perplexos com a pergunta – sem conseguir chegar a resposta; (2) eles responderam à questão com tanta facilidade que não houve discordância ou qualquer necessidade de ajuda mútua. Enfim, embora o questionário tenha sido planejado para atingir a zona de desenvolvimento proximal dos estudantes, houve casos em que a dificuldade das questões não se mostrou adequada às habilidades que os estudantes estavam desenvolvendo na época em que o debate ocorreu. Nesses casos, não se estabeleceu uma relação de colaboração entre os estudantes para que pudéssemos perguntar quem estaria exercendo o papel de professor.

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 enunciado; (b) as ações mais prolongadas foram introduzidas *em parágrafos separados* entre um enunciado e outro.

¹⁸ A idéia do *quadro geral de ações* é uma adaptação do *quadro de narrativas das ações* utilizado por Vilani e Nascimento (2003) para analisar interações discursivas em um laboratório didático de Física.

Além de utilizarem recursos não-verbais, foi percebido que os alunos eventualmente mudam o tom da própria voz enquanto falam – tais como contadores de histórias que interanimam, dentro de um mesmo enunciado, sua voz de narrador e a voz das suas personagens. Por essa razão, propomos tratar os fragmentos de enunciado em que os estudantes mudam drasticamente o próprio tom de voz como *discurso citado*, colocando-os entre aspas na transcrição. Por exemplo:

Sobre os filmes *O Segredo* e *Quem Somos Nós?* .

Gabriel: Algum de vocês poderia fazer um breve comentário sobre o filme porque eu não vi nenhum dos dois.

João: O Segredo diz assim, ó... O Segredo é o segredo do pensamento positivo. Mas eles não dizem que é sobre pensamento positivo (os colegas estão escutando atenta e silenciosamente). Eles dizem que é a “lei da atração”.

Todos riem.

O excerto acima foi retirado do episódio 06/1 da turma de Mecânica Quântica. Nele, os alunos estão criticando a apropriação que os filmes “O Segredo” e “Quem Somos Nós?” fazem dos conceitos da Física. Observe que, durante a maior parte da sua enunciação, João preserva a própria voz, mudando-a somente no final. O riso coletivo dos colegas é um indicativo de que a mudança de voz na fala de João foi interpretada por todos como um tipo de paródia, uma maneira jocosa de criticar o ponto de vista alheio. A semelhança desse enunciado com o *estilo pictórico* (BAKHTIN, 2006) corrobora a idéia de que as mudanças no tom de voz dos estudantes podem ser interpretadas como evidência do discurso citado. Veja também o seguinte exemplo:

Sobre o conceito de fóton.

Gustavo: Ah, se eu tivesse que dizer em uma linha o que é o fóton eu diria (breve pausa): “É o quantum de energia eletromagnética”.

Os colegas concordam com Gustavo, acenando com a cabeça.

Esse é um outro exemplo em que o estudante faz uma breve pausa, mudando de tom durante o enunciado. Antes das aspas, sua fala é acelerada – num ritmo que parece ser típico desse aluno. Quando introduz sua definição de fóton, ele passa a pronunciar as palavras mais pausadamente. Observe que os pronomes e verbos em primeira pessoa também desaparecem de um momento para o outro. Assim, é possível que a afirmação entre aspas não tenha origem no aluno, mas que seja o eco da voz do professor ou do livro didático.

Diferente do estilo pictórico, que permite imprimir juízos de valor explicitamente sobre a voz alheia, o uso que Gustavo faz do discurso citado parece se aproximar mais do *estilo linear* (BAKHTIN, 2006), que busca preservar a integridade e a autenticidade da citação. Se a estratégia de Gustavo foi revestir seu enunciado da autoridade do livro didático citando-o, ela parece ter funcionado. Ao final, seus pares concordaram com seu ponto de vista.

5 ANÁLISE E RESULTADOS DE PESQUISA

5.1 CONHECIMENTO CONECTADO E O DISCURSO CIENTÍFICO DAS MULHERES

Baseada nas respostas individuais dadas por escrito pelos estudantes às questões do primeiro bloco do questionário, essa primeira parte da análise visa responder se existe alguma diferença no discurso científico de homens e mulheres no que tange o emprego de expressões em primeira pessoa. Em havendo, essa diferença poderá ser considerada um indicativo de que uns tendem mais ao conhecimento conectado enquanto outros tendem ao conhecimento separado. As Tabelas 5.1 e 5.2 a seguir explicitam o número de ocorrências de parcialidade e imparcialidade para cada estudante. Observe também que a coluna chamada K_{PI} carrega os valores da diferença normalizada entre NP e NI e será fundamental para testar se há diferença de gênero significativa no emprego de expressões em primeira pessoa.

**Tabela 5.1: Ocorrências de Parcialidade e Imparcialidade
No Discurso Científico dos Homens**

Nome ¹⁹	Número de Ocorrências		K_{PI}
	Imparcialidade	Parcialidade	
JOÃO	7	1	-0,75
DANIEL	4	3	-0,14
EDSON	6	0	-1
FABIANO	4	1	-0,6
GABRIEL	3	2	-0,2
GUSTAVO	3	1	-0,5
LUCIANO	2	1	-0,33
LUÍS	5	10	0,33
MATHEUS	5	0	-1
MOISÉS	2	3	0,2
RAPHAEL	7	2	-0,56
RENATO	1	3	0,5
SANDRO	2	1	-0,33
VINÍCIUS	5	0	-1
		Média	-0,38
		Desvio da Média	0,13

¹⁹ Em toda esta dissertação os nomes dados aos estudantes são fictícios.

**Tabela 5.2: Ocorrências de Parcialidade e Imparcialidade
No Discurso Científico das Mulheres**

Nome	Número de Ocorrências		K _{PI}
	Imparcialidade	Parcialidade	
AMANDA	3	4	0,14
BIANCA	4	5	0,11
CARLA	5	10	0,33
DANIELA	1	5	0,67
LAURA	8	4	-0,33
MELISSA	3	3	0
ROBERTA	1	9	0,8
VANESSA	1	2	0,33
		Média	0,26
		Desvio da Média	0,13

Como é possível perceber, a ocorrência de expressões em primeira pessoa foi muito mais comum entre as mulheres que entre os homens que participaram da pesquisa. Entretanto, para investigar se essa diferença não é casual, foi feita uma análise de variância (IVERSEN & NORTHPOTH, 1976) para a diferença relativa entre *NP* e *NI* com respeito ao gênero. O resultado dessa análise encontra-se na Tabela 5.3 a seguir.

**Tabela 5.3: Análise de Variância para a diferença normalizada K_{PI}
entre *Parcialidade e Imparcialidade***

	Σ Quadrática	Graus de Liberdade	Variância	Razão-F	Significância
Efeito	2,089	1	2,089	10,400	0,004
Resíduo	4,017	20	0,201		
Total	6,106	21			

$$\eta^2 = 34,24\%$$

Na primeira coluna da Tabela 5.3, encontram-se as três somas quadráticas que constituem o teste. A soma quadrática total é a soma dos desvios ao quadrado da medida de K_{PI} com relação à média total. A soma quadrática residual é aquela tomada com relação às médias dentro de cada grupo (masculino ou feminino). A soma associada ao efeito é igual à diferença entre as duas anteriores (IVERSEN & NORTHPOTH, 1976). As variâncias associadas ao efeito e ao resíduo são obtidas dividindo as somas quadráticas pelos seus respectivos graus de liberdade. A razão-F, por sua vez, se obtém dividindo a variância associada ao efeito (ou variância entre grupos) pela variância residual (ou variância dentro dos grupos). Enfim, a significância estatística que aparece na última coluna foi fornecida pelo programa SPSS, mas se encontra tabelada para diversos graus de liberdade e pode ser interpretada como a probabilidade de que a diferença entre as médias de K_{PI} em cada grupo (homens e mulheres)

seja devida ao acaso.

O teste permite concluir que a possibilidade da diferença entre homens e mulheres no emprego de expressões em primeira pessoa ser uma mera casualidade é muito remota. Assim, dentro de um intervalo de confiança superior a 99,5%, os homens e as mulheres que participaram da pesquisa não empregaram expressões em primeira pessoa da mesma maneira.

Tendo constatado que há diferença significativa entre as médias de K_{PI} , faz sentido estudar o valor de η^2 , também chamado *tamanho do efeito* (IVERSEN & NORTHPOTH, 1976). Esse valor é calculado pela diferença entre uma unidade e a razão da soma quadrática residual sobre a soma total, ficando restrito ao intervalo de 0 a 1. Como a soma quadrática residual aumenta com a dispersão dos valores de K_{PI} em torno das médias de cada grupo, o tamanho do efeito se aproximará de uma unidade quando a dispersão dentro dos grupos for pequena. Assim, o tamanho do efeito pode ser interpretado como o poder explicativo da variável gênero sobre a diferença normalizada K_{PI} e é igual a 36%.

Enfim, da análise de variância resulta que a diferença entre os homens e as mulheres participantes da pesquisa com respeito ao emprego de expressões em primeira pessoa pode ser considerada significativa (com $p < 0,005$) e que a variável gênero tem um forte poder explicativo sobre o uso dessas expressões entre os estudantes. Conforme discutido anteriormente, dado que a linguagem está ligada ao pensamento, esse resultado pode ser interpretado como um indicativo de que homens e mulheres têm maneiras diferentes de pensar. Ao mesmo tempo, o resultado ilustra como essa diferença de pensamento pode ser manifestar no discurso científico.

5.2 DIFERENÇAS DE GÊNERO EM VISÕES DE CIÊNCIA

Baseada nas respostas individuais dadas por escrito pelos estudantes às questões do segundo bloco do questionário, essa parte da análise visa responder se existe alguma diferença entre os homens e as mulheres que participaram da atividade no que diz respeito às visões de ciência que defendem. Em havendo, essa diferença poderá ilustrar quais são as contribuições epistemológicas que as mulheres podem oferecer à ciência. As Tabelas 5.4 e 5.5 a seguir explicitam a quantidade de ocorrências do olhar relativista e absolutista para cada estudante. Observe também que a coluna chamada K_{RA} carrega os valores da diferença normalizada entre NR e NA e será fundamental para testar se há diferença de gênero significativa nas visões de ciência defendidas pelos estudantes.

**Tabela 5.4: Ocorrências de Relativismo e Absolutismo
Nas Visões de Ciência dos Homens**

Nome	Número de Ocorrências		K _{RA}
	Absolutismo	Relativismo	
JOÃO	5	3	-0,25
DANIEL	4	3	-0,14
EDSON	8	3	-0,45
FABIANO	3	2	-0,2
GABRIEL	3	1	-0,5
GUSTAVO	2	3	0,2
LUCIANO	2	3	0,2
LUÍS	0	2	1
MATHEUS	3	14	0,65
MOISÉS	4	5	0,11
RAPHAEL	2	1	-0,33
RENATO	10	1	-0,82
SANDRO	3	1	-0,5
VINÍCIUS	5	1	-0,67
		Média	-0,12
		Desvio da Média	0,14

**Tabela 5.5: Ocorrências de Relativismo e Absolutismo
Nas Visões de Ciência das Mulheres**

Nome	Número de Ocorrências		K _{RA}
	Absolutismo	Relativismo	
AMANDA	3	3	0
BIANCA	7	5	-0,17
CARLA	1	3	0,5
DANIELA	1	8	0,78
LAURA	1	5	0,67
MELISSA	3	4	0,14
ROBERTA	2	11	0,69
VANESSA	0	7	1
		Média	0,45
		Desvio da Média	0,15

Como é possível perceber, as mulheres se mostraram menos propensas que os homens a defenderem o olhar absolutista, visão de ciência associada ao conhecimento separado (ZOHAR, 2003, 2006). Entretanto, para investigar se essa diferença não é casual, foi feita uma análise de variância (IVERSEN & NORTHPOTH, 1976) para a diferença relativa entre *NR* e *NA* com respeito ao gênero. O resultado dessa análise encontra-se na Tabela 5.6 a seguir.

Tabela 5.6: Análise de Variância para a diferença normalizada K_{RA} entre *Relativismo e Absolutismo*

	Σ Quadrática	Graus de Liberdade	Variância	Razão-F	Significância
Efeito	1,670	1	1,670	7,313	0,014
Resíduo	4,466	20	0,228		
Total	6,235	21			

$$\eta^2 = 26,8\%$$

O resultado do teste de comparação entre médias permite sustentar, com mais de 98,5% de segurança, que as mulheres se mostraram significativamente mais inclinadas a defender o olhar relativista enquanto os homens mostraram maior adesão ao olhar absolutista. Em acréscimo, foi calculado o tamanho do efeito da variável gênero sobre o fator K_{RA} chegando a um valor pouco superior a 25%.

Enfim, da análise de variância resulta que: (1) a diferença entre os homens e as mulheres participantes da pesquisa com respeito à adesão aos olhares absolutista e relativista pode ser considerada significativa (com $p < 0,015$); (2) e que a variável gênero tem poder explicativo considerável sobre as visões de ciência dos estudantes. A relação entre as visões de ciência adotadas nesta análise e os conhecimentos separado e conectado permite sustentar que na base dessa diferença nas visões de ciência está o processo de socialização. Esse resultado também confirma a possibilidade de que o fomento à participação das mulheres na ciência resulte no desenvolvimento de novas epistemologias baseadas nas maneiras tipicamente femininas de conhecer (CRONIN & ROGER, 1999). Caminhando nessa direção, a próxima etapa da análise se dedicará a investigar a participação das mulheres no debate que antecedeu a redação das respostas individuais analisadas até o presente momento.

5.3 GÊNERO E O EXERCÍCIO DO PAPEL DO PROFESSOR PELOS ALUNOS

Nesta etapa da análise, pergunta-se como é o exercício do papel do professor pelos estudantes enquanto respondem conjuntamente um questionário sobre Mecânica Quântica e Visões de Ciência. Existirá algum tipo de monopólio masculino, ou as mulheres compartilham com os homens a autoridade do papel do professor? Para responder a essa questão serão analisadas as gravações em áudio e vídeo das interações discursivas entre os estudantes durante o debate – antes que as respostas individuais fossem redigidas. A seguir, as interações discursivas das duas turmas que participaram da pesquisa serão analisadas separadamente: (1) História e Epistemologia da Física (FIS01033); e (2) Mecânica Quântica (FIS01210).

5.3.1 Quadro Geral de Ações: Turma de História e Epistemologia da Física

O primeiro caso a ser discutido é o da disciplina História e Epistemologia da Física (FIS01033). Entre os alunos dessa turma que participaram do debate, havia poucos estudantes de licenciatura (dois contra oito do bacharelado) e uma quantidade expressiva de mulheres (seis contra quatro homens). Embora as mulheres sejam maioria, os episódios mais extensos se desenvolveram em torno dos pontos de vista de dois homens: Matheus e Renato. A seguir é apresentado o *quadro geral de ações* para essa turma.

Quadro 5.6: Quadro Geral de Ações da Turma de História e Epistemologia da Física

EPISÓDIO 01/1	
Tema:	O conceito de fóton.
Duração do Episódio:	30"
Turnos de Fala:	Gustavo (6"); Vanessa (5").
Ações em Destaque:	Com respeito à primeira pergunta do primeiro bloco, Vanessa expõe sua dificuldade em conceituar fóton de uma maneira sucinta. Gustavo propõe que fóton deva ser "o quantum de energia eletromagnética". A turma aceita a resposta de Gustavo e segue para a próxima pergunta.
EPISÓDIO 02/1	
Tema:	A função de onda.
Duração do Episódio:	1'30"
Turnos de Fala:	Amanda (4"); Gustavo (4", 31"); Matheus (6"); Vanessa (11", 3").
Ações em Destaque:	Vanessa lê a segunda pergunta do primeiro bloco e tenta respondê-la. Os colegas questionam o que ela disse, chamando atenção ao fato dela ser aluna da licenciatura e seguem respondendo a questão sem sua participação.
EPISÓDIO 03/1	
Tema:	O aspecto mais fundamental da Mecânica Quântica.
Duração do Episódio:	30"
Turnos de Fala:	Matheus (11").
Ações em Destaque:	Vanessa lê rapidamente a terceira questão do primeiro bloco. Após 15" de silêncio, Matheus propõe que o mais fundamental seja a quantização da energia. Todos concordam em passar à questão seguinte.
EPISÓDIO 04/1	
Tema:	O princípio da incerteza.
Duração do Episódio:	1'45".
Turnos de Fala:	Gustavo (10"); Matheus (37"); Vanessa (27").
Ações em Destaque:	Vanessa lê a quarta questão do primeiro bloco e tenta responder, mas é ignorada. Matheus propõe que a importância do princípio da incerteza é o limite que ele impõe às observações. Os colegas parecem aceitar sua contribuição.
EPISÓDIO 05/1	
Tema:	A dualidade onda-partícula.
Duração do Episódio:	2'00"
Turnos de Fala:	Amanda (12"); Matheus (22", 32"); Vanessa (37").
Ações em Destaque:	Vanessa lê a quinta questão do primeiro bloco. Ela começa a responder, mas é interrompida por Matheus, que conclui o episódio.

EPISÓDIO 06/1	
Tema:	Sobre os filmes "O Segredo" e "Quem Somos Nós?"
Duração do Episódio:	7'00"
Turnos de Fala:	Amanda (3"); Gustavo (9", 23"); Matheus (4", 7", 14", 23", 8", 4", 14", 14", 20"); Melissa (5"); Renato (31", 12"); Vanessa (17", 7", 22").
Ações em Destaque:	Vanessa lê a última questão do bloco e todos riem juntos enquanto criticam os filmes citados. Renato chega atrasado e passa a discutir junto aos colegas. Ao final desse episódio, os estudantes parecem estar muito mais à vontade com a câmera e mais engajados na atividade.
EPISÓDIO 01/2	
Tema:	O que é Ciência?
Duração do Episódio:	9'40"
Turnos de Fala:	Amanda (9", 4"); Daniela (5", 3", 6", 24"); Gustavo (25", 8"); Matheus (14", 40", 12", 13", 12", 3", 11"); Melissa (5"); Renato (5", 56", 4", 21", 14", 12", 12", 57", 22").
Ações em Destaque:	Vanessa lê a primeira pergunta do segundo bloco. Após algumas reclamações, os estudantes passam a responder a pergunta. Pouco a pouco, enquanto o debate se desenvolve, é possível perceber uma oposição aguda entre os posicionamentos de Matheus e Renato.
EPISÓDIO 02/2	
Tema:	A verdade científica
Duração do Episódio:	11"05"
Turnos de Fala:	Daniela (7", 7", 20"); Gustavo (32"); Matheus (1'17", 55", 23", 12", 1'05", 10"); Melissa (4"); Renato (53", 4", 7", 25", 13").
Ações em Destaque:	Vanessa lê a segunda pergunta do segundo bloco e os colegas passam a discutir se o conhecimento científico pode ser considerado verdadeiro ou não. Aparentemente todos concordam que existe alguma verdade em ciência, mas ela não é definitiva.
EPISÓDIO 03/2	
Tema:	O problema da demarcação
Duração do Episódio:	3'40"
Turnos de Fala:	Gustavo (21", 4"); Matheus (32"); Melissa (8"); Renato (35", 35").
Ações em Destaque:	Vanessa lê a terceira pergunta do segundo bloco. Os alunos concordam que essa questão já foi discutida em episódios anteriores e discutem-na mais rapidamente.
EPISÓDIO 04/2	
Tema:	Ciência e sociedade
Duração do Episódio:	2'55"
Turnos de Fala:	Gustavo (41", 6", 8"); Melissa (5"); Renato (3", 6", 8", 30", 5").
Ações em Destaque:	Vanessa lê a quarta pergunta do segundo bloco. Os estudantes reconhecem que a ciência é influenciada pelo que acontece na sociedade. Alguns sustentam que essa influência deve ser evitada.
EPISÓDIO 05/2	
Tema:	Imaginação e subjetividade em ciência.
Duração do Episódio:	40"
Turnos de Fala:	Gustavo (15").
Ações em Destaque:	Vanessa lê a última pergunta. Daniela comenta que, sem imaginação não haveria nada. Os alunos se dão por satisfeitos e mudam de assunto, encerrando o debate.

A partir do quadro geral de ações (Quadro 5.6), é possível perceber que os estudantes participam do debate de maneiras bastante diferentes. Por exemplo, Vanessa só expressa seus pontos de vista durante o primeiro bloco – no qual precisa lidar com a crítica dos seus colegas. Na segunda parte da atividade, ela se limita a ler as questões que vêm escritas no roteiro.

Bianca, Roberta e Moisés permaneceram quase completamente calados durante toda a atividade, limitando sua participação a alguns gestos e frases muito curtas. Por outro lado, durante os episódios mais extensos do debate, o foco se encontra na oposição entre os pontos de vista trazidos por Matheus e Renato. Nesses episódios, a atenção que esses dois estudantes receberam dos seus pares pode ser inferida pela quantidade e duração dos seus atos de fala. Entretanto, a importância das contribuições desses estudantes para o debate será mais bem caracterizada com a análise detalhada das transcrições que será realizada a seguir.

5.3.2 Análise das Transcrições: Turma de História e Epistemologia da Física

Nesta seção, os episódios temáticos da turma de História e Epistemologia da Física (FIS01033) que mostraram mais relevância no que diz respeito à questão de pesquisa serão analisados na ordem em que ocorreram. Alguns episódios mais curtos serão agrupados e outros mais longos serão separados com o objetivo de tornar a análise mais transparente.

5.3.2.1 Episódios 01/1 e 02/1 – O fóton e a função de onda.

Após se apresentar, o investigador introduz sua proposta de debate, entregando cópias do questionário aos alunos e buscando deixá-los mais à vontade com a câmera. Enquanto ele fala, todos o escutam atentamente, tirando as dúvidas somente no final. O investigador combina com os estudantes que voltará em vinte minutos para conferir se a turma chegou à metade da discussão. Assim que ele sai da sala, os alunos se dispersam. Passam a rir e conversar uns com os outros sobre assuntos alheios à atividade proposta. O primeiro episódio do primeiro bloco (01/1) começa quando Vanessa tenta chamar a atenção dos colegas.

Episódio 01/1 – O Fóton.²⁰

Pergunta: *O que é o fóton?*

1 **Vanessa:** Então, vamos lá...

A voz dela é bastante clara, mas os colegas não atendem seu pedido de atenção imediatamente. Pouco a pouco, os alunos vão se calando. Assim que o silêncio se estabelece, ela continua:

5

Vanessa: Daí a determinar, assim, o fóton em três palavras... pra mim não flui.

²⁰ Observe que, em todas as transcrições que serão apresentadas a partir de agora, as linhas encontram-se numeradas de cinco em cinco para facilitar a referência ao longo da análise. Por exemplo, "l.1-5" é uma referência a algum enunciado que aparece entre a primeira e a quinta linha das transcrições do episódio em discussão.

- 10 Ela ri sozinha.
- Gustavo:** Ah, se eu tivesse que dizer em uma linha o que é o fóton eu diria (breve pausa): “É o quantum de energia eletromagnética”.
- 15 Os colegas concordam com Gustavo, acenando com a cabeça.
- Gustavo:** Claro que.. em duas linhas, aí não dá.
- Todos riem juntos.

Episódio 02/1 – A Função de Onda.

Pergunta: *O que é uma função de onda? Para que ela serve?*

- 20 **Vanessa:** Bom, então podemos passar para a segunda. “O que é uma função de onda e para que ela serve?” (Vanessa olha para os lados antes de continuar). A função de onda, ela retrata... o comportamento... da própria onda, né? (breve pausa) Pode ser uma coisa muito óbvia o que eu falei, mas...
- 25 O investigador entra na sala porque tinha esquecido de ligar o gravador auxiliar de áudio. Ele posiciona o aparelho, pede desculpas e se retira.
- Vanessa:** Então... vamos retomar a primeira, né? “O que você entende por fóton?” O nosso grande Gustavo deu uma definição mais objetiva.
- 30 **Gustavo:** É... se for em uma linha, o fóton é “o quantum de energia eletromagnética”. Pra mim é isso. Em uma linha.
- Vanessa:** Então, passamos para a segunda: “O que é uma função de onda e para que ela serve?”. Eu comentava que retrata, né? A questão da onda, trazendo informações importantes a respeito dela.
- 35 Vanessa olha para os lados, mas os colegas não sinalizam aprovação. No fundo do áudio, escuta-se alguém sussurrando “não sei, não...”.
- 40 **Vanessa:** Minha opinião.
- Gustavo:** A Quântica... vocês não precisam saber, né? (Gustavo diz apontado para Vanessa e Moisés, os dois únicos alunos da licenciatura na turma de História e Epistemologia da Física naquele semestre).
- 45 **Vanessa:** Acho que em Física do Século XX A e B têm uma boa noção...
- Gustavo interrompe Vanessa.
- 50 **Gustavo:** É que na cadeira de Quântica tem aquele formalismo de Dirac. Uhh... Bem, eu rodei uma vez em Quântica e vi duas vezes a mesma coisa (Roberta ri). É aquela coisa da representação. Tá, “a função de onda é somente a representação de um estado quântico em uma dada base”. Tem outras representações. É isso que eu me lembro. É uma maneira de representar o estado quântico.
- 55 **Amanda:** Mas, daí você vai ter que definir o que é um estado quântico.
- Amanda ri junto com muitos colegas.
- 60 **Matheus:** Tem como definir isso de uma maneira mais simples na Física. É uma representação da matéria, hum... em proporções quânticas, em microespaços...
- Matheus é interrompido.
- 65 **Gustavo:** É a interpretação da “coisa quântica”!

Amanda e outros colegas acham graça.

70 **Amanda:** Essa ficou melhor.

Enquanto Amanda e os outros riem, Matheus abaixa a cabeça inconformado e sussurra:

Matheus: Tá certo...

75 Enfim, os estudantes passam à próxima pergunta.

No excerto acima, há somente quatro estudantes (dois homens e duas mulheres) expondo seus pontos de vista. São estes: Amanda, Gustavo, Matheus e Vanessa. Observando os dois primeiros episódios desde o início, é possível perceber que Vanessa não teve muito sucesso em coordenar a discussão dos colegas. Seu pedido de silêncio não é atendido prontamente (l.1-5). Todos riem do comentário de Gustavo, mas Vanessa ri sozinha (l.5-20). Alguém se mostra insatisfeito com a resposta que ela forneceu para a segunda pergunta sussurrando um “não sei, não...” (l.35-40). Em seguida, Gustavo sugere que os alunos da licenciatura não sabem quântica – o que inclui Vanessa e seu colega Moisés (l.40-45). Enfim, ela é interrompida assim que começa a dizer algo em defesa da formação que os licenciandos recebem (l.45-50).

Ao longo da análise dos outros episódios será possível perceber que as contribuições de Vanessa são criticadas ou ignoradas na maioria das vezes. Em nenhum momento suas propostas são incorporadas ao andamento do debate. Também será possível notar que, enquanto a discussão avança, suas participações se tornam menos frequentes. Durante o segundo bloco, por exemplo, suas tentativas de organizar os turnos de fala dos colegas e de expor seus pontos de vista cessam completamente e ela se limita a ler as questões que vêm prontas no questionário escrito. Todas essas razões levam a reconhecer que Vanessa permaneceu à margem da atividade.

Assim como foi discutido no capítulo anterior, o uso que Gustavo faz do discurso citado em três dos seus enunciados (l.10-15; 30; 50-55) se aproxima do estilo linear (BAKHTIN, 2006). A propósito, durante seu ato de fala mais extenso (l.50-55), Gustavo deixa explícito que está citando algo que aprendeu durante a disciplina de Mecânica Quântica – obrigatória somente para os alunos do bacharelado. Dessa maneira, ao mesmo tempo em que desautoriza o ponto de vista de Vanessa, a autenticidade do discurso citado em estilo linear aproxima o enunciado de Gustavo da mesma autoridade investida no livro didático e no professor.

Assim que Gustavo conclui sua afirmação de autoridade sobre a função de onda, Amanda intervém questionando a necessidade de definir também o que é *estado quântico* (l.55). Observe que, diferente do que ocorreu com Vanessa, Amanda não ri sozinha, mas tem a adesão dos colegas. Em seguida, Matheus tenta responder ao problema levantado por Amanda, mas é interrompido pela contraproposta de Gustavo (l.60-65). Entre risos, Amanda rejeita a contribuição de Matheus (l.65-70), que não se mostrou muito satisfeito com as risadas e a interrupção.

Uma maneira de perceber o parceiro mais capaz entre os alunos é investigar qual deles

exerce um papel semelhante ao do professor. Conforme já foi discutido anteriormente, nas aulas em que há interação professor-aluno, o diálogo externo costuma se enquadrar em variações da seqüência I-R-A (MORTIMER & SCOTT, 2000, 2002). Assim, quando algum estudante consegue engajar seus colegas em uma interação do tipo I-R-A, temos aí um indício de que ele está exercendo o papel de parceiro mais capaz.

Ao final do episódio 02/1 – sobre a função de onda – é possível perceber que as duas falas de Amanda têm características de Iniciação e Avaliação (I.55-70). Com sua primeira afirmação, ela suscita duas respostas. Ao final, Amanda avalia negativamente a proposta de Matheus. As risadas prolongadas sugerem que ela conseguiu a adesão da turma em torno do seu ponto de vista do início ao fim da sua intervenção. Enfim, diferente de Vanessa, Amanda parece ter parte da atividade nas mãos.

5.3.2.2 Episódios 04/1 e 05/1 – Princípio da incerteza e Dualidade onda-partícula.

A questão sobre o aspecto mais fundamental da mecânica quântica deixou os estudantes da turma de História e Epistemologia da Física sem resposta por 15 segundos. A saber, não houve nenhum período de silêncio comparável a esse em toda a gravação. Aparentemente, os estudantes ficaram paralisados tal como uma criança quando é solicitada a realizar uma atividade além daquilo que ela consegue fazer em colaboração com um adulto (VIGOTSKI, 2003). Após o longo intervalo, Matheus propõe que o mais importante na mecânica quântica é a quantização. Sem terem outra saída, todos os colegas concordam em passar à questão seguinte.

Como os alunos não conseguiram desenvolver uma discussão sobre o aspecto mais fundamental da mecânica quântica, as transcrições do episódio 03/1 não serão analisadas nesta dissertação. Assim, passamos aos episódios sobre o princípio da incerteza e a dualidade onda-partícula. O primeiro deles começa com Vanessa lendo a quarta pergunta do primeiro bloco:

Episódio 04/1 – O Princípio da Incerteza.

Pergunta: O que diz o princípio da incerteza? Qual é a sua importância?

- 1 **Vanessa:** Então, a quarta. “O que diz o princípio da incerteza? Qual é a sua importância?” (Vanessa olha para os colegas). Bom, toda aquela questão de... se nós temos um observador ou medidor, vai alterar o comportamento do que está sendo medido. Então... agora, a sua importância...? Sem dúvida, é realmente importante, mas uma definição dessa importância, assim, em termos “práticos”...
- 5

Vanessa é interrompida.

- 10 **Gustavo:** Tu não consegue olhar pro sistema sem que o sistema “sinta” que tu tá olhando pra ele. Você vai “incomodar” ele. Daí você tem uma incerteza em qualquer medida.

Matheus: A importância disso é o limite. Isso impõe limites às observações e, portanto, às conclusões empíricas sobre qualquer coisa (breve pausa). Essa é a minha visão sobre a

15 importância do princípio da incerteza (breve pausa). A gente pode tentar explorar cada vez mais o sistema e ir cada vez mais fundo. Se não houver um limite, a gente vai encontrar sempre respostas (breve pausa). O que a gente não observa nas experiências. Portanto, esse é o limite e o princípio da incerteza impõe esses limites (breve pausa). Objeções?

20 **Gustavo:** Pô, um limite pra respostas...?

Gustavo ri sozinho. Após um breve silêncio, Vanessa passa à leitura da questão seguinte.

Episódio 05/1 – A Dualidade Onda-Partícula.

Pergunta: O que é a dualidade onda-partícula? Qual é a sua importância?

25 **Vanessa:** Então, a questão cinco: “O que é a dualidade onda-partícula e qual é a sua importância?” (Vanessa olha para os colegas). Bom, como a própria pergunta diz, já direcionando essa questão da dualidade onda-partícula. Num momento a... o comportamento como onda e o comportamento como partícula, né? Uma hora, um; outra hora, outro (ela completa a idéia de alternância fazendo um gesto com as mãos). E isso também ajudou a... maiores estudos, sem dúvida, né? E aí também, essa questão da “importância”...

Vanessa é interrompida.

35 **Matheus:** A onda eletromagnética, quando viaja, é onda. Ela é partícula quando interage nos efeitos que a gente conhece com a matéria. Se ela interage com uma onda, óbvio que é onda. Se ela interage com outros materiais, como cristais, metais e etc, ela é partícula.

40 **Amanda:** Não precisa nem interação. Só pelo fato dela estar viajando, ela estar carregando *momentum*, que é característica de partícula (Matheus concorda). Se ela difrata, eu trato como onda. Então, não precisa nem interagir. Só pelo fato dela viajar ela já...

45 **Matheus:** E a importância é que, se a gente pensa numa onda eletromagnética apenas como onda, a câmera não estaria filmando nada, porque não haveria tecnologia para tanto. E se a gente pensasse na onda eletromagnética como uma bolinha viajando, a câmera não estaria funcionando porque as lentes não funcionariam (breve pausa). Tecnicamente, foi um marco definir a dualidade onda-partícula.

50 Após um breve silêncio, Vanessa passa à leitura da questão seguinte.

Em suma, o quarto episódio do primeiro bloco (04/1) é constituído por quatro turnos de fala. Assim que Vanessa lê a pergunta, ela olha para os colegas – aparentemente esperando que alguém se pronuncie sobre a questão. Após um breve silêncio, Vanessa expressa seu ponto de vista fazendo várias pausas e deixando algumas frases incompletas (l.1-5). Após algum tempo, Gustavo a interrompe, respondendo a primeira pergunta: “O que diz o princípio da incerteza?” (l.5-10). Em seguida, Matheus responde à segunda parte da questão: “Qual é a sua importância?” (l.10-20). Ao final, Gustavo ri sozinho da resposta de Matheus.

Em comparação com os episódios anteriores, é possível observar algumas novidades no uso que Gustavo faz do discurso citado. Dessa vez, duas ações tipicamente humanas aparecem entre aspas: *sentir* e *se incomodar*. Note que tais ações não são atribuídas a uma pessoa, mas ao *sistema físico*. Se o estudante não tivesse o cuidado de colocar essas palavras “entre aspas”, poderíamos ficar com a impressão que ele estaria adotando uma perspectiva mais animista, assumindo que os sistemas físicos têm efetivamente reações humanas. Entretanto, no

enunciado de Gustavo, tal perspectiva não aparece como discurso próprio, mas alheio.

Assim que Gustavo conclui seu ato de fala, Matheus começa a discorrer sobre a importância do princípio da incerteza. Tal como cada estudante – com seus ritmos e pronúncias característicos – é possível perceber durante as transcrições que alguns enunciados de Matheus são repletos de pausas entre uma afirmação e outra, como se algumas das suas asserções merecessem profunda reflexão. Com efeito, o tom professoral que Matheus emprega é consistente com o papel de destaque que ele passa a assumir entre os colegas durante o segundo bloco.

Uma característica comum aos enunciados de Gustavo e Matheus nesse episódio é a autoridade. Observe que em cada um deles não há mais de um ponto de vista sendo desenvolvido. Por exemplo, suas respostas não incorporam os comentários de Vanessa – nem naquilo que poderia ser considerado pertinente. Eles não discordam, concordam ou se apropriam do enunciado dela. Pelo contrário, respondem ao questionário como se a afirmação da colega não fosse relevante para o grupo.

Tal como o debate sobre o princípio da incerteza, o quinto episódio do primeiro bloco (05/1) começa com Vanessa tentando se expressar e sendo interrompida por um colega (I.25-35). Observe que a *abordagem comunicativa* (MORTIMER & SCOTT, 2002, SCOTT et al., 2006) de Matheus é novamente de autoridade. Sua afirmação está fundamentada na idéia da interação da radiação eletromagnética com a matéria. Na seqüência, é justamente a partir desse conceito fundamental que Amanda introduz uma crítica. Antes mesmo que ela conclua, Matheus concorda com o questionamento levantado pela colega. Mais uma vez, Amanda demonstra possuir um poder de adesão significativo sobre o ponto de vista dos seus pares.

5.3.2.3 Episódio 01/2 – O que é ciência?

Durante o segundo bloco de questões, os estudantes estiveram muito mais à vontade e engajados na atividade. Nesse bloco, há mais alunos participando e contribuindo para que as discussões atinjam uma maior elaboração conceitual. Evidentemente, nada disso foge ao esperado. O segundo bloco é justamente aquele que traz algumas das questões mais discutidas na disciplina de História e Epistemologia da Física, que os estudantes estavam cursando. Nos termos de Vigotski (2003), as questões desse bloco estão muito mais propensas a incidirem sobre a zona de desenvolvimento proximal dos estudantes.

O primeiro episódio do segundo bloco será analisado a seguir. Como se trata de um episódio particularmente longo, ele será fragmentado em algumas seções menores. O primeiro excerto começa com Vanessa lendo a pergunta a partir do roteiro:

Episódio 01/2 – O que é ciência? [PARTE I]

Pergunta: Na sua opinião, o que é ciência?

1 **Vanessa:** Na sua opinião, “o que é ciência?”

Renato: Ah, mas a definição é *foda*, né?

5 **Amanda:** Fácil é que não é.

Daniela: Pra falar a verdade, todas essas perguntas é meio foda responder com poucas palavras, né? Eu achei, pelo menos, meio complicado...

10 Os estudantes especulam sobre a intenção do investigador em colocar essa pergunta.

Gustavo: Ah, nessa primeira aqui, dos seminários todos que a gente viu... a minha idéia hoje é que tu não consegue delinear o que é ciência. Não existe nenhuma epistemologia que consiga dizer “a ciência é...”. Se tu conseguir dizer isso, é porque ciência não é isso. É isso e mais alguma coisa. Ou é outra coisa, etc.

15 **Melissa:** Não, você até pode conseguir definir, mas não é todo mundo que vai concordar.

20 **Renato:** Existem algumas definições. Ah, “Isso é ciência”. “Isso é ciência”. Mas não tem como: “Ah, todo mundo sabe...”.

Daniela: É, mas aqui eles estão pedindo “na sua opinião”. Acho que mais na “tua visão” de ciência.

25 **Renato:** É. Não é o que é.

Assim que Vanessa lê a primeira pergunta do segundo bloco (l.1), seus colegas começam a discutir a dificuldade de encontrar uma resposta para a questão proposta. Gustavo se aporta aos seminários da disciplina de História e Epistemologia para sustentar que não há uma definição que dê conta daquilo que a ciência é (l.15). Melissa discorda, dizendo que é possível definir ciência, mas o consenso não é garantido (l.15-20). Renato concorda com ela, ilustrando como essa afirmação se realizaria no discurso dos outros. Observe a partir de agora que essa congruência entre os pontos de vista de Renato e Melissa se repete em outros momentos ao longo da atividade.

Logo em seguida, Daniela intervém dando um novo direcionamento ao debate. Ela propõe que os colegas expressem suas opiniões, seus pontos de vista individuais (l.20). É somente após essa intervenção que os alunos se desprendem da dificuldade de encontrar respostas definitivas e passam a negociar seus pontos de vista. Logo em seguida, Renato concorda com Daniela afirmando: “É, não é o que é” (l.20-25). À luz do que será dito posteriormente, essa afirmação pode ser interpretada como uma dissociação entre a realidade e as opiniões pessoais – aspecto central do ponto de vista a partir do qual Renato concebe a ciência.

Episódio 01/2 – O que é ciência? [PARTE II]

Pergunta: Na sua opinião, o que é ciência?

Assim que Renato concorda em seguir a proposta de Daniela, ela toma a iniciativa e diz o que é ciência na opinião dela.

30

Daniela: Eu, pra mim, ciência... é o estudo... do universo. Sei lá. Da natureza.

Gustavo: Mas esses estudos seguem determinadas regras, ou nem tão determinadas assim?

35

Melissa: Acho que não tão determinadas.

Daniela escuta atentamente as perguntas e comentários dos colegas.

40

Matheus: E por outro ponto, Daniela. As artes também são uma maneira de representar e de estudar (breve pausa) o universo, a natureza, (breve pausa) então...

Matheus é interrompido.

45

Melissa: Na verdade é uma maneira de se expressar, de como se vê.

Renato: Mas é. Mas aí é que tá, cara. A arte é diferente, entendeu? O cara interpreta e olha do jeito que ele viu. Entendeu? Vamos supor assim, ah o cara, sei lá, ficou 11 anos olhando prum barranco lá e compondo uma ópera (todos riem). Mas era o jeito que “ele via”. Ele não tava interessado se aquilo era verda... O cientista não. Ele tá preocupado com o seguinte: “aquilo ali é racional, é verdadeiro?”. Por isso que hoje em dia eu acho que matemática não é ciência. Porque ela não tem interação, cara. Pra mim tem que ter essa... O matemático resolve os problemas e não quer nem saber, cara. É tipo, nesse caso, um músico, cara. Ele não quer saber se aquilo ali é ou não é, se existe ou não existe. Pergunta pros matemático ali, cara (Renato aponta para outro prédio fora da sala). Eles não querem saber se isso aqui tem aplicação, se não tem, se não é. Eu não digo aplicação como na engenharia, entendeu? Aplicação no sentido de que eu tô preocupado se “essa equação aqui tá certa?”, ela vai me levar a algum lugar que vai me representar um movimento, enfim, da natureza? Eu acho que o cientista trabalha preocupado em olhar uma coisa e...

50

55

60

Gustavo: O físico tá preocupado com isso.

Renato: Mas, aí é que tá, cara. Eu sou desse negócio que Física e Química é ciência. O resto morreu.

65

Todos riem juntos. Gustavo tenta tomar a palavra, mas não consegue.

Amanda: Nem Biologia, Genética?

70

Roberta: (rindo) Não, só Física e Química.

Renato: Mas qual outra ciência tem?

Matheus: Ciências Sociais, véi! Pô...!

75

Todos riem juntos novamente. Quando as risadas se interrompem, Vanessa acrescenta:

Vanessa: Ciências políticas... (Vanessa ri sozinha).

80

Renato: Aí é que tá, cara. Isso é que é *foda*. Isso é filosofia. Física não é filosofia. Se pegar todos os professores, cada um vai ter uma impressão sobre, sei lá, a história da revolução russa. Cada um vai dizer uma coisa: “Acho que isso...”; “Acho que tá meio aquilo...”. Aqui não, cara. Se chegar aqui, todo mundo sabe que, sei lá, que... a força é massa vezes a aceleração, uma derivada lá. Entendeu? Há uma convergência maior. Ninguém diverge tanto.

85

Após a enunciação de Melissa (l.45), que interrompe Matheus quando ele começava a polemizar a demarcação entre arte e ciência, Renato passa a defender que ciência e arte são disjuntas (l.45-65). Nos fundamentos do ponto de vista que ele defende está a idéia de que o cientista se diferencia do artista porque ele está preocupado em ser verdadeiro, racional e correto em suas afirmações. Segundo Renato, esses critérios não têm contrapartida no trabalho do artista.

Em seguida, Renato afirma que somente Química e Física são ciências (l.65-70). Como é possível perceber, seus colegas não aderem tão facilmente a essa última idéia (l.70-85) e Renato é criticado com exemplos e gargalhadas. A partir do excerto acima, é possível perceber que Renato utiliza o estilo pictórico de uma maneira profundamente jocosa, arrancando risadas dos seus colegas (l.50). Entretanto, nos casos em que mais de um ponto de vista é apresentado, mas somente um deles é defendido pelo autor, é possível perceber que o enunciado satisfaz as condições do discurso de autoridade (ver Quadro 3.2) apesar do estilo pictórico.

Como resposta aos últimos colegas que mencionam ciências sociais e ciências políticas como conhecimentos científicos, Renato levanta uma outra característica que lhe parece específica da ciência tal como ele a concebe: o consenso (l.85). Ele argumenta que há muito menos divergência nas atividades que ele considera científicas (Física e Química) que nas ciências sociais. A saber, essa asserção também parece compor o fundamento do seu ponto de vista e será reafirmada em outros momentos.

Episódio 01/2 – O que é ciência? [PARTE III]

Pergunta: Na sua opinião, o que é ciência?

90 Como resposta ao último comentário de Renato, Matheus consegue, pela primeira vez durante o debate, desenvolver seu ponto de vista até o final:

95 **Matheus:** A nossa ciência atual vai ser besteira no futuro, assim como a ciência do passado é besteira para nós (breve pausa). Então, a nossa visão de mundo e a maneira como a gente consegue interpretar o mundo é que define nossa ciência (breve pausa). Isso é muito parecido com a arte porque a nossa visão do mundo é que define a arte (breve pausa). Por isso que eu digo que é difícil delimitar ciência como uma coisa objetiva. Nisso eu concordo com Feyerabend, ele sempre dizia que ciência é uma coisa que não pode ser separada da subjetividade porque é o homem que faz a ciência e o homem é subjetivo.

100 **Amanda:** Sim, que nem na época de Kepler a astrologia era uma ciência e a astronomia não era nada. Se você chegar pra alguém aqui e falar que astrologia é uma ciência...

105 **Renato:** Mas aí é que tá. A gente não pode pensar assim “na época, como é que era, como é que não era”. Tem que olhar o objetivo do cara. Não se “agora é, se vai ser, se não foi”. Tá, se você pegar daqui a 500 anos, os caras vão dizer “pô, mas os caras acreditaram nisso?!”.
Matheus: Mas tu acha que o objetivo do cientista é muito diferente do objetivo do pintor?

110 **Renato:** Ah, eu acho que sim. Eu acho que sim.

Matheus: Os dois retratam o mundo de uma maneira bem particular.

115 **Renato:** Aí é que tá. Não. O Físico tenta representar a natureza de uma maneira mais geral.

Matheus: Ele tenta prever o que vai acontecer depois (breve pausa). Por isso que ele cria

“equações” que precisam ser “validadas” de uma maneira bem...

120 Matheus é interrompido.

Renato: O artista não tá preocupado. O artista, nesse aspecto, é um individualista, véi. Ele não tá preocupado com o seguinte, se tu acha que... Ele faz o trabalho dele: “Só eu vi isso”. O físico, é pra ser, claro que não é, mas abrangente e tal...

130 **Matheus:** Então, um físico sozinho não faz ciência.

Renato: Não, não. Não quer dizer... (gagueja). Não é sozinho não. Ele “pensa”, né? Ele não pode fazer sozinho. O Newton, sei lá, o Einstein até hoje os caras perguntam “como é que pode estar trancado em um quarto...?”

135 **Matheus:** Eu digo sozinho em um sentido mais amplo e profundo.

Renato: Sim, sim, aí sim (breve pausa). Não, não, aí não.

140 **Matheus:** Quer dizer que o cientista não faz ciência sozinho. Pra ele mesmo, se não tiver mais ninguém no mundo, o físico não faz ciência.

Renato: Não, não... claro, faz.

145 **Melissa:** Até pode fazer, mas o que ele vai acreditar é que talvez aquilo ali não seja verdade.

Matheus: (olhando para Melissa) mas...

150 **Melissa:** Uh... “verdade”.

Matheus: Pode ser que ele faça uma teoria sozinho, que ninguém veja, que ninguém nunca vai contestar se aquilo é verdade ou não. Então ele vai estar fazendo a mesma coisa que um pintor.

155 Renato responde, pela primeira vez, num tom menos apressado e mais reflexivo.

Renato: Não, mas ele não tá sozinho...

160 Melissa tenta tomar a palavra, mas Matheus fala por cima dela.

Matheus: Eu to perguntando isso porque a gente define ciência como uma coisa coletiva.

165 **Renato:** Aí é que tá. Eu acho que é objetiva, entendeu? O cientista, por mais que ninguém vá protestar que ele esteja sozinho, o objetivo dele é fazer um troço, mas representando a [impossível entender]. O pintor, eu acho que não, cara. [impossível entender].

Todos riem.

170 **Gustavo:** É isso, você não pode falsear a arte (breve pausa). “Olha, a tua arte tá errada, eu vou mostrar que tua arte tá errada”.

Renato: Eu acho muito diferente... (provavelmente se referindo à demarcação entre arte e ciência).

175 Uns três estudantes fazem comentários breves e simultâneos que não puderam ser compreendidos e transcritos.

Matheus: Eu também não tô dizendo que arte é ciência (breve pausa). Eu tô tentando chegar em uma definição de que ciência deve ser coletiva.

185 **Melissa:** Ah, bom.

Todos dizem “Ahh...”.

No início desse excerto, Matheus introduz seu ponto de vista com sucesso pela primeira vez (l.90-100). Suas pausas constantes e seu tom reflexivo dão a impressão de que ele está desenvolvendo um raciocínio profundo. Observe que, nesse primeiro enunciado, predomina a abordagem comunicativa de autoridade. A fala de Matheus não retoma ou reelabora as asserções anteriores de Renato. Ele não discute possibilidades intermediárias, mas declara seu ponto de vista antagônico e passa a defendê-lo.

Embora Matheus cite Feyerabend explicitamente, foi impossível perceber nesse primeiro enunciado (l.90-100) qualquer alteração na sua voz tal como ocorre com outros estudantes. É como se a voz – e o ponto de vista – de Feyerabend estivesse integrada à voz do estudante. Assim que Matheus conclui sua fala, Amanda fortalece o posicionamento do colega lembrando que, na época de Kepler, a astrologia foi considerada ciência (l.100-105). Como resposta, Renato simplesmente recusa o critério histórico (l.105-110).

Em seguida, ocorre uma seqüência de enunciados (l.110-160) envolvendo três estudantes. Como será possível perceber, Matheus conduziu quase todo esse intervalo da atividade. O intervalo começa com um padrão muito semelhante ao I-R-A discutido anteriormente. Matheus faz uma pergunta (l.110), Renato responde (l.115), e Matheus avalia a resposta (l.115). Renato recusa a avaliação de Matheus, reafirmando que o objetivo do pintor e do cientista são bem diferentes (l.120). Matheus faz um comentário reticente (l.120) que pode ser interpretado como uma paródia jocosa da aproximação que Renato fez anteriormente entre ciência, elaboração de equações e a busca pela verdade objetiva (l.45-65). Renato o interrompe, reafirmando a demarcação entre ciência e arte em termos do que ele conceitua como “o individualismo” do artista, sua falta de compromisso em representar a natureza de uma maneira verdadeira (l.130-135).

Tão logo Renato afirma que o artista é diferente por ser individualista, Matheus começa a envolvê-lo em um raciocínio relativamente difícil de acompanhar e que só ficará claro para todos os colegas ao final do excerto (l.190-195). Ao longo desse movimento discursivo, Matheus conduz as ações de Renato tal qual um professor conduz a atividade dos seus alunos por meio de perguntas (l.135-150). Nisso há um outro indício de que Matheus passou a ocupar o papel do professor.

Uma outra maneira de perceber como Matheus se mantém no papel de professor é observar sua interação com Melissa (l.150-155). Tendo ela usado a palavra “verdade”, Matheus a questiona quase sem dizer nada. Em resposta, ela reconhece a crítica e reformula seu enunciado, colocando a palavrinha proibida entre aspas.

Aparentemente, o projeto discursivo de Matheus consiste em apontar uma fragilidade lógica no ponto de vista de Renato. Após alguma insistência, Matheus consegue fazer Renato afirmar que o cientista não depende da comunidade científica para fazer seu trabalho: “Não, não... claro, faz” (l.145-150). Dessa afirmação, foi possível concluir que, sozinho, o cientista é tão individualista quanto o pintor. A explicitação dessa inconsistência parece ter reduzido

temporariamente a confiança de Renato no seu próprio ponto de vista (l.160).

Episódio 01/2 – O que é ciência? [Última Parte]

Pergunta: Na sua opinião, o que é ciência?

195 Assim que todos entendem o ponto de vista de Matheus com um sonoro “Ahh...”. Gustavo levanta uma possibilidade intermediária:

Gustavo: Se o cara é sozinho, quem é que vai falsear a teoria dele?

200 Em uma breve pausa, todos refletem sobre o que o Gustavo afirmou. Assim que Daniela começa a falar, o investigador entra na sala para confirmar se o debate tem condições de ser concluído no tempo previsto. Como Daniela não parou de falar, o investigador aguardou calado e de pé ao lado da porta.

205 **Daniela:** É... tipo, na arte, o cara pode apresentar a visão dele, uma visão muito louca e tu não tem o que questionar. Tipo, é uma coisa que...

Gustavo: Daí alguém fala “Mas isso aí tá um lixo!”.

210 **Daniela:** Tá, mas é arte (breve pausa). Agora o cientista vai dizer uma coisa que ele vê e ele viaja, sabe? As pessoas vão olhar pra ele e dizer “O que é isso? Como assim? Tá, você tá errado!”.

215 **Matheus:** Tá aí. Então, a separatriz entre a arte e a ciência é a necessidade de um coletivo. Então dá pra definir ciência como uma “entidade de conhecimento coletivo” (breve pausa), que precisa da participação de vários atores, vários...

220 **Renato:** Mas aí eu acho, aí é que tá, cara. Esse troço de coletivo, não é que precise de... Você pode estar sozinho, isolado lá na... Groelândia! O que importa é que “ele” pense de uma forma coletiva. É isso que eu quero dizer. Não é que ele... Ele tem que pensar coletivamente. “Ele” tem que... O cara pode estar sozinho, isolado, ele tem que pensar de uma forma coletiva, ao contrário do artista, que não precisa fazer isso. Ele não tá interessado se vai representar a realidade. Que é o caso da filosofia. Os caras têm uma maneira de dizer principalmente o que eles pensam... “eu acho que é assim, eu acho que é assado...”.

Matheus: Tu não acha que o filósofo tem um pensamento coletivo assim como o cientista?

230 **Renato:** Tem não. Nesse caso, não precisa. O filósofo é diferente, cara. O filósofo, na verdade, o ideal do filósofo é [impossível entender]. Ao contrário do físico, cara. O físico busca os dados da natureza. A natureza fornece os dados.

235 Ninguém responde a esse comentário do Renato. O investigador avisa, conforme combinado, que faltam 20 minutos para concluir a discussão. Todos concordam que a atividade pode ser encerrada no tempo previsto. O investigador sai da sala. Vanessa lê a questão seguinte.

Logo no início desse excerto, Gustavo combina, pela primeira vez, elementos dos dois pontos de vista em disputa (l.195-200). Em uma só afirmação ele reúne o conceito de falseação, retirado do racionalismo crítico de Popper (1972), e a idéia de que na base da construção da ciência está a comunidade científica. Tal afirmação é a primeira de toda atividade que pode ser identificada como discurso dialógico, pois nela há mais de um ponto de vista sem que um prevaleça sobre o outro (ver Quadro 3.2). Em seguida, Gustavo alterna falas com Daniela em torno daquilo que já foi discutido por Matheus e Renato.

Tendo Matheus polemizado a posição de Renato, ele enuncia sua resposta à primeira

pergunta dizendo que a ciência é uma “entidade de conhecimento coletivo” (I.215). Renato recusa essa afirmação. Antes do final do episódio, ele reformula sua posição utilizando a idéia de “coletividade” de uma maneira que ficará um pouco mais clara no episódio seguinte. Assim, embora Matheus tenha assumido o papel de professor por algum tempo, não é possível dizer que qualquer estudante tenha saído vitorioso da disputa. O que se pode afirmar seguramente é que, apesar de as mulheres estarem em maior número, o episódio foi predominantemente desenvolvido em torno dos pontos de vista de dois homens.

5.3.2.4 Episódio 02/2 – A verdade científica.

O segundo episódio do segundo bloco será analisado a seguir. Devido à sua extensão, ele também será fragmentado em algumas seções menores. O primeiro excerto começa com Vanessa lendo a pergunta a partir do roteiro:

Episódio 02/2 – A Verdade Científica [PARTE I]

Pergunta: O conhecimento científico pode ser considerado um conhecimento verdadeiro? Justifique sua opinião.

1 **Vanessa:** Segunda questão: “O conhecimento científico pode ser considerado um conhecimento verdadeiro?”. Justifique sua opinião.

5 **Renato:** Mas aí é que tá, né, cara? O que é verdade...?

Daniela: Aí entra aquela discussão da... É que eu não consigo ver como é essa visão “coletiva” que tu falou.

10 **Renato:** Eu acho assim, ó. Eu acho que o Físico não precisa ter um monte de gente, mas ele precisa se preocupar... É que é diferente, sabe? Se o cara estudar a natureza, não tem como ele pensar só. A natureza é uma coisa que tá dada.

Matheus: É uma consciência de que ele não está sozinho.

15 **Renato:** Ele não tá sozinho, entendeu? Ele sabe o seguinte... O artista não. Ele pode fazer uma coisa a vida inteira dele e aquilo ali não ser verdade, entendeu? Pode ser, “não, não tem nada a ver. A sociedade não pensa desse jeito”. “Não, mas eu acho que ela pensa assim”. Então, ele não tá interessado, entendeu? Ele não tá interessado se aquilo ali... Que nem quando a gente vê o que Vigotski, sei lá, escreveu. Tem gente que discute até hoje lá, pô... Não tem a ver. Mas isso é... é outra linha, né? A ciência não precisa ser desse jeito. O físico não, né, cara? O físico é natureza [impossível compreender]. Ele pode demonstrar que...

25 **Gustavo:** Até que chega um “*pentelho*” que vai lá e...

Renato: Mas aí tá na segunda: “O conhecimento é verdadeiro?” Claro que não, né?

Melissa: Até alguém ver que não é.

30 **Amanda:** Até que se prove o contrário.

Nesse primeiro excerto, Daniela pede que Renato explique um pouco melhor o que ele quis dizer por visão “coletiva” (l.5-10). Como é possível perceber, algumas palavras de Renato mudaram, mas o eixo do seu ponto de vista foi preservado. Seus exemplos ainda são os mesmos. Seus argumentos também. Com efeito, a adoção dessa visão “coletiva” não chega a configurar uma mudança de ponto de vista. Em seu enunciado, Renato emprega coletividade como a negação da subjetividade do artista, que ele mesmo já havia criticado. Afirma que coletividade não tem a ver com “um monte de gente” junta. Para ele, adotar uma postura coletiva é reconhecer a natureza como algo dado, buscando explicá-la objetivamente (l.10). Ao que parece, Matheus ficou satisfeito com a afirmação do colega (l.10-15). Em seguida, todos passam à discussão do conceito de verdade.

Episódio 02/2 – A Verdade Científica [PARTE II]

Pergunta: O conhecimento científico pode ser considerado um conhecimento verdadeiro? Justifique sua opinião.

Daniela estava tentando falar quando Matheus toma a palavra.

Matheus: Não, mas, calma aí. Ele é verdadeiro em uma região bem isolada.

35 **Daniela:** É isso... O conhecimento é verdadeiro pra quê?

Matheus: Pra quem e quando?

40 **Daniela:** É...

Matheus: No passado, se passava um cometa (breve pausa), os sábios diziam que tal povo estava em guerra. Eles acreditavam que um cometa era sinal de guerra. Era tão freqüente o mito e a crença que hoje em dia se conhece que eram besteira, que é difícil falar que eles estavam enganados. Eles acreditavam naquilo e pra eles era verdade.

45 **Amanda:** É. Isso é verdade.

50 **Matheus:** Então, como é que a gente diz que o conhecimento científico é um conhecimento verdadeiro, se a gente vai até uma tribo indígena, explica mecânica quântica, então eles vão te dizer que tudo é mentira? Pra eles, quer dizer, na época deles, aquilo é mentira (breve pausa). Eu acho forte afirmar que o conhecimento científico é um conhecimento verdadeiro.

Gustavo tenta introduzir um comentário, mas Matheus continua falando.

55 **Matheus:** Tu só pode dizer que o conhecimento científico é verdadeiro, se tu excluir outras entidades de conhecimento. É um conhecimento verdadeiro pra comunidade científica, e se a gente idealizar a sociedade como uma sociedade bem instruída, que acompanhe “a ciência”, então o conhecimento científico é verdadeiro (breve pausa). É o único meio, senão...

60 **Renato:** Tu acha que a lei da gravitação de Newton pode ser violada, um dia?

Matheus: Pode ser que...

65 **Renato:** Não violada, mas pode ser que “não é o produto das massas, mas o produto das...”.

70 **Matheus:** Pode ser que tudo isso se torne um mito. Pode ser que, no futuro, as pessoas vejam isso como um mito. Assim como o que as pessoas tinham como verdade (breve pausa), no passado (breve pausa), se tornou um mito (breve pausa). Por isso que, o conhecimento, para ser chamado verdadeiro, tem que ser...

Melissa interrompe Matheus.

75 **Melissa:** O conhecimento que a gente tem como verdadeiro hoje explica muito bem os problemas que a gente quer explicar.

Renato: É isso que eu acho que é verdadeiro.

80

No início do segundo excerto, Matheus discorda que o conhecimento científico seja verdadeiro até que se prove o contrário, até que seja refutado. Para ele, a idéia de verdade só existe dentro de uma comunidade em uma dada época. Verdadeira não é uma afirmação provisoriamente aceita que, em virtude de uma contestação definitiva, deve ser abandonada; nem mesmo uma afirmação que, por funcionar para fins práticos, deve ser mantida. Segundo Matheus, verdade é um conceito social e historicamente situado. Como é possível perceber, Daniela e Amanda parecem concordar com os argumentos de Matheus.

Ao final do excerto, é possível perceber que a relação entre Matheus e Renato se inverteu. Agora é Renato quem polemiza. A rigor, duas das suas falas (l.60-65; 75-80) podem ser enquadradas como iniciação e avaliação dentro de uma seqüência do tipo I-R-A (l.60-80) que envolve Matheus e Melissa. Assim, há indicativo de que ele se alterna com Matheus no papel de professor.

Episódio 02/2 – A Verdade Científica [Última Parte]

Pergunta: *O conhecimento científico pode ser considerado um conhecimento verdadeiro? Justifique sua opinião.*

Renato e Gustavo têm um diálogo paralelo rápido que não foi possível compreender.

85 **Renato:** Eu quero dizer o seguinte: Alguma coisa tu tem que crer, entendeu? Agora, não importa se “daqui a trezentos anos”... entendeu? “Vai mudar lá alguma coisa”... alguma coisa eu tenho que acreditar. De algum ponto eu tenho que partir.

Matheus: Objetivamente (pausa breve), a acupuntura funciona?

90 **Daniela:** Dizem que sim.

Matheus: A ciência aprova a acupuntura como verdade?

Daniela: Não...

95 **Matheus:** Então, por que a gente vai dizer que uma coisa que funciona é mentira? O conhecimento científico acerta em muita coisa, mas não é considerado tão amplo pra ser considerado completamente verdadeiro.

100 **Daniela:** Indo mais longe... as leis que a gente conhece funcionam pra gente, sabe? Não sei como seria muito mais longe daqui de onde a gente está.

Renato: Seria igual.

105 **Daniela:** Mas a gente não sabe.

Matheus: A gente não sabe. E... vejam bem (breve pausa). Se existem inúmeros universos, em todos eles existem as mesmas leis físicas?

- Todos permanecem em silêncio.
- 110 **Renato:** A gente supõe, né? Pelo menos supõe.
- Gustavo:** Aquela discussão sobre verdade e mentira que a gente tava falando outro dia. Se desse pra colocar essa explicação em uma frase: “Mas qual é a diferença entre a verdade e a mentira?”.
- 115 **Matheus:** Aquela vez eu respondi com uma integração.
- Gustavo:** E eu te respondi como... talvez seja mais adequado pra discussão... “Não, a verdade não é nada mais que uma mentira que tem as pernas mais longas que as outras mentiras”.
- 120 **Matheus:** Mas que vai cair.
- 125 **Gustavo:** Não, que num tempo, que você não sabe quando, vai cair.
- Matheus:** Por essa definição, o conhecimento científico é verdadeiro. Um dia vai ser mentira.
- 130 **Gustavo:** Sim (sorrindo). Mas tu não sabe quando.
- Matheus:** É.
- Alguns alunos sorriem junto. Após uma breve pausa, o episódio se encerra com Vanessa passando à leitura da questão seguinte.

No início desse último excerto, Renato se recusa mais uma vez em levar a história da ciência em consideração nas suas afirmações (l.85). Como é possível perceber, ele considera que filosofia e história da ciência devem ser tratadas separadamente. Observe também que, no excerto anterior (l.60-80), Renato e Melissa afirmam que o conhecimento pode ser dito verdadeiro a partir da sua capacidade de resolver problemas. Como resposta a essa afirmação, Matheus pergunta se a acupuntura funciona (l.85-90); Daniela responde que sim. Em seguida, ele pergunta se a acupuntura é considerada verdadeira pela ciência (l.90-95); Daniela responde que não. Como é possível perceber, nesse fragmento, também ocorre um padrão do tipo I-R-A onde Matheus é o autor tanto das iniciações quanto da avaliação (l.85-100). Na seqüência, há um outro padrão semelhante (l.100-105) iniciado por Daniela. Observe também que Renato não responde à questão da acupuntura trazida por Matheus (l.85-90).

Tal como no episódio anterior (01/2), Gustavo contribui com um enunciado que pode ser considerado como uma tentativa de irmanar os pontos de vista em disputa. Aparentemente, todos concordam que, se existe verdade em ciência, ela não é definitiva.

5.3.2.5 Síntese da análise: Turma de História e Epistemologia da Física.

Como os estudantes da disciplina História e Epistemologia da Física anteciparam uma parte da discussão logo nas duas primeiras questões, as três últimas perguntas do bloco sobre visões de ciência foram respondidas rapidamente. Ao longo desses três últimos episódios, não foram desenvolvidos pontos de vista efetivamente novos e a atividade permaneceu sob o controle de Matheus e Renato com algumas participações de Daniela, Melissa e Gustavo. Conforme foi comentado no início da análise, Vanessa limitou-se a ler as questões tais como vinham escritas no roteiro.

Enfim, retornamos à questão de pesquisa para a turma de História e Epistemologia da Física: *Como é o exercício do papel do professor na ausência do professor? Existe algum tipo de monopólio masculino ou as mulheres compartilham com os homens essa posição de autoridade diante dos colegas?*

Com respeito a essa questão, a análise revela que as mulheres da turma de História e Epistemologia da Física participaram menos freqüentemente que os homens da atividade proposta. Embora estivessem em maior número (seis contra quatro homens) os atos de fala das mulheres foram menos duradouros e elas estiveram menos propensas a ocupar o papel de professor ao longo de toda a atividade. Como foi possível perceber, a maioria dos episódios esteve sob o controle de dois homens: Matheus e Renato.

A análise permitiu perceber que a voz de Vanessa foi silenciada sistematicamente pelos colegas. Ela falhou em assumir a coordenação do debate, seus atos de fala foram interrompidos, suas contribuições não foram levadas em consideração e sua condição de estudante da licenciatura foi questionada. Dessa maneira, Vanessa ilustra como o rechaço às mulheres pode assumir proporções críticas entre os estudantes de Física da UFRGS – particularmente quando existem outros fatores envolvidos tais como a oposição entre bacharelado e licenciatura.

Embora Daniela e Melissa tenham participado significativamente durante o segundo bloco de questões, elas permaneceram aquém dos seus colegas Renato e Matheus no que diz respeito ao exercício do papel de professor. Entretanto, o mesmo não pode ser dito a respeito das contribuições de Amanda durante o primeiro bloco de questões.

Apesar de não falar muitas vezes ou por muito tempo, Amanda arrancou risadas da turma quando criticou o ponto de vista de duas vozes masculinas muito importantes: Gustavo, que vinha dominando a atividade até então, e Matheus que dividiria o controle da atividade com Renato a partir do segundo bloco. Assim, é possível perceber que Amanda teve sucesso em retirar temporariamente o controle da atividade de dois colegas muito propensos a conduzi-la. Enfim, o estilo jocoso e crítico de Amanda ilustra como uma mulher pode dar visibilidade ao seu ponto de vista em um contexto dominado por homens sem recorrer a enunciados extensos, correndo o risco de ser interrompida tal como Vanessa foi.

5.3.3 Quadro Geral de Ações: Turma de Mecânica Quântica

O segundo caso a ser discutido é o da disciplina Mecânica Quântica (FIS01210). Entre os alunos que participaram do debate, havia poucas mulheres (duas contra dez homens) e nenhum estudante de licenciatura. A seguir é apresentado o *quadro geral de ações* para essa turma.

Quadro 5.7: Quadro Geral de Ações da Turma de Mecânica Quântica

EPISÓDIO 01/1	
Tema:	O conceito de fóton
Duração do Episódio:	4'40"
Turnos de Fala:	Cibele (7", 9"); Gabriel (40", 11"); Raphael (6", 6", 13"); Vinícius (4").
Ações em Destaque:	Alguns estudantes propõem que Gabriel conduza a atividade. Gabriel lê a primeira questão do questionário. Os alunos estão dispersos e demonstram alguma insatisfação com a pergunta.
EPISÓDIO 02/1	
Tema:	A função de onda.
Duração do Episódio:	6'50"
Turnos de Fala:	Cibele (7", 9", 10"); Daniel (9", 9"); Gabriel (29", 42", 15", 16", 10", 5"); Luciano (30", 8"); Luís (20"); Raphael (4").
Ações em Destaque:	Gabriel lê a segunda questão do primeiro bloco. Os estudantes reconhecem que a matemática da função de onda é simples, mas entender seu significado físico é mais complicado. Em seguida discutem vários aspectos históricos e conceituais da função de onda.
EPISÓDIO 03/1	
Tema:	O aspecto mais fundamental da Mecânica Quântica.
Duração do Episódio:	9'40".
Turnos de Fala:	Cibele (9", 5", 16"); Daniel (5"); Edson (30", 13"); Gabriel (35", 6", 28", 59", 8", 18"); Raphael (37", 12", 20", 3").
Ações em Destaque:	Gabriel lê a terceira questão do primeiro bloco. Os estudantes discordam quando ao aspecto mais fundamental da mecânica quântica.
EPISÓDIO 04/1	
Tema:	O princípio da Incerteza.
Duração do Episódio:	5'25".
Turnos de Fala:	Cibele (5"); Edson (9"); Gabriel (30", 16", 29", 12", 25", 6"); Raphael (15", 36").
Ações em Destaque:	Gabriel lê a quarta questão e tenta respondê-la. Os estudantes passam a discutir o significado do princípio da incerteza e do colapso da função de onda. Ao final, quase todos concordam que, embora seja contra-intuitiva, a mecânica quântica fecha com os resultados experimentais.
EPISÓDIO 05/1	
Tema:	A dualidade onda-partícula
Duração do Episódio:	35".
Turnos de Fala:	Gabriel (10").
Ações em Destaque:	Gabriel lê a quinta questão e considera que ela já foi discutida na primeira pergunta. Todos concordam em seguir para a próxima questão.

EPISÓDIO 06/1	
Tema:	Sobre os filmes "O Segredo" e "Quem Somos Nós?".
Duração do Episódio:	4'35".
Turnos de Fala:	Cibele (13"); Gabriel (23", 6", 4", 11"); Luciano (10", 1'16").
Ações em Destaque:	Gabriel lê a sexta questão e pede que seja feito algum comentário geral sobre os filmes. Todos os alunos têm uma posição igualmente crítica a respeito dessas obras.
EPISÓDIO *1	
Tema:	O problema da medida.
Duração do Episódio:	4'55"
Turnos de Fala:	Edson (9"); Gabriel (55", 13", 1'02", 26"); Laura (22"); Raphael (1'07", 22").
Ações em Destaque:	Gabriel põe em discussão o problema da medida questionando o papel da consciência no colapso. Os estudantes seguem discutindo sem chegar a uma conclusão. Laura argumenta que não interessa o que acontece durante a medida, interessa o resultado.
EPISÓDIO 01/2	
Tema:	O que é ciência?
Duração do Episódio:	4'35"
Turnos de Fala:	Daniel (9", 11"); Edson (21", 9", 14"); Gabriel (7", 27"); Luciano (5", 9"); Laura (12"); Sandro (4", 9", 4")
Ações em Destaque:	Gabriel lê a primeira questão do segundo bloco. Os alunos discutem a importância da matemática e da lógica na ciência, levantam a questão do método científico, e contrastam ciência com astrologia e religião. Tentam caracterizar ciência como um conhecimento que pode ser testado e que evolui com o passar do tempo.
EPISÓDIO 02/2	
Tema:	A verdade científica.
Duração do Episódio:	2'10"
Turnos de Fala:	Gabriel (8", 7"); Edson (24", 4"); Raphael (15").
Ações em Destaque:	Gabriel lê a segunda questão do segundo bloco. Os estudantes reconhecem que a verdade em ciência é temporária. Raphael argumenta que, em função da testabilidade, é impossível dizer que uma coisa em ciência é definitivamente verdadeira.
EPISÓDIO 03/2	
Tema:	O problema da demarcação.
Duração do Episódio:	5'25"
Turnos de Fala:	Gabriel (27", 19", 23", 16"); Luciano (10", 9"); Laura (6"); Raphael (5").
Ações em Destaque:	Gabriel lê a terceira questão do segundo bloco. Os alunos discordam quanto à separação entre ciência, arte e filosofia.
EPISÓDIO 04/2	
Tema:	Ciência e sociedade.
Duração do Episódio:	2'40".
Turnos de Fala:	Cibele (8"); Edson (16", 21"); Fabiano (27", 21"); Raphael (20").
Ações em Destaque:	Gabriel lê a quarta questão do segundo bloco. Os alunos concordam em trocar "reflete" por "influencia". Concordam que a ciência é influenciada por fatores externos.
EPISÓDIO 05/2	
Tema:	Ciência e sociedade.
Duração do Episódio:	2'25".
Turnos de Fala:	Cibele (9", 13"); João (4"); Edson (24"); Gabriel (6"); Raphael (16"); Vinícius (14").
Ações em Destaque:	Gabriel lê a última questão. Alguém diz que sem criatividade não se faz ciência. Outros estudantes defendem que a opinião pessoal pode atrapalhar. O debate é concluído com a chegada do investigador.

Como é possível perceber, Gabriel permaneceu lendo as questões para os colegas desde o primeiro episódio do debate. Durante todo o primeiro bloco, Gabriel foi o aluno que se pronunciou com mais frequência e por mais tempo. Ao final do primeiro bloco, ele propôs uma pergunta que manteve os colegas engajados por quase cinco minutos – aproximadamente 10% do tempo total da atividade. Entretanto, o episódio cujo tema foi proposto por Gabriel é interrompido por Laura, que questiona a relevância da pergunta levantada pelo colega. Em seguida, ele fica um pouco transtornado, gagueja e passa para o segundo bloco de perguntas. Como é possível perceber, pelo menos no que diz respeito à ocorrência e duração dos turnos de fala, a participação de Gabriel no segundo bloco parece ter sido comprometida.

Em paralelo, o quadro geral de ações permite perceber que Cibele, a outra garota do grupo, participa de quase todos os episódios, expondo seus pontos de vista e, eventualmente, enfrentando a oposição dos colegas. Os detalhes sobre a participação dessas duas mulheres durante o debate serão investigados ao longo da análise.

5.3.4 Análise das Transcrições: Turma de Mecânica Quântica.

Nesta seção, os episódios temáticos mais relevantes do debate entre os estudantes da disciplina de Mecânica Quântica com respeito à questão de pesquisa serão analisados na ordem em que ocorreram. Alguns episódios mais extensos serão separados em excertos menores com o objetivo de tornar a análise mais transparente.

5.3.4.1 Episódio 03/1 – O aspecto mais fundamental da MQ.

Após se apresentar, o investigador introduz sua proposta de debate, apresentando os alunos ao questionário escrito e buscando deixá-los o mais a vontade possível com a câmera. Ele propõe, no caso do debate se tornar muito desorganizado, que os estudantes elejam uma liderança entre si. Ele também combina com os estudantes que voltará em vinte minutos para conferir se a turma chegou à metade da discussão. Com a saída do investigador, a atividade começou.

Durante os dois primeiros episódios, os estudantes trabalharam de uma maneira profundamente colaborativa sem que houvesse nenhum tipo de conflito. Eles não precisaram corrigir uns aos outros. As respostas às primeiras questões foram sendo dadas como se todos as conhecessem. Os estudantes se queixaram um pouco da primeira pergunta. Segundo eles, o conceito de fóton já está muito automatizado para que consigam refletir a seu respeito. Assim, a

análise partirá do episódio sobre o aspecto mais fundamental da Mecânica Quântica. Este episódio começa com Gabriel lendo o texto da terceira questão do primeiro bloco:

Episódio 03/1 – O Aspecto Mais Fundamental da MQ [PARTE I]

Pergunta: Na sua opinião, qual é o aspecto mais fundamental da Mecânica Quântica?

1 **Gabriel:** Mais alguma coisa? Então podemos passar para a três: “Na sua opinião, qual é o aspecto mais fundamental da Mecânica Quântica?”

5 **Daniel:** Acho que é a incerteza na... pra mim é...

Gabriel tenta completar o pensamento de Daniel.

Gabriel: O fato de ela não ser... determinista, no caso.

10 **Daniel:** Isso.

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.

15 **Daniel:** Sim, sim. (escutando atentamente).

20 **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.

25 **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, seu eu conseguisse, “por acaso”, gerar alguma luz por um outro fenômeno, será que eu não conseguiria gerar luz sem ser um múltiplo inteiro lá...?

30 **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.

35 **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.

40 **Gabriel:** Eu ainda acho que a incerteza parece mais importante que a quantização.

Vinícius: É que a incerteza é decorrente da quantização.

45 **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 Vinícius 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...

50 Todos começam a rir juntos, cobrindo os rostos com as mãos.

Gabriel: Mas foi bem assim mesmo, chê!

55 **Fabiano:** O cara faz aquilo que a gente não pode fazer, né? (todos continuam rindo juntos).

Gabriel: “Se eu varrer isso aqui pra debaixo do tapete, e fizer desse jeito, vai dar certo”. O

60 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.

65 **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
70 conceitualmente, a incerteza vem bem na frente.

Gabriel: Eu também acho...

Motivado por Cibele durante o primeiro episódio, Gabriel assume a responsabilidade de conduzir os trabalhos do grupo. Uma das funções que ele assumiu foi a leitura das perguntas do questionário escrito no início de cada episódio temático. Entretanto, será possível perceber que sua participação na composição do todo do debate é muito mais significativa que a participação de Vanessa, aluna da turma de História e Epistemologia da Física.

No início do debate, Gabriel auxilia Daniel a explicitar a proposta de que a incerteza é o aspecto mais fundamental da Mecânica Quântica (l.5-10). Assim que Daniel se posiciona, Raphael expressa sua oposição, afirmando que o aspecto mais fundamental é a quantização (l.10-20), associada à constante de Planck.

Em seguida, Gabriel passa a defender o ponto de vista introduzido por Daniel (l.25-30). Para tanto, ele faz algumas afirmações um pouco nebulosas sobre a emissão da luz. Aparentemente, sua estratégia é sugerir que podem existir fenômenos microscópicos para os quais a quantização da luz não se aplica. Como resposta, Raphael sinaliza que o colega pode estar correto.

Assim que Raphael considera a possibilidade de Gabriel estar com a razão, Cibele se mostra insatisfeita com a afirmação de Raphael sobre a constante de Planck (l.35-40). Quando Vinícius afirma que a incerteza é decorrente da quantização, Gabriel contesta dizendo que a quantização veio antes somente porque ela foi “descoberta” antes (l.45-50). A rigor, a quantização pode ser deduzida dos postulados da mecânica quântica.

Enquanto narra a história da quantização, Gabriel faz uma série de comentários jocosos, arrancando algumas risadas dos colegas (l.50-55). O discurso citado em estilo pictórico aparece em vários momentos de dois dos seus enunciados (l.45-50; 60-70). Na maioria das vezes, esse discurso citado é uma paródia da voz de Planck, que propõe a quantização para ajustar a equação da emissão de corpo negro aos dados. Em seguida (l.70-75), Edson reelabora o ponto de vista 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 (l.75-80). Contudo, a adesão dos colegas à importância dada à incerteza não foi o suficiente para intimidar Raphael, que argumenta em defesa da sua posição.

Episódio 03/1 – O Aspecto Mais Fundamental da MQ [Ultima Parte]

Pergunta: Na sua opinião, qual é o aspecto mais fundamental da Mecânica Quântica?

- 80 **Raphael:** O que me faz continuar é achar que, sem quantização não tem...
- Edson:** Ah, também.
- 85 **Raphael:** Tem um postulado básico, aquele que...
- Daniel:** Você quer dizer que é algo intrínseco...?
- Raphael:** Sim. Até porque, quando tu postula a incerteza lá, os comutadores, comutador de x e p é $i\hbar$ cortado, tu tem que assumir já a quantização.
- 90 Edson tenta interromper
- Edson:** Sim, sim, mas...
- 95 **Raphael:** Tu tá com aquele bendito \hbar cortado. Sem quantização, não tem como. Tudo comuta e acabou.
- Edson:** É, com certeza. Uma é conseqüência da outra, só que, sem tu assumir a quantização, no problema do oscilador tu encontra a quantização.
- 100 **Gabriel:** É que o \hbar cortado já tá lá, né?
- 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...
- 105 **Cibele:** Então, o postulado é que é mais uma coisa que enfiam a cabeça da gente, né? Diga-se de passagem.
- 110 **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.
- 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...
- 115 **Cibele:** Mas é mais palpável, né?
- Gabriel:** É que, tipo, a gente enxerga... a gente vem aprendendo desde criancinha...
- 120 **Cibele:** A sugestão é dar mecânica quântica lá na pré-escola.
- Gabriel:** Isso...! (rindo junto com todos os alunos).
- Cibele se dirige a Gabriel e pede a palavra para fazer uma pergunta.
- 125 **Cibele:** Posso...?
- Gabriel autoriza.
- 130 **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 , de repente, tu sabe que tu sabe uma coisa aqui e...
- 135 **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

140 retira.

Nesse excerto, Raphael argumenta que, ao assumir as relações de comutação entre posição e momentum, a quantização é introduzida implicitamente (l.85-95). Dessa maneira não faz sentido argumentar que a quantização esteja sendo efetivamente deduzida na solução do oscilador harmônico tal como Edson tinha proposto (l.70-75). Gabriel parece ter aceitado a argumentação de Raphael (l.100-105).

Como será possível perceber ao longo da análise, os alunos da turma de Mecânica Quântica se mostraram muito mais inclinados a mudar seus pontos de vista em favor da argumentação dos colegas. Em contrapartida, na turma de História e Epistemologia da Física, houve uma rigidez ideológica muito maior. Predominou entre os alunos a tendência de se manterem atados aos seus pontos de vista originais. Essas diferenças ficarão mais evidentes na medida em que a análise avança.

Embora Gabriel tenha iniciado o terceiro episódio com um maior controle sobre a atividade, seu ponto de vista foi sendo gradativamente substituído pela proposta de que a quantização é o aspecto mais fundamental da Mecânica Quântica. Tanto Gabriel quanto Daniel parecem ter abandonado, em algum momento, a defesa dos seus pontos de vista originais. Com isso, Raphael apresentou uma capacidade destacada em conseguir a adesão dos colegas à sua proposta. Enfim, mesmo não sendo possível encontrar um padrão do tipo I-R-A nesse episódio, percebe-se que o papel de professor, que é ocupado inicialmente por Gabriel, foi transmitido para Raphael na medida em que o episódio avançou. Embora Cibele tenha participado em certo momento, questionando a proposta de Raphael (l.100-105), não é possível argumentar que ela tenha mantido a atividade sob controle tal como ocorreu com Gabriel e Raphael.

5.3.4.2 Episódio 04/1 – O princípio da incerteza

O quarto episódio do primeiro bloco versou sobre o princípio da incerteza. À semelhança da maioria, ele foi iniciado com Gabriel lendo a questão fornecida pelo questionário e oferecendo sua contribuição em seguida:

Episódio 04/1 – O Princípio da Incerteza

Pergunta: O que diz o princípio da incerteza? Qual é a sua importância?

- 1 **Gabriel:** Bom, nós engatamos no principio da incerteza junto aqui... Bem, eu só vou ler a quatro aqui pra gente se situar de novo: "O que diz o princípio da incerteza e qual é a sua importância?" (breve pausa). Bom, o que diz o princípio da incerteza, a gente não chegou a falar ainda. Estávamos falando de "incerteza, incerteza, incerteza", mas ninguém falou o que
- 5 que é, né? Que é... aquela história das medidas não comutarem. Pegar, por exemplo, posição e momentum ao mesmo tempo, tu não consegue medir os dois ao mesmo tempo. No que tu mediu um, tu tá afetando a medida do outro. E aí... "qual é a sua importância", eu

vou deixar para vocês.

10 Todos riem.

Daniel: É o que a gente tava discutindo antes, quer dizer, eu acho que é fundamental na mecânica quântica. Acho que é a coisa mais fundamental.

15 **Edson:** Meu, mas eu não consigo entender porque que, se eu meço posição, eu não consigo medir... (alguns colegas riem) Tá, tudo bem, tu vê nas contas que não pode, mas, meu...

20 **Raphael:** Tu não leu aquele exemplinho do Heisenberg lá... que tem um microscópio que tá olhando um elétron enquanto ele passa...?

Edson: Acho que não...

25 **Raphael:** Mas tem! Todo o professor comenta: “ah, mas tem um microscópio...”. Até o Rodolfo* diz isso!

Raphael: Mas tem um exemplo lá... a explicação mais convincente era fazendo uma analogia com... sei lá.

30 **Gabriel:** Mas como é que era essa aí?

Raphael: Ah, que... Quando tu vai olhar o elétron por um microscópio, tu tem que emitir um fóton...

35 Os colegas começam a rir.

Raphael: Uh... “Microscópio” (todos riem mais um pouco). Tem que emitir um fóton pra “iluminar”... E, daí, quando tu choca esse fóton, transmite a posição, perturbando o momentum.

40 **Gabriel:** É mas... Tá, é uma analogia. Mas, na verdade, não é assim. Tu olhou pra coisa... “Puf!” Colapsou (todos riem). Não precisa ter fóton na jogada.

Edson: A coisa é que não tem uma velocidade limite. É instantâneo isso, né? Como assim?!

45 **Gabriel:** É que nem ela tava falando (refere-se à contribuição de Cibele). Aquela história de quando você faz um decaimento. Sai um negócio com spin pra um lado e outro pro outro. Você não sabe quando dos dois é qual. Daí, no momento que tu medir um, o outro pode estar “no infinito e além” (alguns colegas acham graça). Não no infinito, né? Porque não dá. Mas aí, ele automaticamente lá vai colapsar também. O troço é... instantâneo.

50 **Luciano:** Eu não acredito nisso, eu acho que eles já estão cada um num (sem tom de piada).

55 **Gabriel:** Bom... eu, assim, na minha opinião particular... tô fazendo mecânica quântica pela terceira vez, tem coisas que eu já tentei entender... mas daí dá nisso: “Tá, é assim” (Todos riem). Pensar sobre isso não vai me levar a lugar algum, então tá, vamos aceitar que é mais fácil. Essa é uma das coisas que, bah, se o cara parar para pensar, ele enlouquece, né? (mais risos).

60 **Gabriel:** Daí... Bom... mas, “qual é a sua importância?” Sem ele a mecânica quântica não funciona. Se você tira o princípio da incerteza, cai na clássica.

Os alunos fazem mais alguns comentários e passam para a questão seguinte.

65

* Rodolfo é um pseudônimo para o professor do IF/UFRGS que foi citado no debate.

No que diz respeito ao papel de professor, tal como no episódio anterior, é possível perceber do excerto acima que Raphael e Gabriel têm papel de destaque. Logo no início do episódio, Edson expressa uma dúvida sobre a questão da incerteza na medida de momentum e posição (I.15-20). Para respondê-la, Raphael recorre ao que ele chama de exemplo do “microscópio” (I.20-40). Nesse exemplo, deseja-se “ver” onde está um certo elétron, ou seja, deseja-se saber sua posição. Uma maneira de fazer isso é forçar uma colisão do elétron com um fóton. Entretanto, ao colidir com o elétron, o fóton interage com ele, alterando seu auto-estado de momentum. Assim, ao concluir que uma medida da posição afeta o estado de momentum, ilustra-se o princípio da incerteza. Observe que, tal como um professor que responde a uma dúvida do estudante, Raphael está respondendo à dúvida colocada por Edson, seu colega.

Em seguida, e de uma forma um pouco jocosa, Gabriel acrescenta que o exemplo do “microscópio” é só uma analogia (I.40-45). A rigor, não é necessário falar em colisão com fótons para que ocorra o colapso. Então, Edson encaixa outra pergunta, mas agora é Gabriel quem o responde (I.45-55). Observe que, para responder, Gabriel cita o enunciado de Cibele do episódio anterior (03/1 I.130-135), deixando evidência de que, embora Cibele não esteja propriamente se mantendo no comando da atividade, suas contribuições estão sendo levadas em consideração pelos colegas.

5.3.4.3 Episódio */1 – O problema da medida

Ao final do episódio sobre os filmes “Quem Somos Nós?” e “O Segredo” (06/1), Gabriel tomou a liberdade de propor uma pergunta que não estava prevista no roteiro. Embora existam outras situações em que os estudantes levantam perguntas novas durante o debate, esse momento foi o único que possibilitou ser separado em um episódio relativamente completo e com duração equiparável aos demais (aproximadamente 4'55"). A transcrição do episódio sobre o problema da medida (*/1) encontra-se no quadro a seguir:

Episódio */1 – O Problema da Medida

Pergunta: O que caracteriza a medida na Mecânica Quântica?

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”.

5

10

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

15 interação com o sistema, e essa interação precisa de uma resposta, entende? É uma...

Luís: Ação e reação...?

20 **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?

25 **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"...

30 **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.

Edson: Tá, então tudo já deveria estar colapsado. Porque todas as coisas interagem umas com as outras.

35 **Gabriel:** É. Tudo tá interagindo toda hora.

Luciano: É, não vai começar a interagir na hora que tu vai medir, vai encostar, vai olhar...

40 **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).

50 **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.

55 **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). Descontínua.... Bah, tem uma coisa que não fecha... E se tu ficasse medindo o tempo inteiro... a coisa ia seguir... como, daí?

60

Cibele: Vamos para o bloco 2?

Gabriel: Vamos, por que senão...

65

No início do episódio, Gabriel levanta uma questão profundamente metafísica (I.1-10) sobre o problema da medida na Mecânica Quântica. Como tentativa de resposta, Raphael se aporta a algum tipo de palestra que ele assistiu sobre o assunto (I.10-25). Contudo, Gabriel avalia negativamente sua contribuição (I.25-30), encerrando a primeira seqüência do tipo I-R-A nesse episódio. Em seguida, Raphael reelabora sua contribuição (I.30-35), mas é avaliado negativamente por três colegas (I.35-45). Aparentemente, ninguém chega a uma resposta satisfatória à questão da medida.

Na seqüência, Gabriel tenta contribuir levantando uma outra questão (l.45-55), mas é questionado por Laura – que fala pela primeira vez em toda a gravação. Como resultado, Gabriel gagueja e perde toda a sua segurança (l.60-65), não conseguindo se contrapor ao pragmatismo introduzido pela colega. Seguindo a sugestão de Cibele, Gabriel passa às perguntas do segundo bloco. Em suma, embora a posição de Gabriel no papel de professor seja destacável ao longo de todo esse episódio, Laura não precisou mais que 22 segundos para desestabilizá-lo completamente.

5.3.4.4 Episódio 01/2 – O que é ciência?

Durante o primeiro bloco, foi possível perceber que Gabriel e Raphael se alternaram na ocupação do papel de professor. Porém, no segundo bloco, essa situação sofre algumas mudanças com outros estudantes participando mais ativamente dos episódios do debate. O excerto a seguir se refere ao primeiro episódio do segundo bloco:

Episódio 01/2 – O que é ciência? [PARTE I]

Pergunta: *Na sua opinião, o que é ciência?*

1 **Gabriel:** Bloco dois. Visões de ciência: “Na sua opinião, o que é ciência?”

Silêncio.

5 **Fabiano:** É explicar a natureza e... usando uma ferramenta matemática.

Daniel: Mas a matemática não necessariamente explica a natureza...

10 **Gabriel:** Mas a matemática não é exatamente uma ciência, né? É uma ferramenta que a gente usa na ciência.

Cibele: Mas ele falou que é uma ferramenta.

15 **Gabriel:** Quem falou que era ferramenta?

Cibele: Ele (apontando para Fabiano). Ele falou que era uma ferramenta.

Gabriel: Desculpa, eu não ouvi essa parte.

20 **Laura:** Todo o tipo de estudo, pra mim é ciência. Independente de ter matemática, de não ter matemática, de ter lógica, de não ter lógica. Independente se está certo ou se está errado.

Luís: Acho que a ciência, qualquer que seja, é a busca de uma metodologia para descrever fenômenos.

25

Silêncio.

Luciano: Ciência pra mim é a dedicação de alguém pra entender alguma coisa

30 **Daniel:** Astrologia pra ti é ciência? (olhando para Luciano).

Luciano: Astrologia? Ah... pode até ser. Se o cara acredita naquilo... Mas daí tem uma coisa. Tem que ter resultado!

35 Começam algumas conversas paralelas, mas a voz de Gabriel se sobressai.

Gabriel: Essa é uma pergunta esquisita, pra começar eu ia precisar de um dicionário aqui.

40 **Daniel:** Catolicismo pra ti é ciência?

Luciano: Eu sou agnóstico (breve pausa). Catolicismo não é ciência. É uma religião! Existe um estudo lá, mas...

45 **Daniel:** Justamente, aí é que está. Dentro do teu conceito que tu te prepara e analisa uma coisa procurando uma resposta então catolicismo é ciência.

Luciano: É de ti, acreditar naquilo...

50 **Daniel:** Mas aí é que tá.

Luciano: Acho que se tu for parar pra observar a grama ali e aprender alguma coisa... bah... Tu ficava meia hora ali, tentando entender o que está acontecendo... pra mim é ciência. "Vai estudando"...

55

O excerto acima começa com Gabriel tentando avaliar negativamente a contribuição de Fabiano e sendo corrigido por Cibele (l.1-20). Observe que, já no princípio desse excerto, Daniel faz uma ressalva pertinente sobre a proposta de usar a linguagem matemática como critério de demarcação. Após Laura, Luís e Luciano expressarem suas opiniões (l.20-30), Daniel se dirige a Luciano, guiando seus atos de fala por meio de perguntas e avaliações (l.30-50).

É possível perceber que a intenção de Daniel é fazer com que Luciano perceba que sua proposta para a demarcação entre ciência e não-ciência não dá conta de separar ciência e religião. Embora o padrão I-R-A esteja bem caracterizado nessa parte do excerto, as investidas de Daniel parecem não ter interferido significativamente no ponto de vista de Luciano (l.55). A propósito, há alguns alunos na turma de Mecânica Quântica que cursaram História e Epistemologia da Física anteriormente. São estes: Edson, Fabiano e Raphael. Observe que Daniel não está entre esses estudantes. O episódio continua com a contribuição de Edson para a discussão:

Episódio 01/2 – O que é ciência? [Última Parte]

Pergunta: *Na sua opinião, o que é ciência?*

Edson: Acho que a ciência, sei lá. Pra fazer uma ciência, ela tem que ter um objetivo, um ponto final, algo que ela visa, mas ela tem também... tem que ter algum conjunto de crenças básicas que sejam empiricamente testáveis pra ver se condiz com a realidade ou não. Daí sim, daí tem um caráter de ciência.

60

Cibele: Todo mundo concorda que é em torno de algum tipo de evolução, né?

Gabriel: Sim.

65 **Daniel:** Tá... uma pesquisa que seja "testável". E os experimentos da mecânica quântica? Onde é que entra a parte empírica da mecânica quântica?

Edson: É.. outra coisa é que, esse conjunto de crenças, eu vou postular elas, mas eu não tenho como provar aqui.

70

Daniel: Então deixou de ser ciência por causa disso?

Edson: Não... não...

75 **Gabriel:** Mas a quântica funciona!

Edson: Pelo contrário, ela tem uns postulados que resolvem de maneira aparente e funcionam bem, respondendo o que acontece no mundo empírico mesmo, os fenômenos e tal (breve pausa). Então, como ciência ela é definida e funciona.

80

Gabriel: Eu preferia que ele tivesse perguntado o que é Física. Ciência é muito vago. Não sei nem o que dizer..."O que é ciência?" É uma palavra! Tem que olhar no dicionário e ver o que é ciência. Pronto, tá lá... agora, não sei. Pra mim não... não tenho opinião formada sobre a ciência.

85

O investigador entra na sala. Era esperado que os estudantes tivessem chegado ao final do questionário. O investigador negocia uma prorrogação com os estudantes e sai da sala. Gabriel passa à leitura da questão seguinte.

No início do excerto, Edson afirma que, para ser ciência, o conhecimento deve possuir objetivos a atingir. Em acréscimo, ele afirma que, para ser ciência, é preciso que os princípios adotados sejam empiricamente testáveis (l.55-60). Por outro lado, em episódios anteriores, os alunos concordaram que a mecânica quântica tem postulados e que, por definição, postulados não são empiricamente testáveis. Nas palavras de Gabriel, o princípio da incerteza foi "enfiado na cabeça da gente" (ver episódio 03/1 l.120).

Esse contexto discursivo dá sentido ao questionamento que Daniel direciona a Edson (l.65). A rigor, tal questionamento é o início de uma breve seqüência de interações por meio das quais Daniel leva o colega a recuar e reelaborar seu ponto de vista (l.65-75). Ao final dessa seqüência conduzida por Daniel, Gabriel intervém lembrando que, embora não seja possível demonstrar os postulados, a "mecânica quântica funciona!" (l.75). Em seguida, Edson se apropria dessa afirmação de Gabriel para reelaborar seu ponto de vista (l.75-80). O episódio termina com Gabriel se queixando da dificuldade de responder à pergunta. Enfim, é possível perceber que, ao longo desse episódio, foi Daniel quem se manteve ocupando o papel de professor.

5.3.4.5 Episódio 02/2 – A verdade científica

Após o investigador ter renegociado os limites de tempo e se retirado da sala, os estudantes passaram à segunda pergunta do segundo bloco. Como ocorre na maioria das vezes, Gabriel inicia o episódio com a leitura da pergunta no roteiro.

Episódio 02/2 – A Verdade Científica

Pergunta: *O conhecimento científico pode ser considerado um conhecimento verdadeiro? Justifique sua opinião.*

1 **Gabriel:** "O conhecimento científico pode ser considerado um conhecimento verdadeiro?"

Justifique sua opinião...”

5 **Vinícius:** Só momentaneamente, eu acho.

Gabriel: Também acho.

10 **Cibele:** É verdade que o conhecimento científico é o que a gente tem como base, né? Se o que a gente tem como base não é...

Gabriel interrompe.

15 **Gabriel:** Pra começar, essa pergunta depende da nossa resposta na primeira, né? (breve pausa) Ele está assumindo que a gente acha que ciência é alguma coisa.

Todos riem.

20 **Edson:** Mas eu concordo com o Vinícius. Porque, olha só, a gente é apresentado que a mecânica newtoniana era tudo até, sei lá, o século retrasado e tal. E.. era conhecimento verdadeiro porque a gente não conseguia observar fenômenos quânticos ou qualquer outra coisa... então, sei lá. Daí sim.

Luís: É um conhecimento relativo, então?

25 **Edson:** É... Verdadeiro e relativo a um tempo, né?

Luciano: Verdadeiro enquanto dure.

30 **Gabriel:** É que não dá pra dizer assim: “Ah, ele é verdadeiro”. A gente tem certeza que ele fecha com uma dada situação. A gente não sabe se, levando pra uma outra situação, ele vai continuar verdadeiro. E a gente nem sequer diz que é assim! A gente está aberto a dizer “Ah, não”. Só que pra aqui funciona. Agora, se a gente abrir, pode ser que...

35 **Raphael:** Na verdade, pra você chamar alguma coisa de ciência, você tem que poder testar. Se tu pode testar, tem a possibilidade daquilo ser falso. Então, você nunca pode dizer que uma coisa em ciência “é verdadeiro”.

Edson: Isso lembrou os relatórios de física quatro: “Agora, sem dúvida, essa lei...”.

40 Todos riem.

Gabriel: Mas... Tá.

45 **Cibele:** Pula aí, pula aí...

Gabriel passa à questão seguinte.

É possível perceber que quase todos os estudantes que participam desse episódio parecem concordar que o conhecimento científico só é verdadeiro temporariamente, ou que a verdade em ciência é relativa (l.1-35). Na seqüência, Raphael questiona esse ponto de vista (l.35). Para ele, a testabilidade é característica do conhecimento científico. Assim, ele se recusa a considerar o conhecimento científico como algo verdadeiro, já que uma das suas características é a possibilidade de que ele seja considerado falso. Aparentemente, Gabriel falha em contra-argumentar com o colega (l.40-45). Seguindo a instrução de Cibele, que sugere agilizar o debate, Gabriel passa à leitura da pergunta sobre o problema da demarcação.

Uma das características dos episódios seguintes é a gradual mudança que Gabriel imprime ao seu ponto de vista, adotando a visão de ciência falsacionista introduzida por

Raphael. Essa mudança gradual ocorre em mais de um momento e pode ser ilustrada no seguinte enunciado de Gabriel:

Durante o episódio 03/2, enquanto discutiam a demarcação entre filosofia e ciência.

Gabriel: Acho que a filosofia vira física quando tu consegue provar!

Gabriel sorri vitorioso, mas logo olha para os lados, abaixa a cabeça e murmura:

Gabriel: Ah, mas aí não é ciência...

Essa mudança de ponto de vista é mais um indicativo de que Raphael está ocupando o papel de professor. Enfim, como a pressa dos estudantes em concluir o debate parece ter prejudicado um pouco a riqueza da discussão nos episódios seguintes, suas transcrições não serão discutidas detalhadamente como vem sendo feito até o presente momento.

5.3.4.6 Síntese da análise: Turma de Mecânica Quântica.

Uma das diferenças observadas entre os dois casos é que os estudantes da turma de História e Epistemologia da Física apresentaram uma rigidez ideológica muito maior, ou seja, se mostraram muito mais atados aos seus pontos de vista originais que seus colegas da turma de Mecânica Quântica. Por exemplo, quando Gabriel argumentou em favor do princípio da incerteza, Raphael se mostrou disposto a dar-lhe razão (03/1 l.30-35). Em seguida, Gabriel parece ter aceitado o argumento de Raphael de que o aspecto mais fundamental da mecânica quântica é a quantização (03/1 l.100-105). Esse tipo de mudança não ocorreu entre os estudantes da turma de História e Epistemologia da Física. Com efeito, quando se vai ao detalhe, todas as turmas revelam suas particularidades.

Apesar da participação de vários estudantes ao longo de toda a discussão, a análise leva a crer que Raphael, Gabriel e Daniel mantiveram a atividade sob controle por algum tempo, guiando as ações dos seus colegas por meio de perguntas, avaliando suas respostas e conseguindo a adesão do grupo em torno dos pontos de vista que eles mesmos introduziram. Durante o episódio */1, Gabriel engaja seus colegas em torno de uma pergunta que ele mesmo trouxe. Por duas vezes, Raphael parece ter conseguido a adesão de Gabriel ao seu ponto de vista (03/1 e 02/2). Durante o episódio 01/2, Daniel assume o papel de professor mesmo não tendo cursado a disciplina de História e Epistemologia como Raphael.

Embora Cibele tenha participado ativamente da maioria dos episódios, é muito difícil argumentar que ela tenha mantido a atividade sob controle tanto quanto seus três colegas. Laura, apesar de ter se pronunciado poucas vezes, fez Gabriel gaguejar ao final do episódio */1. Tão bem como Amanda na turma de História e Epistemologia da Física, Laura não levou mais que alguns segundos para desautorizar as contribuições dos colegas mais propensos a exercer o papel de professor.

6 CONCLUSÃO

Como resultado da primeira etapa da análise, foi encontrado (com $p < 0,005$) que as mulheres participantes da pesquisa estiveram mais propensas que os homens a empregar expressões em primeira pessoa em suas respostas às questões sobre Mecânica Quântica. Essa diferença pode ser interpretada como um resultado da inclinação feminina ao conhecimento conectado (ZOHAR, 2003, 2006), fortalecendo a idéia de que, como resultado do processo de socialização, homens e mulheres estão inclinados a conhecer o mundo de maneiras diferentes e que essas diferenças podem ser percebidas também na linguagem científica.

Segundo Bakhtin, a escolha dos recursos lingüísticos de um enunciado está relacionada com as finalidades do campo da atividade humana ao qual esse enunciado serve (BAKHTIN, 2003). Com efeito, alguns enunciados científicos se desenrolam como se os sujeitos responsáveis pela construção do conhecimento fossem os fatos, e não as pessoas. A ausência de expressões em primeira pessoa é bastante regular na linguagem científica e cumpre a função de objetivar o discurso. Para falar cientificamente, é preciso considerar que o conhecimento dos fatos tem mais valor que o conhecimento da opinião das pessoas. Enfim, uma das finalidades do discurso científico é a objetivação.

Com efeito, a segunda etapa da análise aponta que o uso de expressões em primeira pessoa esteve ligado à visão de ciência defendida pelos estudantes. Se, por um lado, as meninas empregaram expressões em primeira pessoa com maior freqüência, por outro, elas se mostraram menos inclinadas a defender os pontos de vista em que se enfatiza que o conhecimento científico é objetivo, racional, universal, imparcial e testável.

Como a busca pela objetividade e a ausência de expressões em primeira pessoa são características da linguagem científica tal como nós a conhecemos hoje, os resultados das primeiras etapas da análise podem ser interpretados de duas maneiras. Tendo em vista que os recursos lingüísticos empregados e as visões de ciência defendidas pelas mulheres parecem estar em conflito com os aspectos dominantes da ciência e da educação científica, é possível estimar que, em parte, a baixa participação das mulheres na ciência se deva a essa disparidade.

Por outro lado, os dois primeiros resultados desta pesquisa corroboram a idéia de que o fomento à participação das mulheres na ciência não é somente uma questão de justiça social, mas poderá enriquecer a ciência e a educação científica com novos estilos de linguagem e novas epistemologias baseadas nas maneiras de conhecer que as mulheres estiveram mais propensas a desenvolver ao longo do processo de socialização.

Quando se afirma que as mulheres podem contribuir para a ciência com novas tecnologias e epistemologias, é preciso investigar em que medida elas estão sendo masculinizadas ou marginalizadas ao longo do processo educacional que forma o cientista. Por essa razão, os dois primeiros resultados de pesquisa conduzem à questão que direcionou a parte mais extensa da análise: como é o exercício do papel do professor entre os estudantes?

Existe algum tipo de monopólio masculino ou as mulheres compartilham com os homens essa posição de destaque diante dos colegas?

Após a análise das interações discursivas foi possível perceber que, embora as mulheres tenham participado de maneiras diferentes do debate sobre Mecânica Quântica e Visões de Ciência, nenhuma delas chegou a manter a atividade sob controle como seus colegas do sexo masculino.

Na turma de História e Epistemologia da Física, embora as mulheres estivessem em maior número (seis contra quatro homens) seus atos de fala foram menos duradouros e elas estiveram menos propensas a ocupar o papel de professor ao longo de toda a atividade. Como foi possível perceber, a maioria dos episódios esteve sob o controle de dois homens: Matheus e Renato.

A análise permitiu perceber que a voz de Vanessa foi silenciada sistematicamente pelos colegas. Ela falhou em assumir a coordenação do debate, seus atos de fala foram interrompidos, suas contribuições não foram levadas em consideração e sua condição de estudante da licenciatura foi questionada. Dessa maneira, Vanessa ilustra como o rechaço às mulheres pode assumir proporções críticas entre os estudantes de Física da UFRGS – particularmente quando existem outros fatores envolvidos tais como a oposição entre bacharelado e licenciatura.

A análise na turma de Mecânica Quântica, apesar da participação de vários estudantes ao longo de toda a discussão, leva a crer que Raphael, Gabriel e Daniel mantiveram a atividade sob controle por mais tempo, guiando as ações dos seus colegas por meio de perguntas, avaliando suas respostas e conseguindo a adesão do grupo em torno dos pontos de vista que eles mesmos introduziram.

Assim, como Daniela e Melissa na turma de História e Epistemologia da Física, Cibele participou ativamente da maioria dos episódios sem assumir o controle da atividade. Suas contribuições não foram descartadas, mas incorporadas na medida em que puderam ser somadas ao projeto de discurso dos homens. Assim, apesar de não serem silenciadas e marginalizadas na mesma medida em que Vanessa foi, é possível perceber que as contribuições dessas alunas permaneceram subordinadas ao projeto discursivo dos homens.

Na turma de Mecânica Quântica, Laura, apesar de ter se pronunciado poucas vezes, fez com que Gabriel, um dos colegas mais propensos a exercer o papel de professor, gaguejasse ao final do episódio */1. Na turma de História e Epistemologia da Física, Amanda arrancou risadas da turma quando criticou o ponto de vista de duas vozes masculinas muito propensas a se manter no comando: Gustavo e Matheus. Enfim, a atuação de Laura e Amanda em suas respectivas turmas ilustram como uma mulher pode dar visibilidade ao seu ponto de vista em um contexto dominado por homens sem recorrer a enunciados extensos, correndo o risco de ser interrompida tal como Vanessa foi.

Ao mesmo tempo em que esse resultado de pesquisa aponta para a dominação masculina na colaboração entre os estudantes de Graduação em Física, ele também ilustra

como as mulheres podem resistir à propensão dos colegas do sexo masculino em assumir o controle das atividades, desconcertando-os com críticas agudas e concisas. Embora exista evidência de que o fomento à participação das mulheres possa enriquecer a ciência e a educação científica com novas epistemologias, o obstáculo da dominação masculina ainda precisa ser superado.

Os resultados do presente trabalho permitem perceber que a inclusão das mulheres na ciência não é tanto uma inclusão de pessoas, mas também de novas maneiras de conhecer e das filosofias que lhes são subjacentes. Com efeito, o fomento à participação das mulheres compreende preparar a subcultura da ciência e da educação científica – com suas visões de ciência absolutistas e suas práticas sociais baseadas na competitividade – para receber as contribuições de pessoas mais acostumadas às maneiras conectadas de conhecer.

7 REFERÊNCIAS

- AIKENHEAD, G. S. Science Education: border crossing into the subculture of science. *Studies in Science Education*, Leeds, v. 27, p. 1-52, 1996.
- ALTHUSSER, L. *Lenin and Philosophy and other Essays*. New York: Monthly, 1971. 253 p.
- ANDRE, T.; WHIGHNAM, M.; HENDRICKSON, A.; CHAMBERS, S. Competency Beliefs, Positive Effect, and Gender Stereotypes of Elementary Students and their Parents about Science Versus other School Subjects. *Journal of Research in Science Teaching*, New York, v. 36, n. 6, p. 719-747, Aug. 1999.
- ARRUDA, L. Desvendando Desigualdades de Oportunidades em Ciências e em Matemática Relacionadas ao Gênero do Aluno: uma aplicação de modelagem multinível ao SAEB 99. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Porto Alegre, v. 2, n. 3, p. 84-96, set. 2002.
- BAKER, D.; LEARY, R. Letting Girls Speak about Science. *Journal of Research in Science Teaching*, New York, v. 40, n. S1, p. S176-S200, 2003.
- BAKHTIN, M. M. Discourse in the Novel. In: _____. *The Dialogic Imagination*. Austin: University of Texas Press, 1981. p. 259-421.
- 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.
- BEAUVOIR, S. de. *O Segundo Sexo*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1980. 2 v.
- BRICKHOUSE, N. W.; LOWERY, P.; SCHULTZ, K. What Kind of a Girl does Science? The Construction of School Science Identities. *Journal of Research in Science Teaching*, New York, v. 37, n. 5, p. 441-458, May 2000.
- BUCK, G. A.; LESLIE-PELECKY, D. L.; LU, Y.; CLARK, V. L. P.; CRESWELL, J. W. Self-Definition of Women Experiencing a Nontraditional Graduate Fellowship Program. *Journal of Research in Science Teaching*, New York, v. 43, n. 8, p. 852-873, Oct. 2006.
- CARTER, L. Sociocultural Influences on Science Education: innovation for contemporary times. *Science Education*, New York, v. 92, n. 1, p. 165-181, Jan. 2008.
- CHRISTIDOU, V. Greek Students' Science-Related Interests and Experiences: Gender differences and correlations. *International Journal of Science Education*, London, v. 28, n. 10, p. 1181-1199. Aug. 2006.
- COUSINS, A. Gender Inclusivity in Secondary Chemistry: a study of male and female participation in secondary school chemistry. *International Journal of Science Education*, London, v. 29, n. 6, p. 711-730, May 2007.
- CRONIN, C.; ROGER, A. Theorizing Progress: women in science, engineering, and technology in higher education. *Journal of Research in Science Teaching*, New York, v. 36, n. 6, p. 637-661, Aug. 1999.
- DEMO, P. *Metodologia científica em ciências sociais*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1989. 287 p.
- DHINDSA, H. S. Cultural Learning Environment of Upper Secondary Science Students. *International Journal of Science Education*, London, v. 27, n. 5, p. 575-592, Apr. 2005.

DUARTE, M.; REZENDE, F. Construção discursiva na interação colaborativa de estudantes com um sistema hipermédia de Biomecânica. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vigo, v. 7, n. 2, p. 399-419, 2008.

EISBERG, R.; RESNICK, R. *Física Quântica: átomos, moléculas, sólidos e partículas*. Rio de Janeiro: Elsevier, 1979. 928 p.

ENGELS, F. *A Dialética da Natureza*. 4. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985. 238 p.

FERREIRA, M. M. Gender Issues Related to Graduate Student Attrition in Two Science Departments. *International Journal of Science Education*, London, v. 25, n. 8, p. 969-989, 2003.

FIORIN, J. L. *Introdução ao Pensamento de Bakhtin*. São Paulo: Ática, 2006. 144 p.

FORD, D. J.; BRICKHOUSE, N. W.; LOTTERRO-PERDUE, P.; KITTLESON, J. Elementary Girls' Science Reading at Home and School. *Science Education*, New York, v. 90, n. 2, p. 270-288, Feb. 2006.

GILMARTIN, S.; DENSON, N.; LI, E.; BRYANT, A.; ASCHBACHER, P. Gender Ratios in High School Science Departments: the effect of percent female faculty on multiple dimensions of students' science identities. *Journal of Research in Science Teaching*, New York, v. 44, n. 7, p. 980-1009, Jan. 2007.

HEGEL, G. W. F. *Fenomenologia do Espírito*. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 1997. 271 p.

HAZARI, Z.; TAI, R. H.; SADLER, P. M. Gender Differences in Introductory University Physics Performance: the influence of high school physics preparation and affective factors. *Science Education*, New York, v. 91, n. 6, p. 847-876, Nov. 2007.

HOLQUIST, M. *Dialogism: Bakhtin and his world*. New York: Routledge. 1990. 200 p.

IVERSEN, G. R.; NORPOTH, H. *Analysis of Variance*. 2. ed. Beverly Hills: Sage Publications, 1976. 94 p.

JARVIS, T.; PELL, A. Factors Influencing Elementary School Children's Attitudes Toward Science before, during, and after a Visit to the UK National Space Centre. *International Journal of Research in Science Teaching*, New York, v. 42, n. 1, p. 53-83, Nov. 2005.

JOHNSON, A. C. Unintended Consequences: how science professors discourage women of color. *Science Education*, New York, v. 91, n. 5, p. 805-821, Mar. 2007.

JONES, M. G.; HOWE, A.; RUA, M. J. Gender Differences in Students' Experiences, Interests, and Attitudes Toward Science and Scientists. *Science Education*, New York, v. 84, n. 2, p. 180-192, Jan. 2000.

KAHVECI, A.; SOUTHERLAND, S. A.; GILMER, P. J. From Marginality to Legitimate Peripherality: understanding the essential functions of a women's program. *Science Education*, New York, v. 92, n. 1, p. 33-64, Jan. 2008.

KIND, P.; JONES, K.; BARMBY, P. Developing Attitudes Towards Science Measures. *International Journal of Science Education*, London, v. 29, n. 7, p. 871-893, June 2007.

LAWS, P. W.; ROSBOROUGH, P. J.; POODRY, F. J. Women's Responses to an Activity-Based Introductory Physics Program. *American Journal of Physics*, Melville, v. 67, n. 7, p. S32-S37, July 1999.

LEDERMAN, M. Gender/InEquity in science education: A response. *Journal of Research in Science Teaching*, Maryland, v. 40, n. 6, p. 604-606, Mar. 2003.

LEMKE, Jay L. *Aprender a hablar ciencia: Lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós, 1990. 273 p.

LEMKE, J. L. Articulating communities: Sociocultural perspectives on science education. *Journal of Research in Science Teaching*, Maryland, v. 38, n. 3, p. 296-316, Mar. 2001.

LIMA JÚNIOR, P.; OSTERMANN, F.; REZENDE, F.; CAVALCANTI, C. J. de H. Uma análise das diferenças de gênero no discurso escolar sob o enfoque sociocultural. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., Florianópolis. *Anais do ...* Florianópolis: ABRAPEC, 2007. 1 CD-ROM.

LIMA JÚNIOR, P.; OSTERMANN, F.; REZENDE, F.; CAVALCANTI, C. J. de H. A apropriação do referencial sociocultural pela pesquisa em ensino de ciências: a relevância do marxismo nas principais obras de Vygotsky. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 11. Curitiba. *Anais do ...* Curitiba: SBF, 2008. 1 CD-ROM.

LOSH, S. C.; WILKE, R.; POP, M. Some methodological issues with "draw a scientist tests" among young children. *International Journal of Science Education*, Reading, v. 30, n. 6, p. 773-792, Mai. 2008.

MACHADO, A. H. *Aula de química: Discurso e conhecimento*. Ijuí, RS: Unijuí, 1999. 200 p.

MARTINS, E. de F.; HOFFMANN, Z. Os papéis de gênero nos livros didáticos de ciências. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 1-20, Jul. 2007.

MARX, K.; ENGELS, F.. *A ideologia alemã: crítica da filosofia alemã mais recente na pessoa dos seus representantes Feuerbach, B. Bauer e Stirner, e do socialismo alemão na dos seus diferentes profetas*. 2. ed. Lisboa: Presença, 1980.

MILLER, P. H.; BLESSING, J. S.; SCHWARTZ, S.. Gender differences in high-school students' views about science. *International Journal of Science Education*, Reading, v. 28, n. 4, p. 363-381, Mar. 2006.

MORENO, N.. *Lógica marxista e ciências modernas*. São Paulo: Sundermann, 2007. 131 p.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. *Meaning making in secondary science classroom*. Maidenhead: Open University Press, 2003. v. 1. 141 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*, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002.

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*, Bauru, v. 14, n. 1, p. 35-54, jan. 2008.

PARKER, L. H.; RENNIE, L. J. Teachers' implementation of gender-inclusive instructional strategies in single-sex and mixed-sex science classrooms. *International Journal of Science Education*, Reading, v. 24, n. 9, p. 881-897, Out. 2002.

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.

POPPER, K. R. *Conjecturas e Refutações*. 2.ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1972. 449 p.

REZENDE, F.; OSTERMANN, F. Interações discursivas on-line sobre epistemologia entre professores de física: uma análise pautada nos princípios do referencial sociocultural. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vigo, v. 5, n. 3, p. 505-521, 2006.

ROYCHOUDHURY, A.; TIPPINS, D. J.; NICHOLS, S. E. Gender-inclusive science teaching: a feminist-constructivist approach. *Journal of Research in Science Teaching*, Maryland, v. 32, n. 9, p. 897-924, Abr. 1995

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*, Pennsylvania, 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*, Pennsylvania, v. 79, n. 4, p. 437-473, 1995

TEIXEIRA, R. R. P.; COSTA, P. Z. da. Impressões de estudantes universitários sobre a presença das mulheres na ciência. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 10, n. 2, p. 1-18, dez. 2008.

TINDALL, T.; HAMIL, B. Gender disparity in science education: the causes, consequences, and solutions. *Education*, v. 125, n. 02, p. 282-295, Dez. 2004.

TOLENTINO-NETO, L. C. B. *Os interesses e as posturas de jovens alunos frente à ciência: resultados do projeto ROSE aplicado no Brasil*. São Paulo, 2008. 172 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação – USP, São Paulo, 2008.

TOULMIN, S. *La comprensión humana: el uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid: Alianza, 1977. 523 p.

VAN LANGEN, A.; REKERS-MOMBARG, L.; DEKKERS, H. Sex-related differences in the determinants and process of science and mathematics choice in pre-university education. *International Journal of Science Education*, Reading, v. 28, n. 1, p. 71-94, Jan. 2006.

VOYLES, M. M.; FOSSUM, T.; HALLER, S. Teachers respond functionally to student gender differences in a technology course. *Journal of Research in Science Teaching*, Maryland, v. 45, n. 3, p. 322-345, Ago. 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.

WEINBURGH, M. Gender differences in student attitudes toward science: a meta-analysis of the literature from 1970 to 1991. *Journal of Research in Science Teaching*, Maryland, v. 32, n. 4, p. 387-398, 1995.

WERTSCH, J. *Voces de la Mente: un enfoque sociocultural para el estudio de la acción mediada*. Madrid: Visor, 1991. 184 p.

ZOHAR, A. Her physics, his physics: gender issues in Israeli advanced placement physics classes. *International Journal of Science Education*, Reading, v. 25, n. 2, p. 245-268, 2003.

ZOHAR, A. Connected knowledge in science and mathematics education. *International Journal of Science Education*, Reading, v. 28, n. 13, p. 1579-1599, Out. 2006.

ZOHAR, A; BRONSHTEIN, B. Physics teachers' knowledge and beliefs regarding girls' low participation rates in advanced physics classes. *International Journal of Science Education*, Reading, v. 27, n. 1, p. 61-77, Jan. 2005.

APÊNDICE A

Questionário

Instrumento para Debate em Sala de Aula

código da disciplina	
código do aluno	
bacharelado	licenciatura
história e epistemologia	
para uso exclusivo do pesquisador	

Roteiro do Estudante

Dados Pessoais	Nome:	Sexo: <input type="radio"/> Masc <input type="radio"/> Fem	Idade:
	Desde quando você é estudante da graduação em Física da UFRGS?	Já cursou a disciplina "História e Epistemologia da Física" ou outra equivalente? <input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	
	Como Posso Entrar em Contato Contigo?		
	<input type="radio"/> Fone:	<input type="radio"/> E-mail:	

Caro(a) aluno(a),

Responda as questões a seguir da forma mais clara e completa possível.

O questionário se divide em dois blocos com assuntos distintos: (1) Mecânica Quântica; (2) Visões de Ciência.

Se você não tiver segurança quanto ao que responder, escreva sua opinião da melhor forma possível. Por favor, **não deixe nenhuma questão em branco**. O presente questionário não tem por objetivo rastrear seus eventuais enganos, mas pretende comparar as diferentes formas com que os(as) estudantes expressam uma mesma idéia.

Atenciosamente

Paulo Lima Jr.
Mestrando
PPG Ensino de Física

Bloco I Mecânica Quântica

- O que você entende por fóton?
- O que é uma função de onda? Para que ela serve?
- Na sua opinião, qual é o aspecto mais fundamental da mecânica quântica?
- O que diz o princípio da incerteza? Qual é a sua importância?
- O que é a dualidade onda-partícula? Qual é a sua importância?
- 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.

Bloco II Visões de Ciência

- Na sua opinião, o que é ciência?
- O conhecimento científico pode ser considerado um conhecimento *verdadeiro*? Justifique sua opinião.
- 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.
- 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?
- Existe espaço para subjetividade (criatividade, imaginação, opinião pessoal) na construção da ciência? Justifique sua opinião.